

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Тольяттинский государственный университет»

Институт машиностроения  
(наименование института полностью)

Кафедра «Оборудование и технологии машиностроительного производства»  
(наименование)

15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств»  
(код и наименование направления подготовки / специальности)

Технология машиностроения  
(направленность (профиль) / специализация)

## **ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)**

на тему Технологический процесс изготовления цанги цангового приспособления

Обучающийся

О.А. Орлеев

(Инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

канд. техн. наук, доцент Н.Ю. Логинов

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

Консультанты

канд. экон. наук, доцент Е.Г. Смышляева

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

канд. физ.-мат. наук, доцент Д.А. Романов

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

Тольятти 2024

## Аннотация

Тема: Технологический процесс изготовления цанги цангового приспособления.

Автор: Орлеев Олег Алексеевич.

В выпускной работе спроектирован технологический процесс изготовления цанги цангового приспособления.

На первом этапе работы была проанализирована конструкция цангового приспособления, проведен анализ материала, из которого выполнена цанга, и его свойств, а также выполнен анализ конструкции детали на технологичность.

На втором этапе выполнения работы нами проведена оценка типа производства, согласно годовой программе выпуска деталей и определен среднесерийный тип машиностроительного производства, выбран тип заготовительного производства для выполнения заготовки, рассчитаны припуски на одну из поверхностей. Далее спроектирован технологический процесс изготовления цанги цангового приспособления и рассчитаны режимы резания на некоторые операции.

Для закрепления заготовки на токарной чистовой операции нами спроектирован патрон трехкулачковый. В отличие от патрона из базового варианта техпроцесса данное приспособление имеет пневматический привод, при помощи которого происходит автоматизированный зажим и разжим заготовки на операции. Данное мероприятие снижает вспомогательное время токарной операции, а это экономически выгодно.

Для фрезерной операции техпроцесса изготовления цанги спроектирован режущий инструмент, которым является концевая фреза. Этот инструмент, в отличие от базового варианта техпроцесса, изготовлен из твердого сплава, а не из быстрорежущей стали. Стойкость такого инструмента выше, поэтому это экономически выгодно.

## Содержание

Введение.....	5
1 Анализ исходных данных.....	6
1.1 Назначение и условия работы детали.....	7
1.2 Классификация поверхностей детали.....	7
1.3 Анализ требований к поверхностям детали.....	8
2 Технологическая часть.....	10
2.1 Определение типа производства.....	10
2.2 Выбор стратегии разработки техпроцесса.....	11
2.3 Выбор метода получения заготовки.....	11
2.4 Выбор методов обработки.....	12
2.5 Расчет припусков.....	17
2.6 Расчет режимов резания.....	20
3 Проектирование приспособления.....	28
3.1 Исходные данные.....	29
3.2 Силовой расчет.....	30
4 Проектирование режущего инструмента.....	33
4.1 Исходные данные.....	34
4.2 Проектирование фрезы.....	35
5 Безопасность и экологичность технического объекта.....	37
5.1 Конструктивно-технологическая и организационно- техническая характеристика рассматриваемого технического объекта.....	38
5.2 Идентификация профессиональных рисков.....	39
5.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков	41
5.4 Обеспечение пожарной безопасности.....	42
5.5 Обеспечение экологической безопасности технического объекта.....	43
6 Экономическая эффективность.....	45

Заключение.....	49
Список используемой литературы.....	50
Приложение А. Маршрутные карты.....	53

## Введение

Станкостроение и приборостроение являются основополагающими звеньями современной обрабатывающей промышленности, так как от их мощностей и производительности зависит работа многих других сфер деятельности человечества, таких как сельское хозяйство, химическая промышленность и так далее. Станки и приборы являются своего орудием труда. От них функциональности зависит не только производительность многих производств, а вообще работоспособность этих предприятий.

При производстве станков отдельной частью является производство станочных приспособлений. От этих механизмов зависит производительность работы на станках, выполняя обработку деталей машин. Приспособления способствуют упрощению работы станочников, увеличивая производительность и качество обработки.

В цанговых приспособлениях принцип зажима заготовки или инструмента заключается в том, что станочник или оператор станка каким-либо способом воздействует на цангу, а та, в свою очередь, сжимаясь, или наоборот, разжимаясь с определенным усилием, воздействует на зажимаемый объект.

Цанговое приспособление предназначено для зажима цилиндрических заготовок на токарном станке. Главным звеном в этом приспособлении является цанга. В приспособлении толкатель воздействует на коническую внутреннюю поверхность цанги. А цанга, в свою очередь, разжимаясь, своей наружной цилиндрической поверхностью воздействует на внутреннюю цилиндрическую поверхность зажимаемой заготовки. Цанги изготавливаются из хорошо поддающихся упругой деформации пружинных сталей.

Целью данной работы является разработка техпроцесса изготовления цанги цангового патрона заданного качества, согласно годовой программы.

## 1 Анализ исходных данных

«К самоцентрирующим установочно-зажимным приспособлениям относят всевозможные конструкции патронов и разжимных оправок: трехкулачковые самоцентрирующие патроны, цанговые патроны и оправки, оправки и патроны с пластинчатыми (тарельчатыми) пружинами, мембранные патроны, патроны и оправки с гидропластом и другие». [1]

«Цанга – стальная разрезная втулка с упругими лепестками, имеющими утолщенную головку с конической частью. Эти механизмы используются для зажима прутков различных профилей и штучных заготовок и применяются в револьверных станках и прутковых автоматах». [1]

«Существует три основных типа цанговых патронов: с втягиваемой цангой (рисунок 1а); с выдвижной цангой (рисунок 1б); с неподвижной цангой (рисунок 1в)». [1]

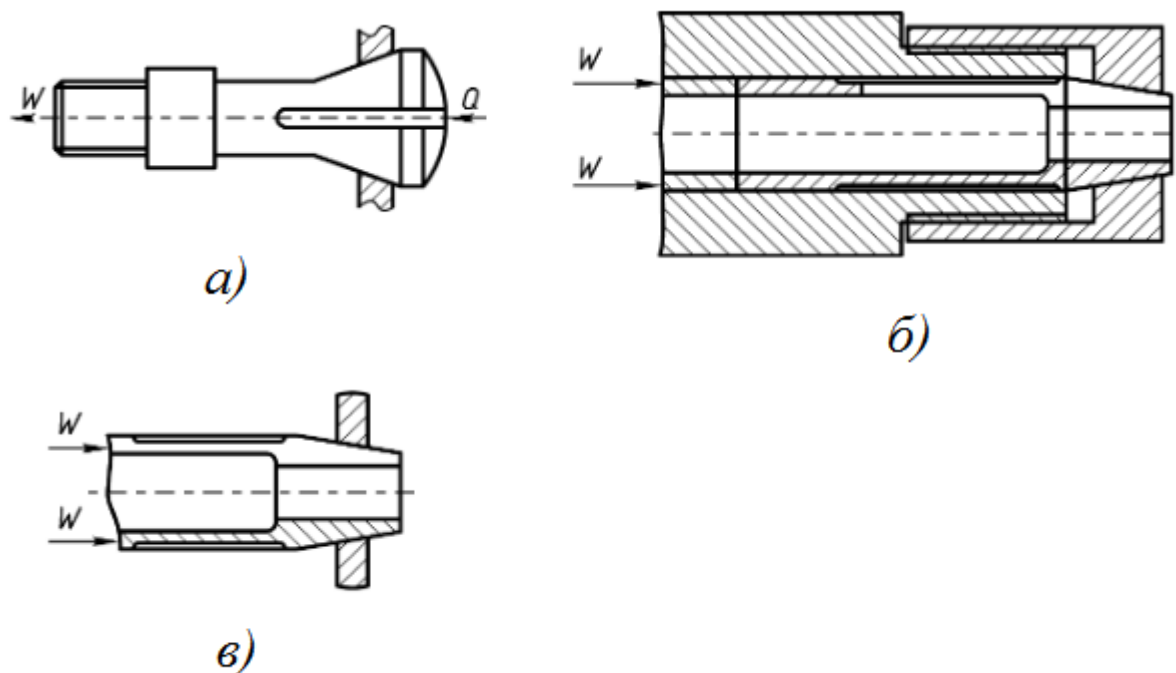


Рисунок 1 – Конструкции цанговых патронов

«Недостаток патронов с втягиваемой и выдвижной цангами заключается в том, что при подаче прутка до упора в револьверной головке первый при зажиме оттягивает пруток, а второй преодолевает большие силы трения с его

поверхностью. В патронах с неподвижной цангой большое место в полости шпинделя занимает нажимная труба». [1]

«Недостаток всех цанговых патронов – при колебании диаметров заготовки и ее формы они не обеспечивают контакта по всей площади сопрягаемых поверхностей». [1]

### **1.1 Назначение и условия работы детали**

Цанговое приспособление предназначено для зажима цилиндрических заготовок на токарном станке. Главным звеном в этом приспособлении является цанга. В приспособлении толкатель воздействует на коническую внутреннюю поверхность цанги. А цанга, в свою очередь, разжимаясь, своей наружной цилиндрической поверхностью воздействует на внутреннюю цилиндрическую поверхность зажимаемой заготовки.

### **1.2 Классификация поверхностей детали**

Для проведения классификации поверхностей цанги пронумеруем каждую из ее поверхностей и представим это на рисунке 2.

Исполнительными поверхностями цанги являются внутренняя коническая поверхность 10, на которую воздействует толкатель для разжима, а также наружная цилиндрическая поверхность 3, служащая для воздействия для зажима заготовки.

Основными конструкторскими базами цанги являются торцевая поверхность 6 и внутренняя цилиндрическая поверхность 7.

Вспомогательной конструкторской базой цанги является другая торцевая поверхность 1.

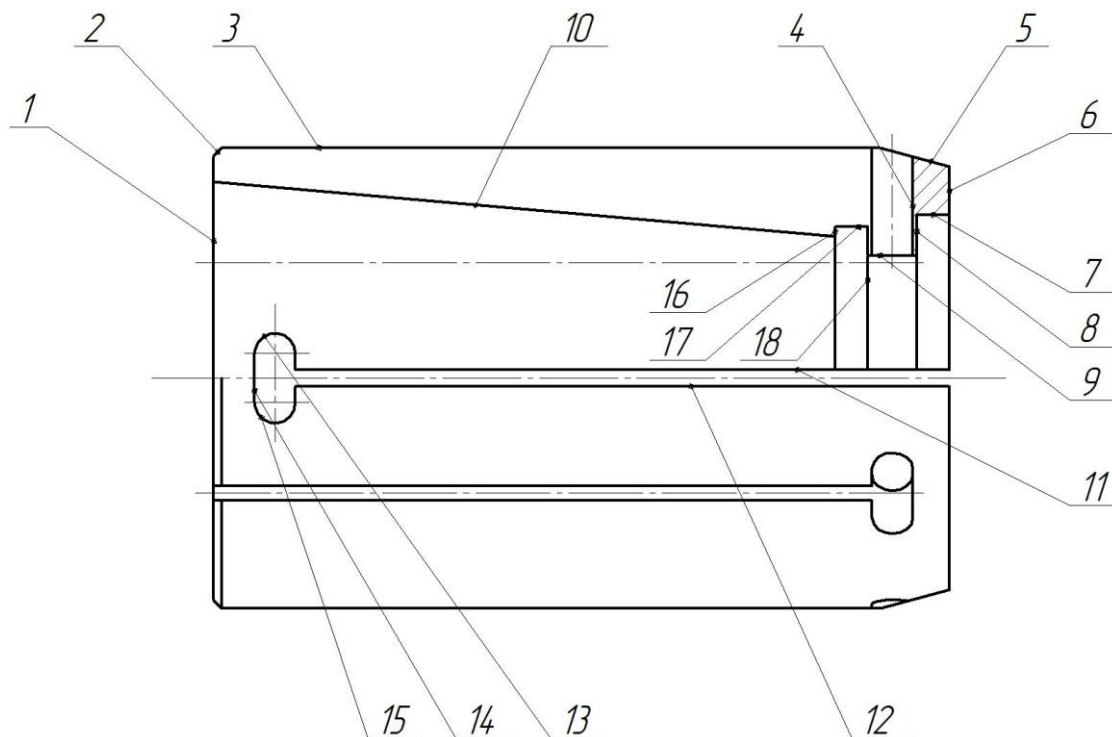


Рисунок 2 - Классификация поверхностей

Остальные поверхности – свободные.

### 1.3 Анализ требований к поверхностям детали

Материалом цанги является сталь 65Г ГОСТ 4543-2016 [8], которая содержит около 0,65% углерода (С), около 1% марганца (Mn), остальным в составе является железо (Fe) и примеси.

Сталь 65Г является пружинно-рессорной легированной.

Физико-механические свойства стали 65Г представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Физико-механические свойства стали 65Г

$\sigma_b$ , МПа	НВ	$\sigma_T$ , МПа	$\psi$ , %	$\delta_5$ , %
840	221...241	280	30	8

«Легированными называют стали, содержащие одновременно с углеродом и другие легирующие элементы для получения требуемых свойств.



Содержание углерода указывают цифрами в начале маркировки в сотых долях процента. Легирующие элементы обозначают следующими буквами: Х – хром, Н – никель, М – молибден, В – вольфрам, Г – марганец, С – кремний, Д – медь, Т – титан, Б – ниобий, Р – бор, А – азот». [2]

«Задача легирования сталей заключается в увеличении прокаливаемости, повышении прочности, получении особых физико-химических свойств. Легирующие элементы-металлы могут оказывать влияние на свойства сталей: изменяя равновесную структуру; легируя твердые растворы (феррит, аустенит, мартенсит) и вызывая твердорастворное упрочнение; образуя специальные карбиды и интерметаллические фазы (дисперсионное упрочнение)». [2]

«Специальные карбиды в сталях образуют металлы, которые имеют большое сродство к углероду, чем железо. Это – титан, ванадий, хром, молибден, вольфрам. К некарбидообразующим элементам относятся кремний, никель». [2]

«По влиянию температуры фазовых превращений легирующие элементы подразделяют на феррито- и аустенитообразующие. Хром, титан, ванадий, молибден, вольфрам, ниобий, алюминий, кремний способствуют образованию феррита, сужают  $\gamma$ -область, и называются ферритообразующими элементами». [2]

Конструкция цанги такова, что все поверхности имеют довольно простой доступ к обработке и возможности измерения. Имеется канавка для выхода инструмента при обработке. В связи с этим, считаем конструкцию цанги довольно технологичной.

## 2 Технологическая часть

### 2.1 Определение типа производства

«Производство с преимущественным применением методов технологии машиностроения при выпуске изделий называется машиностроительным. Структурной основой машиностроительного завода является цех, представляющий собой совокупность производственных участков. Производственный участок объединяет группу рабочих мест, организованных по предметному, технологическому или предметно-технологическому принципам». [27]

«Одним из основных принципов построения технологических процессов является принцип совмещения технических, экономических и организационных задач, решаемых в данных производственных условиях. Проектируемый технологический процесс должен обеспечить выполнение всех требований к точности и качеству изделия, предусмотренных чертежом, при наименьших затратах труда и минимальной себестоимости в установленные сроки. Наименьшие затраты на изготовление изделий могут быть достигнуты в случае построения технологического процесса в соответствии с типом данного производства. Тип производства – это квалификационная категория производства, выделяемая по признакам широты номенклатуры, регулярности, стабильности и объема выпуска изделий». [27]

«В соответствии с ГОСТ 14.004-83, современное производство подразделяется на три типа: единичное, серийное и массовое. Причем серийное подразделяется на мелкосерийное, среднесерийное и крупносерийное». [27]

В нашей работе будем принимать тип машиностроительного производства на основе двух параметров, таких как масса цапги  $m = 0,7$  кг и годовая программа выпуска  $N = 5000$  штук. Исходя из этих параметров, принимаем среднесерийный тип производства.

## 2.2 Выбор стратегии разработки техпроцесса

«В серийном производстве выпускаются изделия ограниченной номенклатуры, изготавливаемые периодически повторяющимися партиями со сравнительно большим объемом выпуска. На рабочих местах выполняется несколько периодически повторяющихся операций. Технологические особенности серийного производства изменяются в зависимости от номенклатуры, трудоемкости, количества изделий в партии деталей». [27]

«Серийное производство является основным типом машиностроительного производства. Примерно 75...80% всей продукции машиностроения страны изготавливается на заводах серийного производства. Примером серийного производства являются предприятия, изготавливающие станки, прессы, деревообрабатывающее оборудование, текстильные машины, насосы, вентиляторы и так далее. В серийном производстве заготовки обрабатываются партиями». [27]

## 2.3 Выбор метода получения заготовки

«Метод получения заготовок для деталей машин определяется назначением и конструкцией детали, маркой материала, техническими требованиями, программой выпуска деталей, а также экономичностью изготовления заготовок. При выборе способа получения заготовки необходимо стремиться к максимальному приближению формы и размеров заготовки к готовой детали и снижению трудоемкости заготовительных операций». [22]

Если цангу изготавливать из штампованной заготовки [10], то ее масса будет равна  $m = 1,7$  кг при габаритных параметрах  $\varnothing 68 \times 94$  мм. Если цангу изготавливать из проката [7], то ее масса будет равна  $m = 2,05$  кг при габаритных параметрах  $\varnothing 68 \times 92$  мм.

«Рассчитаем стоимость снятия 1 кг стружки при механической обработке (руб./кг)

$$C_{\text{мех}} = C_c + E_n \cdot C_k, \quad (1)$$

где  $C_c = 0,495; E_n = 0,15; C_k = 1,085$  ». [18]

$$C_{\text{мех}} = 0,495 + 0,15 \cdot 1,085 = 0,6578 .$$

«Рассчитаем стоимость 1 кг заготовки, полученной штамповкой (руб.)

$$C_{\text{заг}} = C_{\text{шт}} \cdot k_m \cdot k_c \cdot k_g \cdot k_M \cdot k_n, \quad (2)$$

где  $C_{\text{шт}} = 0,315; k_m = 0,9; k_c = 0,84; k_g = 1,14; k_M = 1,0; k_n = 1,0$  ». [18]

$$C_{\text{заг}} = 0,315 \cdot 0,9 \cdot 0,84 \cdot 1,14 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,2715 \text{ руб.}$$

«Рассчитаем технологическую себестоимость изготовления детали, полученной штамповкой (руб.)

$$C_{\text{шт}} = C_{\text{заг}} \cdot Q_{\text{шт}} + C_{\text{мех}} (Q_{\text{шт}} - q) - C_{\text{отх}} (Q_{\text{шт}} - q), \quad (3)$$

где  $Q_{\text{шт}} = 1,7; q = 0,7$ ;

$$C_{\text{отх}} = 0,0144 \text{ ». [18]}$$

$$C_{\text{шт}} = 0,2715 \cdot 1,7 + 0,6578 (1,7 - 0,7) - (1,7 - 0,7) 0,0144 = 1,10$$

«Рассчитаем технологическую себестоимость изготовления детали, полученную прокатом (руб.)

$$C_{\text{шт}} = C_{\text{заг}} \cdot Q_{\text{пр}} + C_{\text{мех}} (Q_{\text{пр}} - q) - C_{\text{отх}} (Q_{\text{пр}} - q), \quad (4)$$

где  $Q_{\text{пр}} = 2,05; q = 0,7$ ;

$$C_{\text{отх}} = 0,0144 \text{ ». [18]}$$

$$C_{\text{шт}} = 0,1219 \cdot 2,05 + 0,6578 (2,05 - 0,7) - 0,0144 (2,05 - 0,7) = 1,12 \text{ руб.}$$

Себестоимость штампованной заготовки ниже, следовательно, примем для нашего техпроцесса в качестве заготовки штамповку.

«Определим коэффициент использования материала

$$K_{им} = M_d / M_3 \gg. [18] \quad (5)$$

$$K_{им} = \frac{0,7}{1,7} = 0,42 .$$

Значение  $K_{им}$  соответствует среднесерийному типу производства.

Чертеж заготовки представлен в графической части.

## 2.4 Выбор методов обработки

«Технологические методы обработки деталей на металлорежущих станках приведены на рисунке 3. Каждому способу обработки соответствует характерное состояние поверхности в зависимости от обрабатываемого элемента заготовки и режима обработки. Главной задачей при проектировании маршрута обработки детали является решение вопроса по выбору необходимого количества операций и переходов по обработке каждой поверхности детали для достижения заданных точности их размера и качества (шероховатости) поверхности при минимальных затратах труда. Если, например, точность размера составляет  $IT \geq 13-12$ , а качество поверхности  $Rz \geq 80$ , то возможно полное снятие припуска за один переход (черновая обработка). В противном случае необходимо производить еще и чистовую, а если потребуется, то и тонкую и финишную обработку». [14]



Рисунок 3 – Методы обработки

«Прорабатывается возможность совмещения в одной операции нескольких переходов и применения многоинструментальных наладок в серийном производстве на токарно-револьверных станках и станках-автоматах. Состав технологического маршрута зависит от сложности геометрической формы основных и дополнительных поверхностей детали, метода получения заготовки, заданных параметров качества, наличия термообработки, а также серийности производства». [14]

Поверхность 1 по форме является плоской торцовой. Параметр шероховатости данной поверхности  $R_a$  3,2. Необходимая точность поверхности, заданная чертежом, IT14. Исходя из этих параметров, назначаем следующие методы обработки поверхности: точение черновое и чистовое.

Поверхность 2 по форме является конической наружной. Параметр шероховатости данной поверхности Ra 3,2. Необходимая точность поверхности, заданная чертежом, IT14. Исходя из этих параметров, назначаем следующие методы обработки поверхности: точение черновое и чистовое.

Поверхность 3 по форме является цилиндрической наружной. Параметр шероховатости данной поверхности Ra 0,8. Необходимая точность поверхности, заданная чертежом, IT9. Исходя из этих параметров, назначаем следующие методы обработки поверхности: точение черновое и чистовое; шлифование черновое и чистовое.

Поверхность 4 по форме является цилиндрической внутренней. Параметр шероховатости данной поверхности Ra 3,2. Необходимая точность поверхности, заданная чертежом, IT14. Исходя из этих параметров, назначаем следующие методы обработки поверхности: сверление.

Поверхность 5 по форме является конической наружной. Параметр шероховатости данной поверхности Ra 3,2. Необходимая точность поверхности, заданная чертежом, IT14. Исходя из этих параметров, назначаем следующие методы обработки поверхности: точение черновое и чистовое.

Поверхность 6 по форме является плоской торцовой. Параметр шероховатости данной поверхности Ra 3,2. Необходимая точность поверхности, заданная чертежом, IT14. Исходя из этих параметров, назначаем следующие методы обработки поверхности: точение черновое и чистовое.

Поверхность 7 по форме является цилиндрической внутренней. Параметр шероховатости данной поверхности Ra 3,2. Необходимая точность поверхности, заданная чертежом, IT14. Исходя из этих параметров, назначаем следующие методы обработки поверхности: точение черновое и чистовое.

Поверхность 8 по форме является плоской торцовой. Параметр шероховатости данной поверхности Ra 3,2. Необходимая точность поверхности, заданная чертежом, IT14. Исходя из этих параметров, назначаем следующие методы обработки поверхности: точение черновое и чистовое.

Поверхность 9 по форме является цилиндрической внутренней. Параметр шероховатости данной поверхности Ra 3,2. Необходимая точность

поверхности, заданная чертежом, IT14. Исходя из этих параметров, назначаем следующие методы обработки поверхности: точение черновое и чистовое.

Поверхность 10 по форме является конической внутренней. Параметр шероховатости данной поверхности Ra 0,8. Необходимая точность поверхности, заданная чертежом, IT9. Исходя из этих параметров, назначаем следующие методы обработки поверхности: точение черновое и чистовое; шлифование черновое и чистовое.

Поверхность 11 по форме является плоской внутренней. Параметр шероховатости данной поверхности Ra 3,2. Необходимая точность поверхности, заданная чертежом, IT14. Исходя из этих параметров, назначаем следующие методы обработки поверхности: фрезерование.

Поверхность 12 по форме является плоской внутренней. Параметр шероховатости данной поверхности Ra 3,2. Необходимая точность поверхности, заданная чертежом, IT14. Исходя из этих параметров, назначаем следующие методы обработки поверхности: фрезерование.

Поверхность 13 по форме является цилиндрической внутренней. Параметр шероховатости данной поверхности Ra 3,2. Необходимая точность поверхности, заданная чертежом, IT14. Исходя из этих параметров, назначаем следующие методы обработки поверхности: сверление, фрезерование.

Поверхность 14 по форме является плоской внутренней. Параметр шероховатости данной поверхности Ra 3,2. Необходимая точность поверхности, заданная чертежом, IT14. Исходя из этих параметров, назначаем следующие методы обработки поверхности: сверление, фрезерование.

Поверхность 15 по форме является цилиндрической внутренней. Параметр шероховатости данной поверхности Ra 3,2. Необходимая точность поверхности, заданная чертежом, IT14. Исходя из этих параметров, назначаем следующие методы обработки поверхности: сверление, фрезерование.

Поверхность 16 по форме является плоской внутренней. Параметр шероховатости данной поверхности Ra 3,2. Необходимая точность поверхности, заданная чертежом, IT14. Исходя из этих параметров, назначаем следующие методы обработки поверхности: точение черновое и чистовое.



Поверхность 17 по форме является цилиндрической внутренней. Параметр шероховатости данной поверхности Ra 3,2. Необходимая точность поверхности, заданная чертежом, IT14. Исходя из этих параметров, назначаем следующие методы обработки поверхности: точение черновое и чистовое.

Поверхность 18 по форме является плоской внутренней. Параметр шероховатости данной поверхности Ra 3,2. Необходимая точность поверхности, заданная чертежом, IT14. Исходя из этих параметров, назначаем следующие методы обработки поверхности: точение черновое и чистовое.

В соответствии с выбранными методами обработки каждой поверхности разработаем план обработки цапги и представим его в графической части работы.

## **2.5 Расчет припусков**

«Припуски на механическую обработку определяются нормативно-аналитическим и опытно-статистическим методами. Расчет припусков и назначение их по таблицам следует производить после отработки конструкции детали и заготовки на технологичность и технико-экономического обоснования метода изготовления заготовки». [19]

«Припуск на механическую обработку – это слой металла, удаляемый с поверхности заготовки с целью получения требуемых по чертежу форму и размеров детали. Припуски назначают только на те поверхности, требуемые форма и точность размеров которых не могут быть достигнуты принятым способом получения заготовки». [19]

«Размер припуска существенно влияет на себестоимость изготовления детали. Завышенный припуск увеличивает затраты труда, расход материала, режущего инструмента и электроэнергии. Заниженный припуск требует применения более дорогостоящих способов получения заготовки, усложняет установку заготовки на станке, требует более высокой квалификации рабочего. Кроме того, он часто является причиной появления брака при механической обработке. Поэтому назначаемый припуск должен быть оптимальным для данных условий производства». [19]

«Оптимальный припуск зависит от материала, размеров и конфигурации заготовки, вида заготовки, деформации заготовки при ее изготовлении, толщины дефектного поверхностного слоя и других факторов. Известно, например, что чугунные отливки имеют дефектный поверхностный слой, содержащий раковины, песчаные включения; поковки, полученные ковкой, имеют окалину; поковки, полученные горячей штамповкой, имеют обезуглероженный поверхностный слой. Припуски определяют расчетами, когда технология механической обработки еще не разработана. Припуски на обработку различных видов заготовок выбирают по нормативным таблицам».

[19]

Рассчитаем припуски на обработку поверхности 3 с параметрами качества  $\varnothing 56,4h9_{(-0,074)}$  мм,  $L = 80,5$  мм,  $Ra = 0,8$  мкм.

«Найдем суммарное отклонение формы и расположения поверхностей (мм)

$$\Delta = 0,25 \cdot Td \text{ ». [26] \tag{6}}$$

$$\Delta_0 = 0,25 \cdot 0,7 = 0,175 \text{ .}$$

$$\Delta_{01} = 0,25 \cdot 0,30 = 0,075 \text{ .}$$

$$\Delta_{02} = 0,25 \cdot 0,074 = 0,019 \text{ .}$$

$$\Delta_{T0} = 0,25 \cdot 0,12 = 0,030 \text{ .}$$

$$\Delta_{03} = 0,25 \cdot 0,074 = 0,019 \text{ .}$$

$$\Delta_{04} = 0,25 \cdot 0,074 = 0,019 \text{ .}$$

«Вычислим максимальное и минимальное значение припуска (мм)

$$Z_{\min} = a_{i-1} + \sqrt{(\Delta_{i-1})^2 + \varepsilon_i^2} ; \tag{7}$$

$$Z_{i\max} = Z_{i\min} + 0,5(Td_{i-1} + Td_i) \text{ ». [26] \tag{8}}$$

$$Z_{1\min} = a_0 + \sqrt{(\Delta_0)^2 + \varepsilon_1^2} = 0,4 + \sqrt{0,175^2 + 0,025^2} = 0,577 .$$

$$Z_{2\min} = a_1 + \sqrt{(\Delta_1)^2 + \varepsilon_2^2} = 0,2 + \sqrt{0,075^2 + 0} = 0,275 .$$

$$Z_{3\min} = a_2 + \sqrt{(\Delta_{\partial 0})^2 + \varepsilon_3^2} = 0,1 + \sqrt{0,030^2 + 0^2} = 0,13 .$$

$$Z_{4\min} = a_3 + \sqrt{(\Delta_3)^2 + \varepsilon_4^2} = 0,03 + \sqrt{0,019^2 + 0} = 0,049 .$$

$$Z_{1\max} = Z_{1\min} + 0,5(Td_0 + Td_1) = 0,577 + 0,5(0,7 + 0,3) = 1,077 .$$

$$Z_{2\max} = Z_{2\min} + 0,5(Td_1 + Td_2) = 0,275 + 0,5(0,3 + 0,074) = 0,462 .$$

$$Z_{3\max} = Z_{3\min} + 0,5(Td_2 + Td_3) = 0,13 + 0,5(0,074 + 0,074) = 0,204 .$$

$$Z_{4\max} = Z_{4\min} + 0,5(Td_3 + Td_4) = 0,049 + 0,5(0,074 + 0,074) = 0,123 .$$

Определим значения размеров на каждом переходе (мм)

$$d_{4\min} = 56,326 .$$

$$d_{4\max} = 56,400 .$$

$$d_{3\min} = d_{4\max} + 2 \cdot Z_{4\min} = 56,400 + 2 \cdot 0,049 = 56,498 .$$

$$d_{3\max} = d_{3\min} + Td_3 = 56,498 + 0,074 = 56,572 .$$

$$d_{TO\min} = d_{3\max} + 2 \cdot Z_{3\min} = 56,572 + 2 \cdot 0,130 = 56,832 .$$

$$d_{TO\max} = d_{TO\min} + Td_{TO} = 56,832 + 0,120 = 56,952 .$$

$$d_{2\min} = d_{TO\min} \cdot 0,999 = 56,952 \cdot 0,999 = 56,895 .$$

$$d_{2\max} = d_{2\min} + Td_2 = 56,895 + 0,074 = 56,969 .$$

$$d_{1\min} = d_{2\max} + 2 \cdot Z_{2\min} = 56,969 + 2 \cdot 0,275 = 57,519 .$$

$$d_{1\max} = d_{1\min} + Td_1 = 57,519 + 0,300 = 57,819 .$$

$$d_{0\min} = d_{1\max} + 2 \cdot Z_{1\min} = 57,819 + 2 \cdot 0,577 = 58,973 .$$

$$d_{0\max} = d_{0\min} + Td_0 = 58,973 + 0,700 = 59,673 .$$

«Определим средние значения размеров на каждом переходе (мм)

$$d_{cpi} = 0,5(d_{i\max} + d_{i\min}) \text{»}. [26] \quad (9)$$

$$d_{cp0} = 0,5(d_{0\max} + d_{0\min}) = 0,5(59,673 + 58,973) = 59,323 .$$

$$d_{cp1} = 0,5(d_{1max} + d_{1min}) = 0,5(57,819 + 57,519) = 57,669.$$

$$d_{cp2} = 0,5(d_{2max} + d_{2min}) = 0,5(56,969 + 56,895) = 56,932.$$

$$d_{cpTO} = 0,5(d_{TOmax} + d_{TOmin}) = 0,5(56,832 + 56,952) = 56,892.$$

$$d_{cp3} = 0,5(d_{3max} + d_{3min}) = 0,5(56,572 + 56,498) = 56,535.$$

$$d_{cp4} = 0,5(d_{4max} + d_{4min}) = 0,5(56,400 + 56,326) = 56,363.$$

«Определим общий припуск на обработку (мм)

$$2Z_{min} = d_{4min} - d_{0max} \rangle. [26] \quad (10)$$

$$2Z_{min} = 58,973 - 56,400 = 2,573.$$

$$\langle 2Z_{max} = 2Z_{min} + Td_0 + Td_4 \rangle. [26] \quad (11)$$

$$2Z_{max} = 2,573 + 0,7 + 0,074 = 3,347.$$

$$\langle 2Z_{cp} = 0,5(2Z_{min} + 2Z_{max}) \rangle. [26] \quad (12)$$

$$2Z_{cp} = 0,5(3,347 + 2,573) = 2,960.$$

Найденные значения промежуточных припусков в дальнейшем используем при проектировании операций технологического процесса изготовления цанги.

## 2.6 Расчет режимов резания

«Как известно, назначение режимов резания при токарной обработке обычно производится по следующей схеме. Вначале по определенным правилам выбирается глубина резания, затем также по определенным правилам выбирается подача, далее по формулам, связывающим глубину резания, подачу и требуемую стойкость режущего инструмента, вычисляется скорость резания,

после чего скорость пересчитывается в частоту вращения шпинделя токарного станка и корректируется в соответствии с паспортными данными главного привода станка. При необходимости рассчитывается также сила, а через нее и мощность резания, что дает возможность проверить правильность выбора станка по этому параметру». [21]

«Описанная схема общепринята и широко применяется на практике. Однако она имеет серьезный недостаток: рассчитанная по ней скорость резания может привести к возникновению вибрации. Одним из главных факторов, вызывающих вибрации при точении, являются автоколебания, обусловленные, прежде всего, динамикой напряжения в зоне стружкообразования обрабатываемой заготовки. При внедрении режущей части инструмента в материал заготовки в этой зоне создается опережающая деформация, которая охватывает срезаемый слой и часть материала под обрабатываемой поверхностью. Будущий элемент стружки вначале деформируется упруго, при этом напряжения растут, затем упругие напряжения перерастают в пластические, и, наконец, когда напряжения превзойдут предел прочности материала, элемент отделяется от основной части заготовки, в процессе чего напряжения снижаются. Колебания напряжения влекут за собой колебания силы давления стружки на переднюю поверхность инструмента и как следствие – колебания силы трения о нее». [21]

### 2.6.1 Расчет режимов резания операции 005.

Переход 1.

Глубина резания  $t = 2,5$ . [24]

Подача  $S = 0,5$ . [24]

«Скорость резания

$$V = V_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3, \quad (13)$$

где  $K_1 = 1,1; K_2 = 0,88; K_3 = 0,65; V_0 = 150$  ». [24]

$$V = 150 \cdot 1,1 \cdot 0,88 \cdot 0,65 \cdot 1,0 = 94,4 \text{ м/мин.}$$

«Частота

$$n = \frac{1000V}{\pi D} \gg. [24] \quad (14)$$

$$n = \frac{1000 \cdot 94,4}{3,14 \cdot 57,3} = 525 \text{ мин}^{-1}.$$

$$n = 500 \text{ мин}^{-1}.$$

«Фактическая скорость резания

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} \gg. [24] \quad (15)$$

$$V_{\phi} = \frac{3,14 \cdot 57,3 \cdot 500}{1000} = 90 \text{ м/мин.}$$

«Минутная подача

$$S = S_0 \cdot n \gg. [24] \quad (16)$$

$$S = 0,5 \cdot 500 = 250 \text{ мм/мин.}$$

«Основное время

$$T_0 = \frac{L_{px}}{S} \gg. [24] \quad (17)$$

$$T_0 = \frac{73}{250} = 0,29 \text{ мин.}$$

Переход 2.

Глубина резания  $t = 2,5$ . [24]

Подача  $S = 0,5$ . [24]

Скорость резания

$$V = 150 \cdot 1,1 \cdot 0,88 \cdot 0,65 \cdot 1,0 = 94,4 \text{ м/мин.}$$

Частота

$$n = \frac{1000 V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 94,4}{3,14 \cdot 29,5} = 1019 \text{ мин}^{-1}.$$

$$n = 1000 \text{ мин}^{-1}.$$

Фактическая скорость резания

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 29,5 \cdot 1000}{1000} = 93 \text{ м/мин.}$$

Минутная подача

$$S = S_0 \cdot n = 0,5 \cdot 1000 = 500 \text{ мм/мин.}$$

Основное время

$$T_0 = \frac{L_{px}}{S} = \frac{41}{500} = 0,08 \text{ мин.}$$

Основное время всей операции

$$T_0 = \Sigma T_{0i} = 0,29 + 0,08 = 0,37 \text{ мин.}$$

## 2.6.2 Расчет режимов резания операции 015.

Переход 1.

Глубина резания  $t = 0,25$ . [24]

Подача  $S = 0,5$ . [24]

Скорость резания

$$V = 150 \cdot 1,1 \cdot 0,88 \cdot 0,65 \cdot 1,0 = 94,4 \text{ м/мин.}$$

Частота

$$n = \frac{1000 V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 94,4}{3,14 \cdot 56,8} = 529 \text{ мин}^{-1}.$$

$$n = 500 \text{ мин}^{-1}.$$

Фактическая скорость резания

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 56,8 \cdot 500}{1000} = 89 \text{ м/мин.}$$

Минутная подача

$$S = S_0 \cdot n = 0,5 \cdot 500 = 250 \text{ мм/мин.}$$

Основное время

$$T_0 = \frac{L_{px}}{S} = \frac{73}{250} = 0,29 \text{ мин.}$$

Переход 2.

Глубина резания  $t = 0,25$ . [24]

Подача  $S = 0,5$ . [24]

Скорость резания

$$V = 150 \cdot 1,1 \cdot 0,88 \cdot 0,65 \cdot 1,0 = 94,4 \text{ м/мин.}$$

Частота

$$n = \frac{1000 V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 94,4}{3,14 \cdot 30} = 1002 \text{ мин}^{-1}.$$

$$n = 1000 \text{ мин}^{-1}.$$

Фактическая скорость резания

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 30 \cdot 1000}{1000} = 94 \text{ м/мин.}$$

Минутная подача

$$S = S_0 \cdot n = 0,5 \cdot 1000 = 500 \text{ мм/мин.}$$

Основное время

$$T_0 = \frac{L_{px}}{S} = \frac{8}{500} = 0,02 \text{ мин.}$$

Переход 3.

Глубина резания  $t = 5$ . [24]

Подача  $S = 0,5$ . [24]

Скорость резания

$$V = 125 \cdot 1,1 \cdot 0,88 \cdot 0,65 \cdot 1,0 = 78,7 \text{ м/мин.}$$

Частота

$$n = \frac{1000 V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 78,7}{3,14 \cdot 40} = 626 \text{ мин}^{-1}.$$

$$n = 630 \text{ мин}^{-1}.$$

Фактическая скорость резания

$$V_{\phi} = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 40 \cdot 630}{1000} = 75 \text{ м/мин.}$$

Минутная подача

$$S = S_0 \cdot n = 0,5 \cdot 630 = 315 \text{ мм/мин.}$$

Основное время



$$T_0 = \frac{L_{px}}{S} = \frac{10}{315} = 0,03 \text{ мин.}$$

Основное время всей операции

$$T_0 = \Sigma T_{0i} = 0,29 + 0,03 + 0,02 = 0,34 \text{ мин.}$$

### 2.6.3 Расчет режимов резания операции 025.

«Фрезерование – в отличие от точения – осуществляется многолезвийными инструментами и поэтому является весьма производительным способом обработки плоскостей, уступов, канавок, пазов, а также различных фасонных поверхностей (зубчатых, шлицевых, резьбовых и так далее)». [17]

«При фрезеровании реализуются общие закономерности процесса резания. В то же время процесс резания при фрезеровании имеет ряд специфических особенностей, к которым относятся: прерывистость и кратковременность работы каждого зуба фрезы; переменность толщины срезаемой стружки за время контакта зуба фрезы с заготовкой; периодическое охлаждение зубьев и их освобождение от стружки при выходе из зоны резания. Эти особенности оказывают существенное влияние на закономерности процесса стружкообразования, силы и мощность резания, износ и стойкость инструмента и должны учитываться при назначении оптимальных режимов резания». [17]

Переход 1.

Глубина резания  $t = 2,5$ . [24]

Подача  $S_0 = 0,1$ . [24]

«Скорость резания

$$V = \frac{C_V D^q K_V}{T^m t^x S_0^y}, \quad (18)$$

где  $D = 5; C_V = 7; q = 0,4; x = 0; y = 0,7; m = 0,2; T = 25$  ». [24]

Поправочный коэффициент

$$K_V = K_{MV} K_{UV} K_{LV}, \quad (19)$$

где  $K_{MV} = 1,25; K_{UV} = 0,4; K_{LV} = 1,0$ ». [24]

$$K_V = 1,25 \cdot 0,4 \cdot 1,0 = 0,5.$$

$$V = \frac{7,0 \cdot 5^{0,4}}{25^{0,2} \cdot 2,5^0 \cdot 0,10^{0,7}} \cdot 0,5 = 17,5, \text{ м/мин.}$$

Частота вращения

$$n = \frac{1000 \cdot 17,5}{3,14 \cdot 5} = 1114 \text{ мин}^{-1}.$$

$$n = 1000 \text{ мин}^{-1}.$$

Минутная подача

$$S = S_0 \cdot n = 0,10 \cdot 1000 = 100 \text{ мм/мин.}$$

«Основное время

$$T_0 = \frac{n_{отв} \cdot L_{px}}{S} \text{»}. [24] \quad (20)$$

$$T = \frac{24 \cdot 13,2}{100} = 3,17 \text{ мин.}$$

Переход 2.

Глубина резания  $t = 2$ . [24]

Подача  $S_0 = 0,1$ . [24]

Примем число проходов 7.

Скорость резания

$$V = \frac{C_V D^q K_V}{T^m t^x S_0^y},$$

где  $D = 5; C_V = 7; q = 0,4; x = 0; y = 0,7; m = 0,2; T = 25$ . [24]

$$K_V = 1,25 \cdot 0,4 \cdot 1,0 = 0,5.$$

$$V = \frac{7,0 \cdot 5^{0,4}}{25^{0,2} \cdot 2^0 \cdot 0,10^{0,7}} \cdot 1 = 35,1, \text{ м/мин.}$$

Частота вращения

$$n = \frac{1000 \cdot 35,1}{3,14 \cdot 5} = 2236 \text{ мин}^{-1}.$$

$$n = 2000 \text{ мин}^{-1}.$$

Минутная подача

$$S = S_0 \cdot n = 0,10 \cdot 2000 = 200 \text{ мм/мин.}$$

Основное время

$$T_o = \frac{12 \cdot 6 \cdot 7}{200} = 2,52 \text{ мин.}$$

Основное время всей операции

$$T_0 = \Sigma T_{oi} = 3,17 + 2,52 = 5,69 \text{ мин.}$$

«При назначении режимов резания для обработки на станках с ЧПУ с револьверной головкой или инструментальным магазином главное состоит в том, чтобы назначить наиболее рациональное сочетание элементов режима резания для всех участвующих в работе инструментов. Это необходимо для того, чтобы смену всех инструментов производить одновременно и простои станков из-за смены инструментов свести к минимуму». [27]

«В связи с высокой стоимостью станков с ЧПУ, применением инструментов с предварительной настройкой на размер, быстросменной оснасткой, возможностью автоматической смены чисел оборотов в соответствии с заданной программой периоды стойкости инструментов выбирают более низким, чем рекомендуется, а режимы обработки более высокими». [27]

Полученные значения режимов резания при изготовлении цанги внесем в технологическую документацию, представленную в приложении А.

В этом разделе мы разработали технологическую часть, в которой выполнили технологию изготовления цанги цангового приспособления.

### 3 Проектирование приспособления

«Применение гибких производственных модулей (ГПМ), гибких производственных систем (ГПС), роботизированных технологических комплексов (РТК) и новых многоцелевых станков с ЧПУ невозможно без совершенствования зажимных приспособлений для заготовок и режущих инструментов. При частой смене объекта производства оборудование обычно не меняется, и лишь приспособления претерпевают значительные изменения. Станочные приспособления обычно используются в определенных граничных условиях: в зависимости от типа производства, геометрической формы обрабатываемой заготовки, ее габаритных размеров, вида обрабатываемой поверхности, метода обработки, способа базирования заготовки, числа одновременно обрабатываемых поверхностей и так далее. Таким образом, выбор приспособлений является сложным процессом, требующих глубоких знаний технологии машиностроения в целом». [16]

«Станочные приспособления проектируют десятки тысяч человек, и сотни тысяч заняты их изготовлением. Поэтому совершенствование станочных приспособлений оказывает существенное влияние на эффективность использования металлорежущего оборудования, качество и производительность обработки деталей». [16]

«Технологическая оснастка – средства технологического оснащения, дополняющие технологическое оборудование для выполнения определенной части технологического процесса. К технологической оснастке относятся зажимные станочные приспособления, вспомогательный и мерительный инструмент, устройства для перемещения и захвата заготовок, штампы, пресс-формы, литейные формы, стержневые ящики, сборочные приспособления и металлообрабатывающий инструмент». [16]

«Приспособление – вспомогательное устройство, предназначенное для обеспечения ускорения или облегчения выполнения технологической операции с заданными технологическими требованиями». [16]

### 3.1 Исходные данные

На 015 Токарной чистовой технологической операции изготовления полумуфты обработку ведут на трех переходах. При этом заготовку устанавливают на токарный станок с ЧПУ модели 16Б20ТМ. Операционный эскиз представлен на рисунке 4.

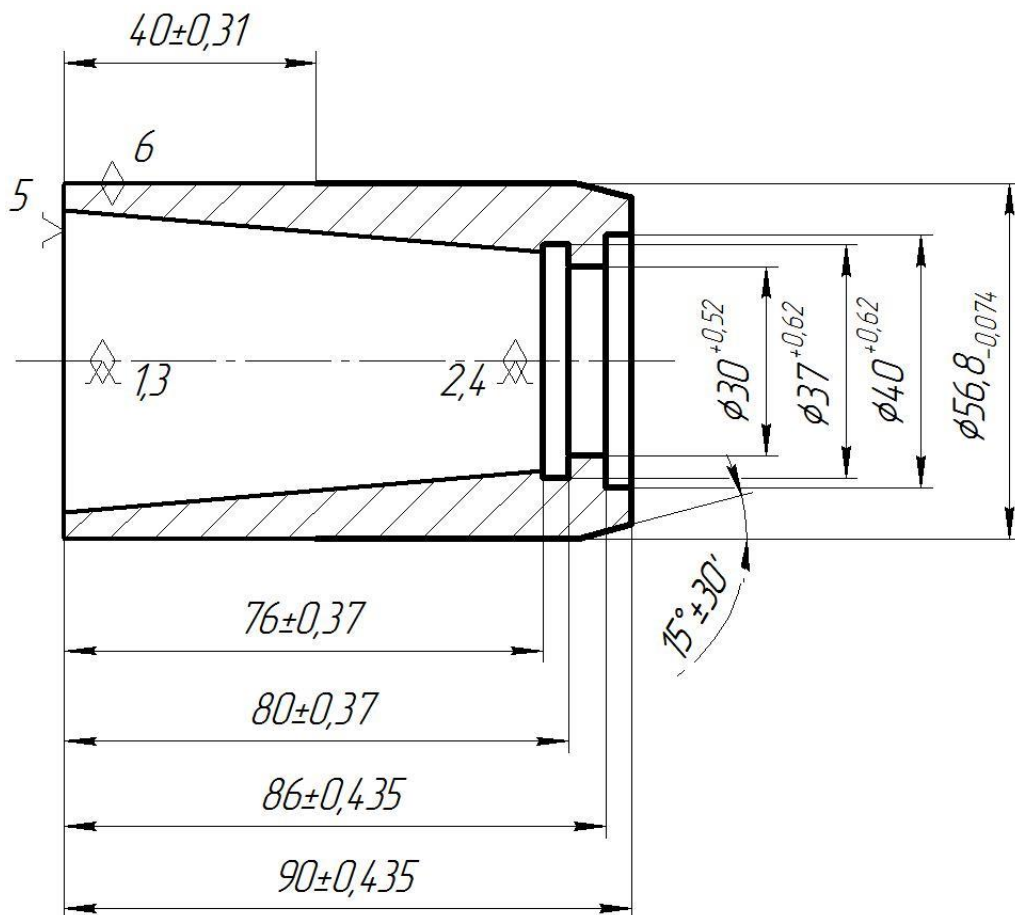


Рисунок 4 – Операционный эскиз

В данном разделе необходимо спроектировать зажимное приспособление для данной операции. В связи с серийностью производства это приспособление должно иметь механизированный привод для того, чтобы облегчить работу оператора токарного станка с ЧПУ и сократить время, затрачиваемое на установку и снятие заготовки.

«В токарных станках применяются двух-, трех- и четырехкулачковые патроны. Трехкулачковые патроны получили наиболее широкое

распространение для обработки заготовок цилиндрической формы, шестигранной и другой симметричной формы». [16]

«Приводные устройства патронов (гидравлический, пневматический, электромеханический и другие) выбираются в соответствии с технологическими возможностями станка». [16]

### 3.2 Силовой расчет

Определим составляющие силы резания

$$\langle P_{y,z} = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p, \quad (21)$$

где  $C_p$ ,  $n$ ,  $x$ ,  $y$  – коэффициенты и показатели степеней, учитывающие конкретные условия обработки;

$V$  – скорость резания;

$t$  – глубина резания;

$S$  – подача;

$K_p$  – коэффициент учитывающий условия обработки». [28]

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 0,25^{1,0} \cdot 0,5^{0,75} \cdot 89^{-0,15} \cdot 0,224 = 50,95, \text{ Н.}$$

$$P_\phi = 10 \cdot 243 \cdot 0,25^{0,9} \cdot 0,5^{0,6} \cdot 89^{-0,3} \cdot 0,305 = 36,53, \text{ Н.}$$

Определим крутящий момент

$$\langle M_p = \frac{P_z \cdot d_0}{2}, \quad (22)$$

где  $P_z$  – сила резания, Н

$d_0$  – максимальный диаметр обрабатываемой поверхности, мм». [28]

Момент от силы зажима

$$\langle M_3 = \frac{W \cdot f \cdot d_3}{2}, \quad (23)$$

где  $W$  – суммарное усилие зажима, приходящееся на три кулачка;

$f$  – коэффициент трения на рабочей поверхности сменного кулачка;

$d_3 = 56,8$  мм – диаметр закрепления». [28]

Из равенства этих двух моментов получим

$$W = \frac{K \cdot P_z \cdot d_0}{f \cdot d_3}. \quad (24)$$

Определим коэффициент запаса  $K$

$$\ll K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3, \quad (25)$$

где  $K_0 = 1,5$  – гарантированный коэффициент запаса;

$K_1 = 1,2$  – коэффициент учитывающий, увеличение сил резания из-за случайных неровностей на обрабатываемых поверхностях заготовки;

$K_2 = 1$  - коэффициент учитывающий, увеличение сил резания вследствие затупления режущего инструмента;

$K_3 = 1,0$  - коэффициент, учитывающий увеличение сил резания при прерывистом резании». [28]

$$K = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 1 = 1,8.$$

$$M_p = \frac{P_z \cdot d_1}{2} = \frac{103,42 \cdot 25,5}{2} = 1319, \text{ Н.}$$

$$W_z^1 = \frac{K \cdot P_z \cdot d_1}{f \cdot d_2} = \frac{1,8 \cdot 50,95 \cdot 56,8}{0,3 \cdot 56,8} = 305,7, \text{ Н.}$$

С учетом коэффициента увеличения

$$W_1 = \frac{W}{1 - \left( \frac{3\ell_k}{M_k} \cdot f_1 \right)} = \frac{305,7}{1 - \left( \frac{3 \cdot 29,7}{25} \cdot 0,1 \right)} = 475, \text{ Н.}$$

Зажимное усилие

$$\ll Q = \frac{W}{i_c}, \quad (26)$$

где  $i_c$  – передаточное отношение по силе зажима механизма». [28]

Для клинового типа приспособлений

$$\langle i_{c.кл} = \frac{1}{\operatorname{tg}(\alpha + \varphi) + \operatorname{tg}\varphi_1}, \quad (27)$$

где  $\alpha = 20^\circ$  - угол наклона клина;

$\varphi = \varphi_1 = 6^\circ$  - углы трения на поверхностях кулачка и изделия». [28]

$$i_{c.кл.} = \frac{1}{\operatorname{tg}(20^\circ + 6^\circ) + \operatorname{tg}6^\circ} = 1,9$$

$$Q = \frac{W}{i_{c.п.}} = \frac{475}{1,9} = 250, \text{ Н.}$$

Обрабатываемая деталь - цанга, зажимаемая в спроектированном патроне, является тонкостенной, поэтому перед тем как зажать эту заготовку необходимо вставить в заготовку специальную пробку, чтобы зажим заготовки осуществлялся без деформации.

В этом разделе мы спроектировали станочное приспособление для токарной операции технологии изготовления цанги цангового патрона. Чертеж зажимного приспособления для закрепления заготовки техпроцесса изготовления полумуфты представлен в графической части.



## 4 Проектирование режущего инструмента

«Всякая развитая совокупность машин состоит из трех совокупных существующих вещей: машины – двигателя, передаточного механизма, машины – орудия. Обе первые существуют, для того чтобы привести в движение, благодаря чему целесообразно изменяется предмет труда». [25]

«В процессе обработки резанием заготовок на металлорежущих станках режущий инструмент является одним из основных факторов, определяющих производительность процесса, точность размеров и качество поверхности». [25]

«Без высококачественного инструмента невозможно производство машин. Инструмент имеет революционное значение. Ранее инструмент изготавливали из углеродистой стали. Первые станки имели скорость вращения 325 об/мин. Создание легированных быстрорежущих привело к увеличению скорости вращения до 600 об/мин, и к 1200 об/мин. Создание твердых сплавов, применение металлокерамики привело к увеличению скорости резания до 2000-3000 об/мин. Россия внесла существенный вклад в развитие науки по резанию. Первые эксперименты поставил профессор И.А. Тимэ». [25]

«У нас в стране производство инструментов развивается в двух направлениях:

- создание специализированных заводов, которые занимаются изготовлением инструмента и технологической оснасткой;

- создание инструментальных цехов на всех металлообрабатывающих предприятиях». [25]

«Специализированные инструментальные заводы занимаются изготовлением специализированного стандартного инструмента, а цеха изготавливают специальные инструменты». [25]

## 4.1 Исходные данные

На 025 фрезерной операции на первом переходе обрабатывается шесть овальных отверстий, расположенных под углом  $60^\circ$ . Обработку ведут сперва сверлом, а затем концевой фрезой. Схема операции представлена на рисунке 5.

### *Переход 1*

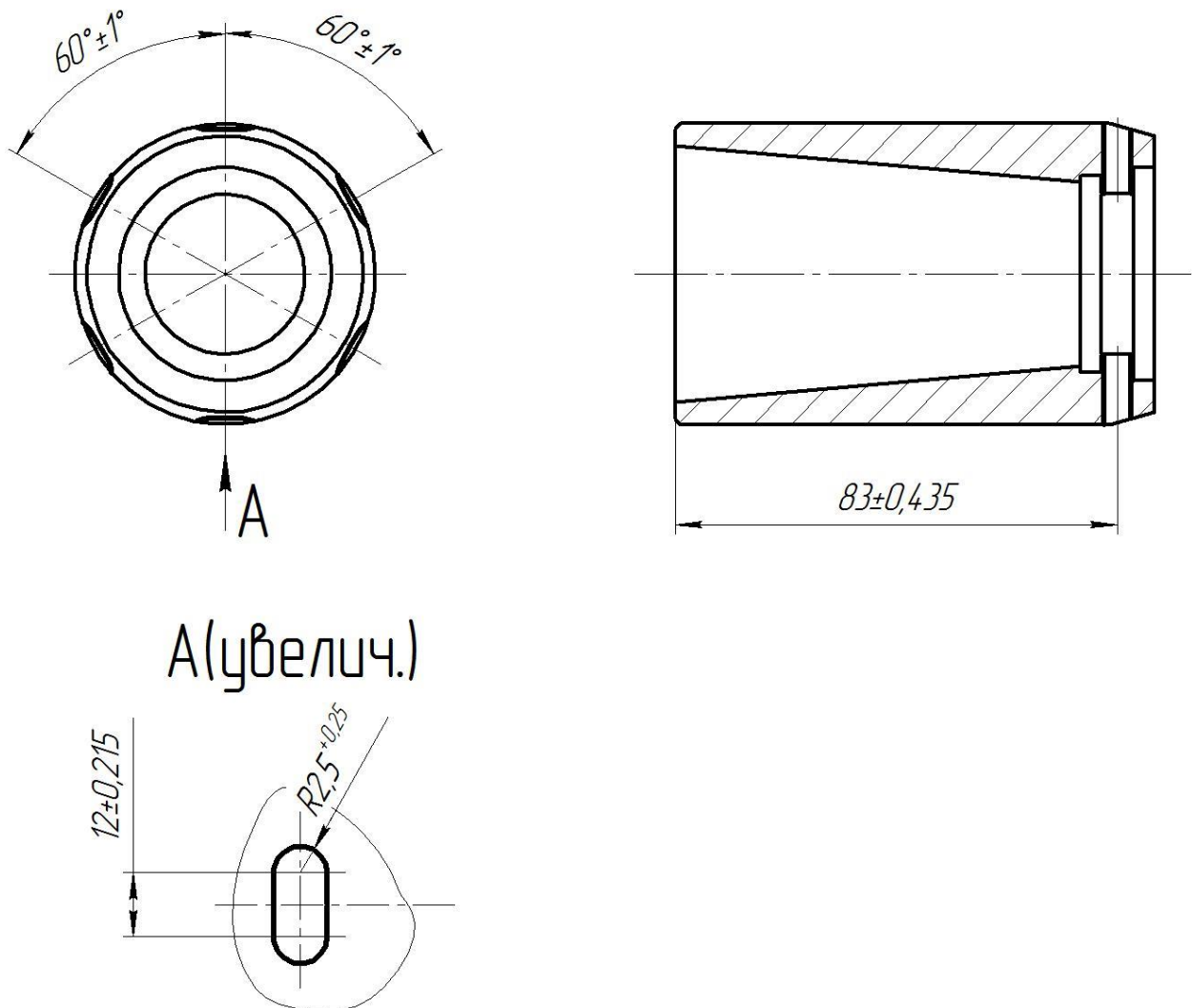


Рисунок 5 – Эскиз операции 025

В этом разделе нам необходимо спроектировать режущий инструмент для этой операции.

## 4.2 Проектирование фрезы

«Диаметр концевой фрезы  $d$  назначается конструктивно исходя из формы и размеров обрабатываемой заготовки. От диаметра зависит отвод тепла, толщина стружки, число зубьев, форма зубьев и диаметр отверстия».  
[15]

Так как радиус закругления отверстия  $R = 2,5$  мм, то  $d = 5$  мм.

Длина фрезы

$$\langle L = l_1 + l + l_2, \quad (28) \rangle$$

где  $l_1$  – длина режущей части;

$l$  – длина шейки;

$l_2$  – длина хвостовика». [15]

Длина режущей части

$$\langle l_1 = 4 \cdot d \rangle. [15] \quad (29)$$

$$l_1 = 4 \cdot 5 = 20 \text{ мм.}$$

Длина шейки

$$\langle l = 4 \left( \sqrt[4]{d + \frac{12}{d}} \right) \rangle. [15] \quad (30)$$

$$l = 4 \times \left( \sqrt[4]{5 + \frac{12}{5}} \right) = 15,58 \text{ мм.}$$

Так как проектируемая фреза твердосплавная, то примем  $l = 5$  мм.

$$L = 20 + 5 + 25 = 50 \text{ мм.}$$

Количество зубьев

$$z = (0,1 \dots 1,3)d \quad (31)$$

$$z = (0,1 \dots 1,3)5 = 0,5 \dots 6,5$$

$$z = 4.$$

«Для выполнения условия равномерности фрезерования зубья на цилиндрической части выполняют стружечную канавку с углом наклона  $\omega=30 \dots 45^\circ$ ». [15]

Принимаем  $\omega = 30^\circ$ .

«Форма зубьев и впадин у фрез с острозаточенными зубьями определяется условиями обработки и имеет три вида профиля: одноуголовая, двухуголовая и криволинейная (параболическая). Стружечная канавка должна обеспечивать достаточный объем для размещения срезанной стружки (при достаточной прочности зуба), большое количество переточек, технологичность изготовления и так далее. Для фрез с крупным зубом рекомендуется двухуголовая форма. Такая форма зуба получается путем двойного фрезерования. Сначала впадина фрезеруется угловой фрезой, а затем зуб срезается по спинке». [15]

В этом разделе мы спроектировали режущий инструмент – концевую фрезу для фрезерной операции технологии изготовления цанги цангового приспособления. Спроектированная концевая фреза для обработки отверстий цанги на 025 фрезерной операции представлена в графической части работы

## 5 Безопасность и экологичность технического объекта

В работе рассматривается техпроцесс изготовления цанги цангового патрона. В процессе анализа базового варианта техпроцесса нами было принято решение подвергнуть серьезной модернизации две технологические операции, ими оказались 015 токарная чистовая операция, выполняемая на токарном станке с ЧПУ модели 16Б20ТМ, и фрезерная операция 025, которая выполняется на вертикально-фрезерном станке модели ГФ-2171.

«Профессиональная деятельность человека связана с применением технологического оборудования, вызывающего в различной степени появление возможных рисков. По природе возникновения риски могут быть классифицированы. Выделяют профессиональные, техногенные и экологические риски. В качестве профессиональных рассматриваются риски травмирования человека (работника), а также возникновения профессиональных заболеваний, вызывающих снижение работоспособности, снижение производительности труда и нарушение здоровья. При рассмотрении техногенных рисков речь может идти об отказах оборудования, промышленных зданий и сооружений, а также о возникновении пожаров, аварийных и чрезвычайных ситуаций. К экологическим рискам следует отнести образующиеся факторы воздействия технического объекта на окружающую среду, включающие выбросы углекислого газа, токсичные и/или радиоактивные выбросы в атмосферу, образование загрязненных сточных вод, выделение опасных загрязняющих газообразных, жидких или твердых веществ и материалов в виде отходов и брака производства, вынужденную выемку загрязненных грунтовых покрытий, нарушение и загрязнение растительного и почвенного покровов и т.д.». [3]

«Своевременная идентификация профессиональных рисков, определение степени возникновения производственно-технологического инцидента на производстве позволит предупредить негативные последствия возникновения рисков, исключить производственные травмы и т.д.». [3]

## **5.1 Конструктивно-технологическая и организационно-техническая характеристика рассматриваемого технического объекта**

В технологическом процессе изготовления цанги цангового патрона совершенствованию подвергаются токарная чистовая операция 015, которая выполняется на токарном станке с ЧПУ модели 16Б20ТМ, и фрезерная операция 025, выполняемая на вертикально-фрезерном станке с ЧПУ модели ГФ-2171. Токарным станком с ЧПУ, также как и вертикально-фрезерным станком управляет оператор, функциями которого является загрузка необработанной заготовки в станочное приспособление, закрепление заготовки в специальное приспособление, закрытие рабочей зоны станка защитным экраном, запуск программы на обработку. После проведения обработки оператор открывает рабочую зону станка, извлекает обработанную заготовку из станочного приспособления и отправляет ее в накопитель.

Режущими инструментами на токарной операции 015 являются контурный резец с твердосплавной пластиной из сплава Т15К6, расточной резец с пластиной из твердого сплава Т15К6 и канавочный резец из быстрорежущей стали.

Режущими инструментами на фрезерной операции являются сверло спиральное, изготовленное из быстрорежущей стали Р6М5, а также концевая фреза из твердого сплава ВК6.

Заготовка изготавливается из легированной пружинной стали 65Г.

В качестве смазочно-охлаждающих жидкостей (СОЖ) используется масляная жидкость EFELE CF-624, производства отечественной компании «Эффективный элемент», предназначенная для охлаждения при механической обработке различных сталей. Она представляет собой специально обработанное масло, в которой добавлены различные присадки для придания жидкости специальных технологических и антикоррозионных свойств. В присутствии СОЖ в зоне резания снижается температура нагрева и обрабатываемого материала и режущего инструмента, а это снижает интенсивность износа инструмента и предотвращает изменение механических свойств обрабатываемого материала.

## 5.2 Идентификация профессиональных рисков

«Опасная зона – это пространство, в котором постоянно действует или периодически возникает производственный фактор, опасный для жизни и здоровья людей. Опасная зона может появиться вокруг движущихся, вращающихся элементов, вблизи грузов, перемещаемых подъемно-транспортными машинами. Наличие опасной зоны может быть связано с опасностью поражения электрическим током, с отравлением ядовитыми веществами, возникновением пожаров и так далее. При выборе средств защиты и безопасного места людей при выполнении машинами различных технологических операций наиболее важным условием является установление границ (размеров) опасной зоны. Повышение уровня безопасности осуществляется путем совершенствования машин, оборудования, объектов, технологических процессов уже на стадии их проектирования и подготовки высококвалифицированного обслуживающего персонала». [23]

На токарном станке с ЧПУ модели 16Б20ТМ (рисунок 6) выполняется токарная чистовая операция.



Рисунок 6 – Токарный станок с ЧПУ модели 16Б20ТМ

Оператор токарного станка устанавливает заготовку в приспособление, закрывает защитный экран на станке, чтоб образующаяся стружка не повредила ткани и глаза оператора. Затем оператор включает станок для обработки и тот выполняет обработку по заранее заданной программе ЧПУ.

На вертикально-фрезерном станке с ЧПУ модели ГФ-2171 (рисунок 7) выполняется операция фрезерования. Оператор фрезерного станка, также как и оператор токарного станка, устанавливает в приспособление заготовку, закрывает защитный экран на станке, чтоб образующаяся стружка не повредила ткани и глаза оператора. Затем оператор включает станок для обработки и тот выполняет обработку по заранее заданной программе ЧПУ.

Во время проведения обработки оператор станка обязан лишь следить за происходящим, чтоб не было никаких сбоев у отработки программы. В зону резания оператор лезть не должен. При возникновении каких-либо технических отклонений оператор должен отключить работу станка.



Рисунок 7 - Вертикально-фрезерный станок с ЧПУ модели ГФ-2171



Следующим опасным и вредным производственным фактором является испарение смазочно-охлаждающей жидкости.

Зона обработки на вертикально-фрезерном станке с ЧПУ модели ГФ-2171 является открытой, поэтому брызги СОЖ могут загрязнять экологическую ситуацию на рабочем месте.

Для установки заготовки на токарной чистовой операции 015 нами в работе спроектирован трехкулачковый самоцентрирующий патрон клинового типа, имеющий пневмопривод. Оператору, вставив заготовку в это приспособление, необходимо лишь нажать на кнопку для включения пневмопривода приспособления, чтобы запустить пневматическую систему на зажим. За счет механизации этого приспособления работа оператора токарного станка модели 16Б20ТМ стала более легкой, снимается возможность возникновения опасных производственных факторов, связанных с необходимостью механического зажима заготовки в приспособлении. Это мероприятие делает работу оператора станка более безопасной и уменьшает вспомогательное операционное время, что снижает производственные затраты.

В процессе обработке заготовок на металлорежущих станках, включая токарный станок с ЧПУ модели 16Б20ТМ и вертикально-фрезерный станок с ЧПУ модели ГФ-2171, возникают продукты отхода в виде металлической стружки. [6]

«Электробезопасность – это система организационных и технических мероприятий и средств, обеспечивающих защиту от вредного и опасного воздействия электрического тока, электрической дуги, электромагнитного поля и статического электричества». [23]

### **5.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков**

После завершения механической обработки партии заготовок необходимо проводить влажную уборку производственного помещения.

Металлическую стружку, образующуюся в накопителе станка, необходимо удалять из зоны обработки. Это касается и токарного станка и вертикально-фрезерного. Данную работу делает оператор станка. При этом

может возникнуть опасность поражения тканей кожного покрова оператора стружкой. Поэтому для удаления из зоны резания металлической стружки оператор должен использовать специальное приспособление - крючок.

Для централизованного сбора металлической стружки на машиностроительных предприятиях используют специальные контейнеры. По мере заполняемости этих контейнеров специальные службы увозят собранную металлическую стружку для утилизации и переработки для изготовления новых деталей.

Для минимизации возможного воздействия электрического тока на операторов станков с ЧПУ необходимо, чтобы у каждого металлообрабатывающего оборудования было заземление. Это снизит вероятность образования статического электричества. Также у каждого оператора станка под ногами должен быть резиновый диэлектрический коврик ГОСТ 4997-75 [9].

Для снижения влияния паров СОЖ на оператора станка в производственном цехе на участке должна быть организована вентиляция. Данные требования регулируются ГОСТ Р ЕН 13779-2007 [13].

СОЖ после подачи в зону обработки должна отводиться по специальным каналам, далее очищаться от загрязнений и использоваться заново для охлаждения зоны обработки. [13]

## **5.4 Обеспечение пожарной безопасности**

«Пожары и взрывы представляют собой сложные физико-химические процессы, которые генерируют широкий спектр опасных и вредных производственных факторов. К ним относятся пламя, высокая температура поверхностей и воздуха, ядовитые газы, дым, излучение, взрывы, обрушения горящих зданий, падающие предметы и другие». [23]

«Пожарная безопасность решает 4 задачи, непосредственно связанные с профилактикой и тушением пожаров: предупреждение пожаров, локализация пожаров, защита людей и материальных ценностей, тушение пожаров». [23]

«Показатели пожаро- и взрывоопасности веществ и материалов служат исходными данными для определения категории производства и разработки систем обеспечения пожарной безопасности в соответствии с требованиями ГОСТ 12.1.004-85 [4] и ГОСТ 12.1.010-76 [5]». [23]

«Одним из основных показателей пожаробезопасности, применяемых при классификации способности к горению веществ и материалов, является группа горючести». [23]

При производстве партии цанг для цанговых патронов на токарном станке с ЧПУ модели 16Б20ТМ и вертикально-фрезерном станке с ЧПУ модели ГФ-2171 используется смазочно-охлаждающая жидкость EFELE CF-624, которая является масляной жидкостью, изготовленная из нефтепродуктов. Она в процессе использования может воспламениться, что в конечном итоге может привести к образованию пожара.

Это относится классу пожара В: пожары, связанные с горением твердых горючих веществ и конструкционных материалов.

Если по каким-то причинам возник пожар оператору станка с ЧПУ необходимо выключить работу станка, при этом выключится поступление горючей жидкости в зону воспламенения. Для предотвращения возгорания рекомендуется использовать переносные огнетушители ГОСТ Р 51057-2001 [12] или пожарные напорные рукава ГОСТ Р 51049-2019 [11]. При этом из сопла под напором будет подаваться пена. Необходимо направить этот поток в очаг возгорания, при этом кислород перестанет поступать в зону горения и пожар прекратится.

## **5.5 Обеспечение экологической безопасности технического объекта**

Негативным экологическим фактором при работе на станках с ЧПУ, использующими СОЖ, является загрязнение рабочего места оператора парами смазочно-охлаждающей жидкости. Для снижения воздействия этих паров на дыхательную систему оператора станка необходимо правильная организация на рабочем месте системы вентиляции и кондиционирования воздуха.

В процессе обработки возникают отходы в виде металлической стружки. Данные отходы производства необходимо правильно утилизировать. На предприятиях машиностроения стружку принято собирать в контейнеры, а затем эту стружку перемещают на специальные участки, где подвергают прессованию и переплавке для изготовления новых заготовительных материалов.

Эти мероприятия осуществляются с одной стороны для улучшения экологической ситуации на рабочем месте, а с другой стороны для экономии ресурсов, в частности для экономии металла – ценной пружинной стали 65Г.

В этом разделе нами проанализированы модернизированные операции чистового точения и фрезерования заготовки для изготовления цанги цангового патрона, которые осуществляются на токарном станке с ЧПУ модели 16Б20ТМ и вертикально-фрезерном станке с ЧПУ модели ГФ-2171. При этом возникают опасные и вредные производственные факторы, которые нами были описаны в разделе. Для снижения воздействия этих факторов на организм операторов станков с числовым программным управлением, а также на экологическую ситуацию на рабочем месте и в цехе нами предложены мероприятия, которые уменьшат воздействие таких факторов и приведут к улучшению экологической ситуации на рабочем месте в частности и на предприятии в целом.

Также в данном разделе проанализирована пожарная ситуация на рабочем месте операторов станков с числовым программным управлением, определен класс возможного пожара и предложен перечень противопожарного оборудования, которым необходимо обеспечить рабочее место.

## 6 Экономическая эффективность работы

Все предыдущие разделы были посвящены совершенствованию технологического процесса изготовления цапги цапгового патрона. Поэтому в конце бакалаврской работы необходимо провести расчеты, связанные с экономической эффективностью, этих совершенствований.

Для этого, сначала необходимо дать краткое описание, внесенных в технологический процесс, изменений (рисунок 8).

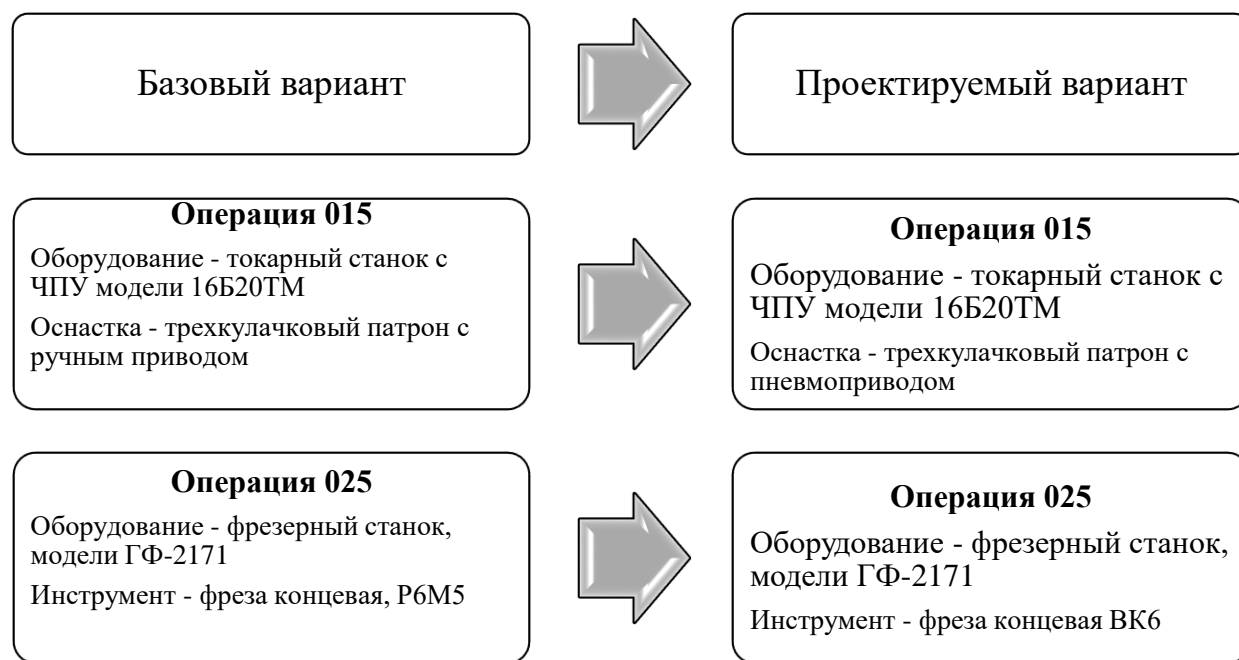


Рисунок 8 – Краткое описание внесенных в технологический процесс изменений

Как видно из рисунка 8, благодаря внесенным изменениям удалось достичь сокращения операционного времени, а следовательно уменьшения трудоемкости их выполнения. В совокупности, все изменения позволили сократить общую трудоемкость изготовления детали на 1,25 минуты.

Основываясь на описанных изменениях, будет осуществлен расчет значимых показателей, для подтверждения их экономической эффективности. Значимые показатели приведены на рисунке 9.

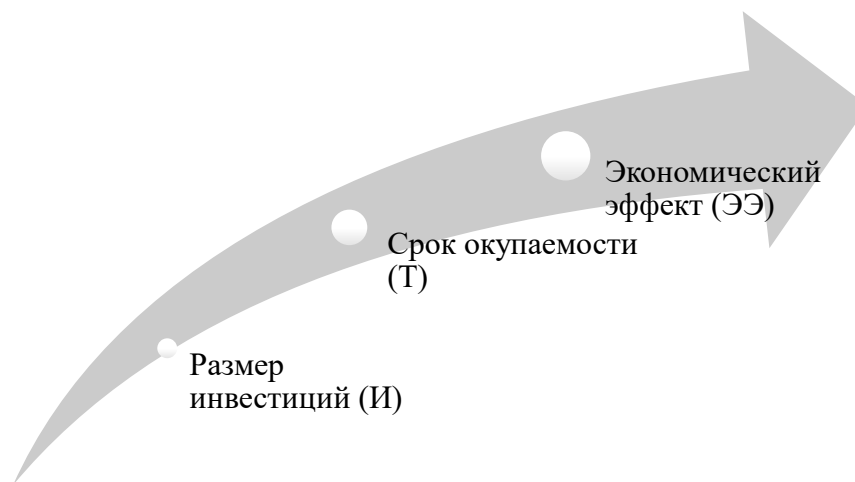


Рисунок 9 – Значимые показатели для подтверждения экономической эффективности изменений

Как видно из рисунка 9, отправной точкой в экономических расчетах является размер инвестиций. Именно этот показатель дает понимание в необходимых финансовых вливаниях в предложенные совершенствования. Для его определения используют специальную методику [20], которая позволяет учитывать все необходимые затраты в этот проект. Итоговый размер инвестиций и его детализация, представлен на рисунке 10.

Как видно из рисунка 10, весомую долю в инвестициях занимают затраты на проектирование ( $Z_{ПР}$ ), которые составляют 69,61 % от размера всех инвестиций. Кроме затрат на проектирование, предприятию необходимо будет осуществить существенные финансовые вложения в такую статью затрат, как «оснастка и инструмент ( $K_{ОИ}$ )». Ее доля в общем размере инвестиций составит 18,35 %, а это обосновывается необходимостью оснащения операций режущим инструментом и станочной оснасткой. Все остальные статьи затрат такой весомости в размере инвестиций не имеют, но малыми долями его увеличивают.

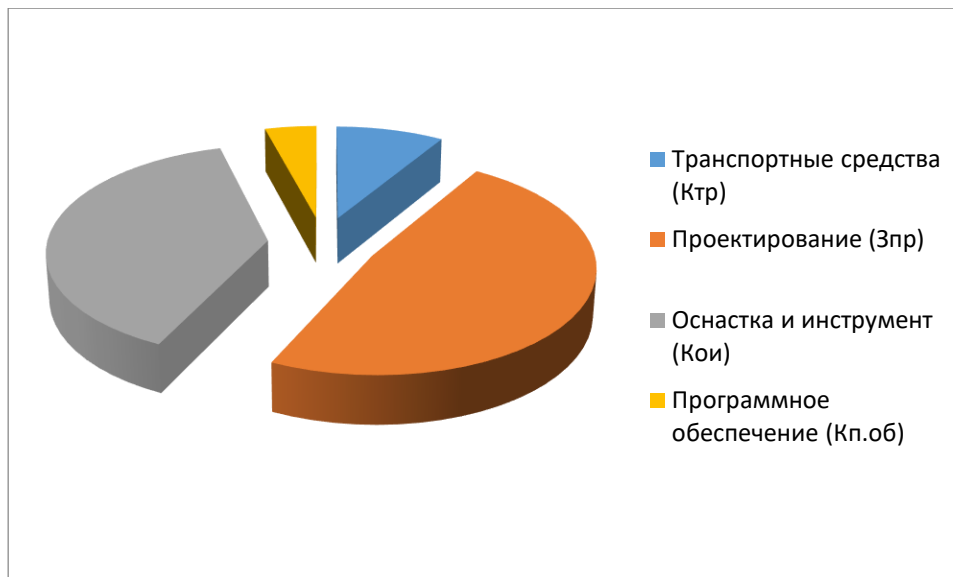


Рисунок 10 – Итоговый размер инвестиций и его детализация

Значение срока окупаемости можно рассчитать по формуле

$$T = \frac{И}{П_{чист}} + 1 \quad (32)$$

где « $P_{чист}$  – чистая ожидаемая прибыль, руб.» [20]

Этот показатель зависит от разности себестоимости изготовления детали до и после совершенствования технологического процесса ее изготовления ( $C_1 = 154,30$  руб. и  $C_2 = 123,60$  руб., соответственно). Также при его определении учитывается программа выпуска ( $П_r = 5000$  шт.). И кроме всего прочего, обязательно учитываются налоговые выплаты, которые предприятие вынуждено будет заплатить государству за полученную дополнительную прибыль. Значения себестоимости определялись по специальной методике [20] с применением программного обеспечения, такого как Microsoft Excel. Если учесть все вышеперечисленные показатели, то формулу (32) можно представить в развернутом формате в виде

$$T = \frac{И}{(C_1 - C_2) \cdot П_r \cdot (1 - K_{НАЛ})} + 1 \quad (33)$$

где « $K_{НАЛ}$  – коэффициент налогообложения, который, для юридических лиц, составляет 20 % или в абсолютной величине – 0,2» [20]

$$T = \frac{126645,44}{(154,30 - 123,60) \cdot 5000 \cdot (1 - 0,2)} + 1 = 2,031 = 3 \text{ года}$$

Экономический эффект определяется по формуле (34), которая тоже представлена в развернутом виде, чтобы показать наглядность расчетов.

$$\text{ЭЭ} = \left( \sum_1^T P_{\text{ЧИСТ}} \cdot \frac{1}{(1+E)^t} \right) - I \quad (34)$$

где « $E$  – процентная ставка на капитал;

$t$  – годы получения прибыли, в пределах принятого горизонта расчета»

[20]

$$\text{ЭЭ} = \left( 84116 \cdot \left( \frac{1}{(1 + 0,2)^1} + \frac{1}{(1 + 0,2)^2} \right) \right) - 126645,44 = 1865,11$$

Согласно проведенным расчетам, экономический эффект получен, его величина составляет 1865,11 руб. Поэтому предложенные совершенствования в технологический процесс можно считать целесообразными и обоснованными.



## Заключение

В результате проделанной работы нами спроектирован технологический процесс изготовления цанги.

На первом этапе работы нами описана конструкция цангового патрона и работа цанги в узле, выполнена классификация поверхностей цанги и обозначены наиболее важные поверхности. Далее рассмотрен материал, из которого изготовлена цанга, проведен анализ физико-механических свойств материала, а также рассмотрен вопрос технологичности конструкции цанги цангового патрона.

В технологической части работы выбран тип машиностроительного производства для изготовления цанги. Им оказалось среднесерийное производство, там же описаны особенности данного типа производства. Из двух наиболее подходящих типов заготовительного производства с помощью технико-экономического расчета принята штамповка. На самую точную поверхность цанги 3 выполнен расчет припусков. Далее спроектирован технологический процесс изготовления цанги и рассчитаны режимы резания на некоторые операции.

Для закрепления заготовки на токарной чистовой операции нами спроектирован патрон трехкулачковый. В отличие от патрона из базового варианта техпроцесса данное приспособление имеет пневматический привод, при помощи которого происходит автоматизированный зажим и разжим заготовки на операции. Данное мероприятие снижает вспомогательное время токарной операции, а это экономически выгодно.

Для фрезерной операции техпроцесса изготовления цанги спроектирован режущий инструмент, которым является концевая фреза. Этот инструмент, в отличие от базового варианта техпроцесса, изготовлен из твердого сплава, а не из быстрорежущей стали. Стойкость такого инструмента выше, поэтому это экономически выгодно.

## Список используемой литературы

1. Блюмштейн В.Ю. Проектирование технологической оснастки : учебное пособие для вузов / В.Ю. Блюмштейн, А.А. Клепцов. – 5-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2023. – 220 с.
2. Галимов Э.Р. Материаловедение для транспортного машиностроения : учебное пособие. – СПб. : Издательство «Лань», 2022. – 448 с.
3. 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.
4. ГОСТ 12.1.004-85. Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. – 83 с.
5. ГОСТ 12.1.010-76. Система стандартов безопасности труда. Взрывобезопасность. – 5 с.
6. ГОСТ 12.3.025-80. Система стандартов безопасности труда. Обработка металлов резанием. Требования безопасности. – 15 с.
7. ГОСТ 2590-2006. Прокат сортовой стальной горячекатаный круглый. Сортамент. – 10 с.
8. ГОСТ 4543-2016.Metalлопродукция из конструкционной легированной стали. Технические условия. – 53 с.
9. ГОСТ 4997-75. Ковры диэлектрические резиновые. Технические условия. – 19 с.
10. ГОСТ 7505-89. Поковки стальные штампованные. Допуски, припуски и кузнечные напуски. – 36 с.
11. ГОСТ Р 51049-2019. Техника пожарная. Рукава пожарные напорные. Общие технические требования. Методы испытаний. – 23 с.
12. ГОСТ Р 51057-2001. Техника пожарная. Огнетушители переносные. Общие технические требования. Методы испытаний. – 32 с.
13. ГОСТ Р ЕН 13779-2007. Вентиляция в нежилых зданиях. Технические требования к системам вентиляции и кондиционирования. – 82 с.

14. Евстифеев В.В. Разработка технологий производства деталей машин : методические указания к курсовой работе / В.В. Евстифеев, О.М.Кирасиров, А.А. Александров, [и др.]; СибАДИ. – 2-е изд., испр. и доп. – Омск : СибАДИ, 2023. – 48 с.
15. Зубарев Ю. М. Режущий инструмент : учебник для вузов / Ю.М. Зубарев, А.В. Вебер, М.А. Афанасенков ; Под общей редакцией Ю.М. Зубарева. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 432 с.
16. Клепиков В.В. Станочные приспособления : учебник / В.В. Клепиков, Н.М. Султан-заде, В.Ф. Солдатов, А.Г. Схортладзе. – Москва : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2023. – 319 с.
17. Кожевников Д.В. Резание материалов : учебник для вузов / Д.В.Кожевников, С.В. Кирсанов ; под общ. редакцией С.В. Кирсанова. – 3-е изд., стереотипное. – М. : Инновационное машиностроение, 2022. – 304 с.
18. Козлов А.А. Разработка технологических процессов изготовления деталей машин : учеб.-метод. пособие по выполнению курсовых проектов по дисциплине «Основы технологии машиностроения» / А.А. Козлов, И.В. Кузьмич. – Тольятти : ТГУ, 2008. – 152 с.
19. Копылов Ю.Р. Основы компьютерных цифровых технологий машиностроения : учебник / Ю.Р. Копылов. - Санкт-Петербург : Лань, 2022. – 496 с.
20. Краснопевцева И.В. Экономика и управление машиностроительным производством : электронное учеб.-метод. пособие / И.В. Краснопевцева, Н.В. Зубкова. – Тольятти : Изд-во ТГУ, 2014. – 184 с.
21. Либерман Я.Л. Расчет режимов резания при точении с учетом виброустойчивости технологической системы : учебное пособие / Я.Л. Либерман. – 3-е изд., испр. и доп. – Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2023. – 124 с.
22. Мартыновская С.Н. Технология машиностроения : учеб. пособие. Ч. 1 / С.Н. Мартыновская, В.И. Садовников ; СибГУ им. М.Ф. Решетнева. – Красноярск, 2020. – 148 с.

23. Попов А.А. Производственная безопасность : учебное пособие / под. общ. ред. А.А. Попова. – 2-е изд., испр. – СПб. : Издательство «Лань», 2022. – 432 с.
24. Режимы резания металлов: Справочник/ Ю.В.Барановский, Л.А.Брахман, А.И.Гадалевич и др. – М.: НИИТавтопром, 1995. – 456 с.
25. Романенко А.М. Режущий инструмент : учебное пособие / А.М.Романенко. – Кемерово : КузГТУ, 2012. – 103 с.
26. Справочник технолога-машиностроителя. В 2 т. Т. 1 / под ред. А.С. Васильева, А.А. Кутина. 7-е изд. испр. – М. : Инновационное машиностроение, 2023. – 756 с.
27. Тимирязев В.А. Проектирование технологических процессов машиностроительных производств : учебник / В.А. Тимирязев, А.Г.Схиртладзе, Н.П. Солнышкин, С.И. Дмитриев. - СПб. : Издательство «Лань», 2022. – 384 с.
28. Шишкин В. П. Основы проектирования станочных приспособлений: теория и задачи : учебное пособие / В.П. Шишкин, В.В. Закураев, А.Е. Беляев. — Москва : НИЯУ МИФИ, 2010. — 288 с.







Продолжение таблицы А.1

ГОСТ 3.1118-82 Форма 1а

Дубл.	Взам.	Годп.											Лист 4				
цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции	Обозначение документа	СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпз.	Тшт.	
А01	XX. XX. XX.	045	4131	Круглошлифовальная черновая	ИОГ XXX												
Б02	381311	Круглошлифовальный 3М193				1	18873	322	1	1	1	118	1	10	10	2,46	
О03	Шлифовать поверхность 3, выдерживая размеры Ø56, 5-0,074 мм.																
Т04	396171 Патрон поводковый ГОСТ 24351-80; XXXXXX Палец технологический;																
Т05	398110 Шлифовальный круг ГОСТ Р 52781-2007; XXXXXX Калибр-скоба.																
А09	XX. XX. XX.	050	4132	Внутришлифовальная чистовая	ИОГ XXX												
Б10	381521	Внутришлифовальный 3К228А				1	18873	322	1	1	1	118	1	9	9	2,30	
О11	Шлифовать поверхность 10, выдерживая размеры Ø48 <sup>+0,062</sup> мм и α=5°±2'.																
Т12	396171 Патрон поводковый ГОСТ 24351-80; XXXXXX Технологический палец;																
Т13	398110 Шлифовальный круг ГОСТ Р 52781-2007; 393120 Пробка предельная.																
А01	XX. XX. XX.	055	4131	Круглошлифовальная чистовая	ИОГ XXX												
Б02	381311	Круглошлифовальный 3М193				1	18873	322	1	1	1	118	1	10	10	2,21	
О03	Шлифовать поверхность 3, выдерживая размеры Ø56, 4-0,074 мм.																
Т04	396171 Патрон поводковый ГОСТ 24351-80; XXXXXX Палец технологический;																
Т05	398110 Шлифовальный круг ГОСТ Р 52781-2007; XXXXXX Калибр-скоба.																
МК																	



