

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 фрезерной оправки

Обучающийся

К.С. Володин

(Инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

к.т.н., 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 фрезерной оправки.

Автор: Володин Константин Сергеевич.

В выпускной работе спроектирован технологический процесс изготовления фрезерной оправки.

На первом этапе работы была проанализирована конструкция фрезерной оправки, проведен анализ материала, из которого выполнена фрезерная оправка, и его свойств, а также выполнен анализ конструкции детали на технологичность.

На втором этапе выполнения работы выбран тип машиностроительного производства для изготовления оправки. 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 оправки выполнен расчет припусков. Далее спроектирован технологический процесс изготовления оправки и рассчитаны режимы резания на некоторые операции.

Для закрепления заготовки на фрезерной операции нами спроектированы тиски. В отличие от тисков из базового варианта техпроцесса данное приспособление имеет гидравлический привод, при помощи которого происходит автоматизированный зажим и разжим заготовки на операции. Данное мероприятие снижает вспомогательное время токарной операции, а это экономически выгодно.

Для сверлильной операции техпроцесса изготовления оправки спроектирован режущий инструмент, которым является коническая развертка.

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.....	9
2 Технологическая часть.....	11
2.1 Определение типа производства.....	11
2.2 Выбор стратегии разработки техпроцесса.....	11
2.3 Выбор метода получения заготовки.....	12
2.4 Выбор методов обработки.....	14
2.5 Определение припусков.....	21
2.6 Назначение режимов обработки.....	24
3 Проектирование приспособления.....	27
3.1 Исходные данные.....	28
3.2 Силовой расчет.....	28
4 Проектирование режущего инструмента.....	31
4.1 Исходные данные.....	31
4.2 Проектирование развертки.....	33
5 Безопасность и экологичность технического объекта.....	35
5.1 Конструктивно-технологическая и организационно- техническая характеристика рассматриваемого технического объекта.....	36
5.2 Идентификация профессиональных рисков.....	37
5.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков	40
5.4 Обеспечение пожарной безопасности.....	41
5.5 Обеспечение экологической безопасности технического объекта.....	42

6 Экономическая эффективность.....	44
Заключение.....	48
Список используемой литературы.....	49
Приложение А. Маршрутные карты.....	52

Введение

Производство станков в России на сегодняшний день является одним из тех направлений, которое поддерживается современным правительством. До недавнего времени эта промышленность была в упадке из-за закупок и использования импортных станков и систем. Сейчас же из-за санкций и ограничений закупка оборудования зарубежного производства ограничена. Поэтому в развитие отечественных производств станочных систем вкладываются большие финансы со стороны правительства страны.

В машиностроении отдельное очень важное место занимает производство различных приспособлений. От производства приспособлений зависит работоспособность и производительность станочных систем. Эта отрасль производит универсальные и специализированные приспособления для металлорежущих и других видов станков. Специальные же приспособления производятся на собственных мощностях промышленных предприятий.

Фрезерные станки составляют одну из самых больших групп металлорежущих станков. Они отличаются разнообразием компоновок. Для каждого типа фрезерных станков характерны свои наборы приспособлений, которые на них используются.

Оправки используются на горизонтально- и вертикально-фрезерных станках. Эти приспособления относятся к специализированным. Оправки предназначены для установки на них режущих инструментов – фрез, которыми ведут обработку на фрезерном станке. Оправка крепится на шпинделе станка и получает от шпинделя вращение. Далее она передает вращение закрепленным на ней фрезам.

Целью данной работы является проектирование техпроцесса изготовления фрезерной оправки заданного качества с минимальными затратами, согласно утвержденной программе выпуска.

1 Анализ исходных данных

«Наладка фрезерного станка при одноинструментальной обработке состоит из фрезы и вспомогательного инструмента, с помощью которого фреза крепится к шпинделю, а также эскиза заготовки на данной операции. На горизонтально-фрезерных станках для цилиндрических и дисковых фрез используются оправки с промежуточными кольцами (рисунок 1,а)». [18]

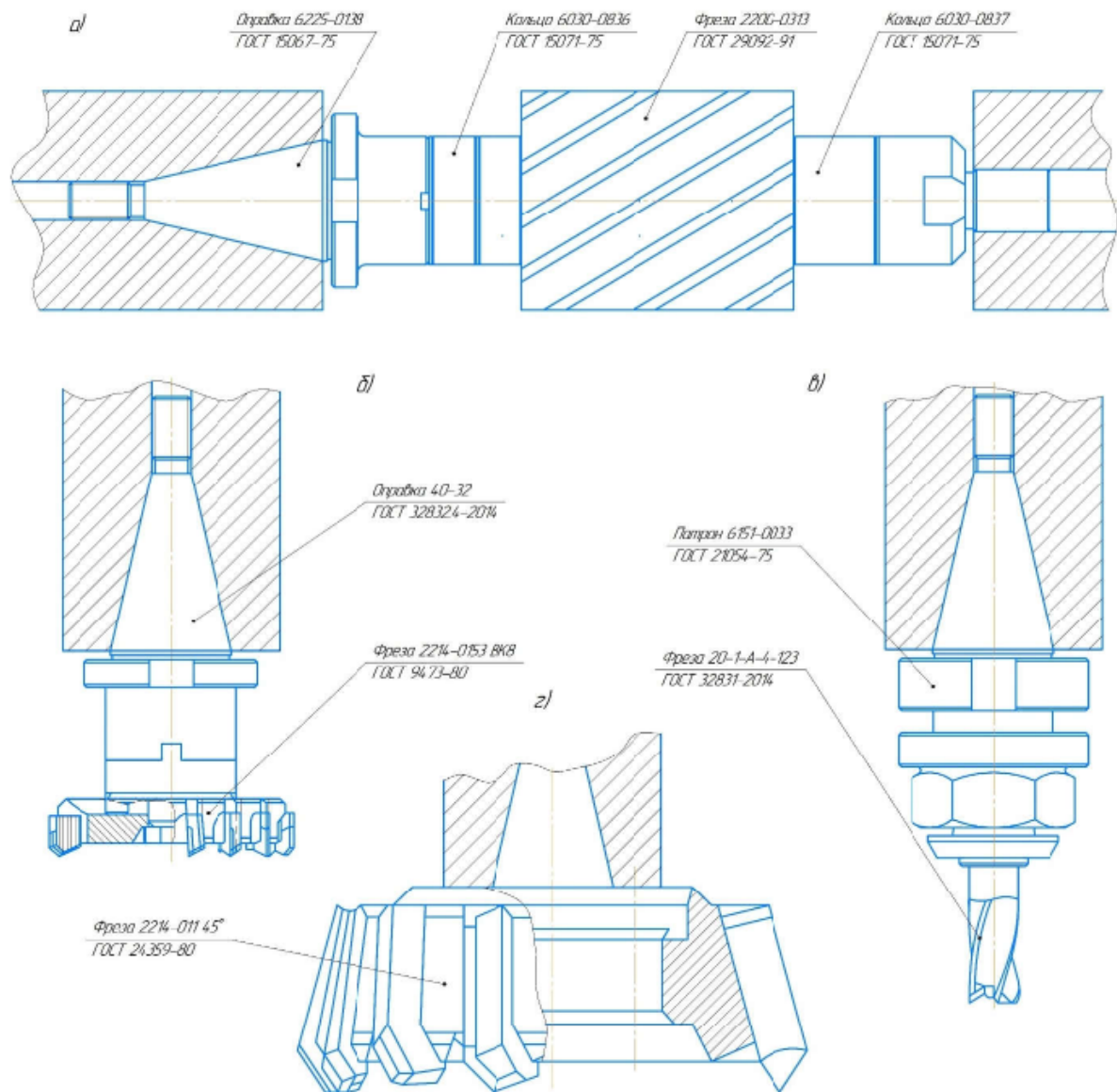


Рисунок 1 – Инструментальные наладки

«Шпиндельные оправки используются на горизонтально- и вертикально-фрезерных станках для крепления торцовых и дисковых фрез (рисунок 1,б). Концевые фрезы с цилиндрическим или коническим хвостовиком крепятся в шпинделе фрезерного станка с помощью соответствующих патронов (рисунок 1,в). Торцовые фрезы крепятся винтами непосредственно к шпинделю станка. Крутящий момент передается с помощью шпонки (рисунок 1,г)». [18]

1.1 Назначение и условия работы детали

Оправки используются на горизонтально- и вертикально-фрезерных станках. Эти приспособления относятся к специализированным. Оправки предназначены для установки на них режущих инструментов – фрез, которыми ведут обработку на фрезерном станке. Оправка крепится на шпинделе станка и получает от шпинделя вращение. Далее она передает вращение закрепленным на ней фрезам.

1.2 Классификация поверхностей детали

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

Исполнительной поверхностью оправки является внутренняя поверхность (20) с инструментальным конусом, которая предназначена для установки инструмента.

Основной конструкторской базой оправки является наружный конус (3), которым оправка воспринимает вращательный момент от шпинделя станка.

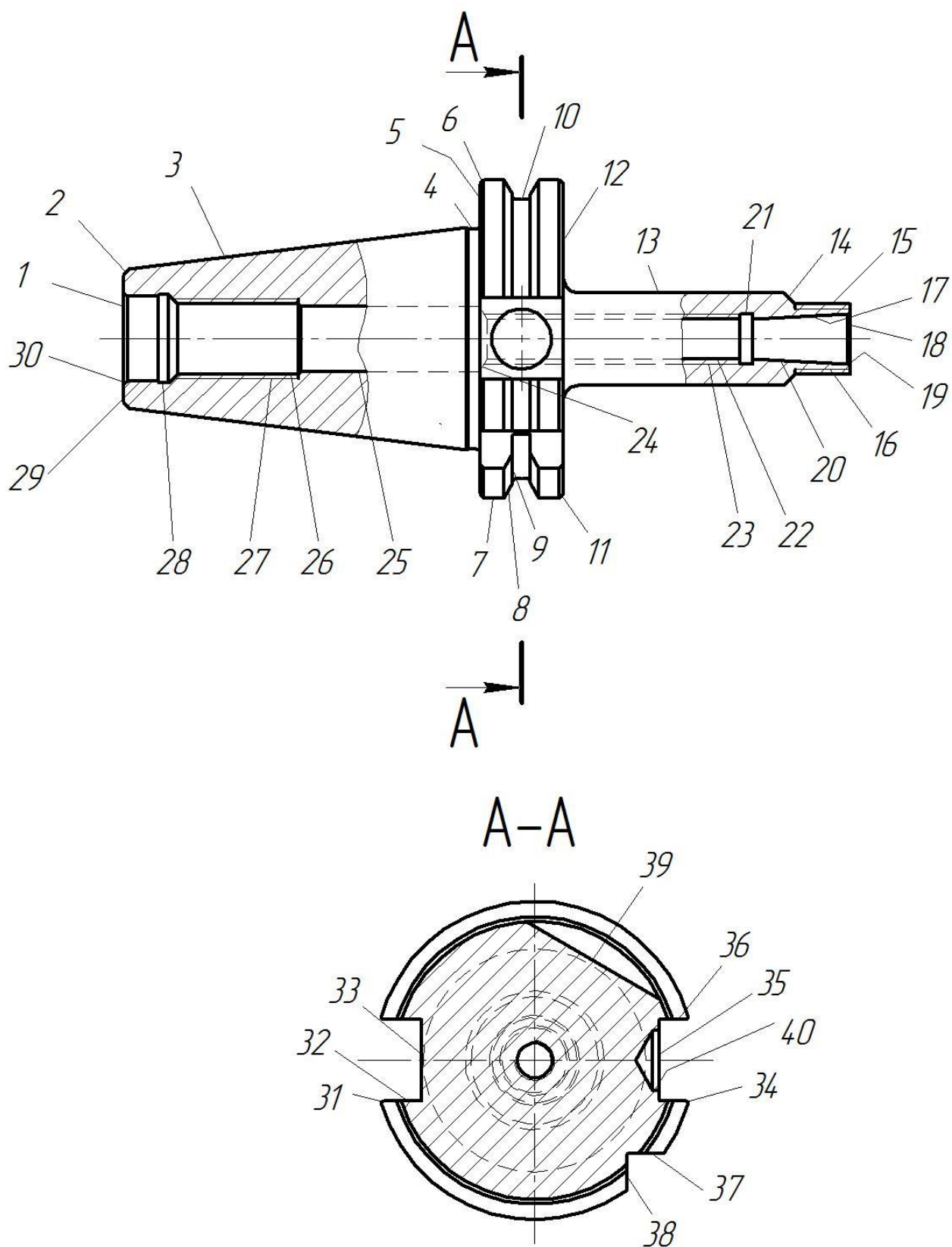


Рисунок 2 - Классификация поверхностей

Вспомогательными конструкторскими базами оправки является поверхности (36) и (32), которыми осуществляется настройка оправки на

угол, также резьбовые поверхности (15), (23) и (27), поверхности (37), (38), торец (1) и поверхность (40).

Оставшиеся поверхности – свободные.

1.3 Анализ требований к поверхностям детали

Материалом оправки является сталь 19ХГН ГОСТ 4543-2016 [8], которая содержит около 0,19% углерода (С), около 1% хрома (Cr), обозначенное в маркировке стали буквой Х, около 1% марганца (Mn), обозначенное буквой Г, около 1% никеля (Ni), обозначенное буквой Н, остальным в составе является железо (Fe) и примеси.

Физико-механические свойства стали 19ХГН представлены в таблице 1.

Таблица 1 - Физико-механические свойства стали 19ХГН

σ_B	НВ	ψ	δ_5	σ_T
МПа	не более	%	%	МПа
700	187	50	14	590

«Легирующие элементы (от лат. *ligo* - связываю) специально вводят в сталь для достижения требуемых свойств. Легирующие элементы могут образовывать следующие фазы:

- твердые растворы (например, Mn и Ni в Fe);
- легированный цементит или специальные карбиды ((Fe, Cr)₃C, W₃C и другие);
- интерметаллические соединения (Fe₃Ti, Fe₇W₆ и другие)». [22]

«Все легирующие элементы так или иначе влияют на диаграмму железо – цементит. Так, Mn и Ni расширяют область существования аустенита, делая его устойчивым вплоть до комнатной температуры, и сужают область феррита. При достаточно большом содержании этих элементов сталь при комнатной температуре имеет аустенитную структуру (и

становится парамагнитной). Никель является единственным элементом, который повышает прочность, пластичность и вязкость сталей. [22]

«Cr, Mo, W, Nb, V, Zr и Ti образуют с углеродом высокопрочные твердые карбиды (чем правее металл в этом ряду, тем прочнее карбид). Путем введения этих элементов сталь можно сделать более износостойкой и жаропрочной. Наиболее важное значение имеют карбиды вольфрама, молибдена и титана, которые устойчивы при температурах до 600...1000°C. На основе этих карбидов изготавливают быстрорежущие стали и твердые сплавы, используемые при изготовлении резцов, фрез, сверл и так далее». [22]

«Никель в большинстве случаев является полезной примесью, поступающей из металлолома; повышает прочность, пластичность и вязкость железоуглеродистых сплавов». [22]

«Исходя из структуры, получаемой после охлаждения на воздухе небольших образцов, нагретых до температуры 900°C, различают следующие классы легированных сталей: перлитный, бейнитный, мартенситный, ферритный, аустенитный и карбидный (ледебуритный)». [22]

«Стали перлитного и бейнитного класса содержат сравнительно небольшое количество легирующих элементов; мартенситные – больше, а ферритные, аустенитные и карбидные – еще большее количество легирующих элементов». [22]

Анализируя чертеж оправки, мы видим, что все поверхности довольно доступны для подхода режущего инструмента и контрольного инструмента, имеются канавки (поверхности 4 и 21) для выхода режущего инструмента при их обработке, конструкция не является особенно сложной, поэтому делаем вывод о достаточной технологичности конструкции оправки.

2 Технологическая часть

2.1 Определение типа производства

«В зависимости от потребностей различные изделия машиностроительного производства изготавливают в различных количествах. Одни изделия на предприятии изготавливают в одном экземпляре, другие – сотнями тысяч штук». [22]

«В зависимости от номенклатуры и объема выпуска изделий различают три основных типа производства: единичное, серийное и массовое. Серийное производство делят на мелкосерийное, среднесерийное и крупносерийное». [22]

В нашей работе будем принимать тип машиностроительного производства на основе двух параметров, таких как масса оправки $m = 1,1$ кг и годовая программа выпуска $N = 5000$ штук. Исходя из этих параметров, принимаем среднесерийный тип производства.

2.2 Выбор стратегии разработки технологического процесса

«Характерным признаком серийного производства является выполнение на рабочих местах относительно небольшого числа периодически повторяющихся операций. В серийном производстве используют как специальные средства технологического оснащения, так и универсальные. Оборудование в цехах располагают по ходу технологического процесса или по его типам. Технологические процессы в серийном производстве разрабатываются подробно. Квалификация основных рабочих в целом ниже, чем в единичном производстве, но остается высокой, например при работе на станках с ЧПУ». [22]

2.3 Выбор метода получения заготовки

«Исходные заготовки различают по виду, отражающему базовую технологию их изготовления. Выделяют следующие виды исходных заготовок:

- отливки;
- поковки, получаемые ковкой и штамповкой;
- прокат;
- сварные заготовки;
- заготовки, получаемые методами порошковой металлургии». [22]

Исходные заготовки каждого вида могут быть получены одним или несколькими методами. Например, отливка может быть получена литьем в песчаные формы, под давлением, в кокиль и так далее». [22]

«Литьем получают заготовки практически любых размеров как простой, так и очень сложной конфигурации практически из всех металлов и сплавов. Обработкой давлением (прокатка, ковка, штамповка) получают заготовки из металлов и сплавов, обладающих необходимой пластичностью. Сварные заготовки получают из отдельных составных элементов, полученных из проката, литьем или штамповкой путем их сварки. Методами порошковой металлургии получают заготовки, материала которых обладает специальными, часто уникальными физико-механическими свойствами (керамика, твердые сплавы и другие». [22]

«Определяющими при выборе вида и метода получения исходной заготовки является обеспечение требуемого уровня физико-механических свойств материала детали, который зависит и характера и интенсивности нагрузок на нее в процессе эксплуатации изделия». [22]

Для получения заготовки такого вида наиболее подходят прокат или штамповка: масса штампованной [10] заготовки – 1,5 кг, масса заготовки из проката [7] – 3,9 кг.

«Рассчитаем стоимость срезания 1 кг стружки при механической обработке

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

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

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

«Рассчитаем стоимость 1 кг заготовки, полученной штамповкой

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

где $C_{\text{ум}} = 0,315; k_m = 0,9; k_c = 0,84; k_g = 1,14; k_m = 1,0; k_n = 1,0$ ». [15]

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

«Рассчитаем технологическую себестоимость изготовления детали, полученной штамповкой

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

где $Q_{\text{ум}} = 1,5; q = 1,1$ кг - массы заготовки и детали;

$$C_{\text{отх}} = 0,0144 \text{ руб/кг} \text{»}. [15]$$

$$C_{\text{ми}} = 0,2715 \cdot 1,5 + 0,6578(1,5 - 1,1) - (1,5 - 1,1)0,0144 = 0,6646 \text{ руб.}$$

«Рассчитаем технологическую себестоимость изготовления детали, полученную прокатом

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

где $Q_{\text{пр}} = 3,9; q = 1,1$ кг;

$$C_{\text{отх}} = 0,0144 \text{ руб/кг} \text{»}. [15]$$

$$C_{\text{мн}} = 0,1219 \cdot 3,9 + 0,6578(3,9 - 1,1) - 0,0144(3,9 - 1,1) = 2,2769 \text{ руб.}$$

По себестоимости наиболее экономичным является вариант, полученный штамповкой, поэтому выбираем его.

2.4 Выбор методов обработки

«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]

Поверхность 1 по форме является плоской торцовой. Параметр шероховатости данной поверхности Ra 3,2. Необходимая точность поверхности, заданная чертежом, $IT9$. Исходя из этих параметров, назначаем следующие методы обработки поверхности: центrovально-подрезная обработка.

Поверхность 2 по форме является наружной конической. 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 наружной конической. Параметр шероховатости данной поверхности Ra 0,2. Необходимая точность поверхности, заданная чертежом, $IT6$. Исходя из этих параметров, назначаем

следующие методы обработки поверхности: точение черновое и чистовое, шлифование черновое и чистовое, полирование.

Поверхность 4 по форме является наружной цилиндрической. 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 5 по форме является плоской торцовой. Параметр шероховатости данной поверхности Ra 0,8. Необходимая точность поверхности, заданная чертежом, IT7. Исходя из этих параметров, назначаем следующие методы обработки поверхности: точение черновое и чистовое.

Поверхность 6 по форме является наружной конической. 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 наружной цилиндрической. Параметр шероховатости данной поверхности Ra 0,8. Необходимая точность поверхности, заданная чертежом, IT7. Исходя из этих параметров, назначаем следующие методы обработки поверхности: точение черновое и чистовое.

Поверхность 8 по форме является наружной конической. 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 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 10 по форме является наружной цилиндрической. 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 11 по форме является наружной конической. 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 12 по форме является плоской торцовой. Параметр шероховатости данной поверхности Ra 0,8. Необходимая точность поверхности, заданная чертежом, IT7. Исходя из этих параметров, назначаем следующие методы обработки поверхности: точение черновое и чистовое.

Поверхность 13 по форме является наружной цилиндрической. 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 14 по форме является наружной конической. 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 15 по форме является наружной цилиндрической. 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, шлифование черновое и чистовое.

Поверхность 16 по форме является наружной цилиндрической. 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, резьбонарезание.

Поверхность 17 по форме является внутренней конической. Параметр шероховатости данной поверхности Ra 0,8. Необходимая точность поверхности, заданная чертежом, IT6. Исходя из этих параметров, назначаем следующие методы обработки поверхности: точение черновое и чистовое, шлифование черновое и чистовое.

Поверхность 18 по форме является плоской торцовой. Параметр шероховатости данной поверхности Ra 3,2. Необходимая точность поверхности, заданная чертежом, IT9. Исходя из этих параметров, назначаем следующие методы обработки поверхности: центrovально-подрезная обработка.

Поверхность 19 по форме является внутренней конической. 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 20 по форме является внутренней конической. Параметр шероховатости данной поверхности Ra 0,8. Необходимая точность поверхности, заданная чертежом, IT6. Исходя из этих параметров, назначаем следующие методы обработки поверхности: точение черновое и чистовое, шлифование черновое и чистовое.

Поверхность 21 по форме является внутренней цилиндрической. 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 22 по форме является внутренней цилиндрической. 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 23 по форме является внутренней цилиндрической. 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, резьбонарезание.

Поверхность 24 по форме является внутренней конической. 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 25 по форме является внутренней цилиндрической. 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 26 по форме является внутренней цилиндрической. 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 27 по форме является внутренней цилиндрической. 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, резьбонарезание.

Поверхность 28 по форме является внутренней цилиндрической. 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 29 по форме является внутренней цилиндрической. 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 30 по форме является внутренней конической. 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 31 по форме является плоской. Параметр шероховатости данной поверхности Ra 3,2. Необходимая точность поверхности, заданная чертежом, IT14. Исходя из этих параметров, назначаем следующие методы обработки поверхности: фрезерование.

Поверхность 32 по форме является плоской. Параметр шероховатости данной поверхности Ra 3,2. Необходимая точность поверхности, заданная чертежом, IT14. Исходя из этих параметров, назначаем следующие методы обработки поверхности: фрезерование.

Поверхность 33 по форме является плоской. Параметр шероховатости данной поверхности Ra 3,2. Необходимая точность поверхности, заданная чертежом, IT14. Исходя из этих параметров, назначаем следующие методы обработки поверхности: фрезерование.

Поверхность 34 по форме является плоской. Параметр шероховатости данной поверхности Ra 3,2. Необходимая точность поверхности, заданная

чертежом, IT14. Исходя из этих параметров, назначаем следующие методы обработки поверхности: фрезерование.

Поверхность 35 по форме является плоской. Параметр шероховатости данной поверхности Ra 3,2. Необходимая точность поверхности, заданная чертежом, IT14. Исходя из этих параметров, назначаем следующие методы обработки поверхности: фрезерование.

Поверхность 36 по форме является плоской. Параметр шероховатости данной поверхности Ra 3,2. Необходимая точность поверхности, заданная чертежом, IT14. Исходя из этих параметров, назначаем следующие методы обработки поверхности: фрезерование.

Поверхность 37 по форме является плоской. Параметр шероховатости данной поверхности Ra 3,2. Необходимая точность поверхности, заданная чертежом, IT14. Исходя из этих параметров, назначаем следующие методы обработки поверхности: фрезерование.

Поверхность 38 по форме является плоской. Параметр шероховатости данной поверхности Ra 3,2. Необходимая точность поверхности, заданная чертежом, IT14. Исходя из этих параметров, назначаем следующие методы обработки поверхности: фрезерование.

Поверхность 39 по форме является плоской. Параметр шероховатости данной поверхности Ra 3,2. Необходимая точность поверхности, заданная чертежом, IT14. Исходя из этих параметров, назначаем следующие методы обработки поверхности: фрезерование.

Поверхность 40 по форме является внутренней цилиндрической. Параметр шероховатости данной поверхности Ra 3,2. Необходимая точность поверхности, заданная чертежом, IT14. Исходя из этих параметров, назначаем следующие методы обработки поверхности: сверление.

2.5 Определение припусков

«В целях ликвидации или уменьшения погрешностей и обеспечения тех требований к детали, которые были обусловлены конструктором, обработку некоторых элементарных поверхностей детали иногда приходится производить в несколько переходов или операций, предусматривая для каждого перехода (или операции) соответствующий припуск». [26]

«Припуск – слой материала, который необходимо удалить с поверхности в целях обеспечения заданных свойств обработанной поверхности. Примечание: к свойствам обрабатываемого предмета труда или его поверхности относятся размеры, формы, твердость, шероховатость и так далее». [26]

«Установление оптимальных припусков на обработку имеет существенное технико-экономическое значение при разработке технологических процессов изготовления деталей машин. Преувеличенные припуски вызывают перерасход материала при изготовлении деталей и необходимость введения дополнительных переходов, увеличивают трудоемкость и соответственно себестоимость изготовления деталей. Уменьшенные припуски не обеспечивают удаление дефектных слоев и получение требуемой точности и шероховатости поверхности. В результате недостаточных припусков возрастает брак, что повышает себестоимость изделия». [26]

Рассчитаем припуски на обработку поверхности 16, имеющей следующие параметры $\varnothing 44,45 \pm 0,01$, $L = 71$ мм; $Ra = 0,2$ мкм расчетно-аналитическим методом.

«Найдем суммарное отклонение формы и расположения поверхностей (мм)

$$\Delta = 0,25 \cdot Td \text{ ». [23] (5)}$$

$$\Delta_0 = 0,25 \cdot 1,8 = 0,450.$$

$$\Delta_{01} = 0,25 \cdot 0,250 = 0,063.$$

$$\Delta_{02} = 0,25 \cdot 0,062 = 0,016.$$

$$\Delta_{TO} = 0,25 \cdot 0,100 = 0,025.$$

$$\Delta_{03} = 0,25 \cdot 0,039 = 0,010.$$

$$\Delta_{04} = 0,25 \cdot 0,020 = 0,005.$$

$$\Delta_{05} = 0,25 \cdot 0,020 = 0,005.$$

«Вычислим максимальное и минимальное значение припуска (мм)

$$Z_{\min} = a_{i-1} + \sqrt{(\Delta_{i-1})^2 + \varepsilon_i^2}; \quad (6)$$

$$Z_{i\max} = Z_{i\min} + 0,5(Td_{i-1} + Td_i) \rangle. [23] \quad (7)$$

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

$$Z_{2\min} = a_1 + \sqrt{(\Delta_1)^2 + \varepsilon_2^2} = 0,2 + \sqrt{0,063^2 + 0} = 0,263.$$

$$Z_{3\min} = a_2 + \sqrt{(\Delta_{\partial 0})^2 + \varepsilon_3^2} = 0,25 + \sqrt{0,04^2 + 0,012^2} = 0,292.$$

$$Z_{4\min} = a_3 + \sqrt{(\Delta_3)^2 + \varepsilon_4^2} = 0,039 + \sqrt{0,0038^2 + 0} = 0,077.$$

$$Z_{5\min} = a_4 + \sqrt{(\Delta_4)^2 + \varepsilon_5^2} = 0,03 + \sqrt{0,025^2 + 0} = 0,055.$$

$$Z_{1\max} = Z_{1\min} + 0,5(Td_0 + Td_1) = 0,801 + 0,5(1,6 + 0,25) = 1,714.$$

$$Z_{2\max} = Z_{2\min} + 0,5(Td_1 + Td_2) = 0,263 + 0,5(0,200 + 0,100) = 0,413.$$

$$Z_{3\max} = Z_{3\min} + 0,5(Td_2 + Td_3) = 0,292 + 0,5(0,15 + 0,025) = 0,379.$$

$$Z_{4\max} = Z_{4\min} + 0,5(Td_3 + Td_4) = 0,077 + 0,5(0,025 + 0,02) = 0,099.$$

$$Z_{5\max} = Z_{5\min} + 0,5(Td_4 + Td_5) = 0,055 + 0,5(0,02 + 0,02) = 0,075.$$

Определим значения размеров на каждом переходе (мм)

$$d_{5\min} = 44,440.$$

$$d_{5\max} = 44,460.$$

$$d_{4\min} = d_{5\max} + 2 \cdot Z_{5\min} = 44,460 + 2 \cdot 0,055 = 44,570.$$

$$d_{4\max} = d_{4\min} + Td_4 = 44,570 + 0,020 = 44,590.$$

$$d_{3\min} = d_{4\max} + 2 \cdot Z_{4\min} = 44,590 + 2 \cdot 0,077 = 44,744.$$

$$d_{3\max} = d_{3\min} + Td_3 = 44,744 + 0,020 = 44,764.$$

$$d_{TO\min} = d_{3\max} + 2 \cdot Z_{3\min} = 44,764 + 2 \cdot 0,292 = 45,348.$$

$$d_{TO\max} = d_{TO\min} + Td_{TO} = 45,348 + 0,150 = 45,498.$$

$$d_{2\min} = d_{TO\max} \cdot 0,999 = 45,348 \cdot 0,999 = 45,303.$$

$$d_{2\max} = d_{2\min} + Td_2 = 45,303 + 0,150 = 45,453.$$

$$d_{1\min} = d_{2\max} + 2 \cdot Z_{2\min} = 45,453 + 2 \cdot 0,263 = 45,979.$$

$$d_{1\max} = d_{1\min} + Td_1 = 45,979 + 0,250 = 46,229.$$

$$d_{0\min} = d_{1\max} + 2 \cdot Z_{1\min} = 46,229 + 2 \cdot 0,801 = 47,831.$$

$$d_{0\max} = d_{0\min} + Td_0 = 47,831 + 1,600 = 49,431.$$

«Определим средние значения размеров на каждом переходе (мм)

$$d_{cpi} = 0,5(d_{i\max} + d_{i\min})». [23] \quad (8)$$

$$d_{cp0} = 0,5(d_{0\max} + d_{0\min}) = 0,5(49,431 + 47,831) = 48,631.$$

$$d_{cp1} = 0,5(d_{1\max} + d_{1\min}) = 0,5(46,229 + 45,979) = 46,104.$$

$$d_{cp2} = 0,5(d_{2\max} + d_{2\min}) = 0,5(45,453 + 45,303) = 45,378.$$

$$d_{cp3} = 0,5(d_{3\max} + d_{3\min}) = 0,5(44,744 + 44,764) = 44,754.$$

$$d_{cp4} = 0,5(d_{4\max} + d_{4\min}) = 0,5(44,57 + 44,59) = 44,58.$$

$$d_{cp5} = 0,5(d_{5\max} + d_{5\min}) = 0,5(44,44 + 44,46) = 44,45.$$

«Определим общий припуск на обработку (мм)

$$2Z_{\min} = d_{4\min} - d_{0\max} \rangle. [23] \quad (9)$$

$$2Z_{\min} = 47,831 - 44,46 = 3,371.$$

$$\langle 2Z_{\max} = 2Z_{\min} + Td_0 + Td_4 \rangle. [23] \quad (10)$$

$$2Z_{\max} = 3,371 + 1,6 + 0,02 = 4,991.$$

$$\langle 2Z_{cp} = 0,5(2Z_{\min} + 2Z_{\max}) \rangle. [23] \quad (11)$$

$$2Z_{cp} = 0,5(3,371 + 4,991) = 4,181.$$

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

2.6 Назначение режимов обработки

«Режимы резания являются основной любого технологического процесса, и их назначение служит одним из главных условий создания эффективных и ресурсосберегающих технологий машиностроительного и приборостроительного производства. Как известно, к элементам режимов резания относят глубину резания, подачу, скорость и силу резания, необходимые для выполнения рабочего перехода технологической операции механической обработки детали. Назначение режимов резания может быть выполнено двумя способами:

- расчетно-аналитическим методом (по эмпирическим формулам);
- статистическим методом (по справочным таблицам)». [17]

«Независимо от выбранного способа, параметры режимов резания назначают таким образом, чтобы достичь наибольшей производительности труда при наименьшей себестоимости данной технологической операции. Эти условия удастся выполнить при работе инструментом рациональной конструкции, с экономически целесообразной геометрией его режущей части, с максимальным использованием всех эксплуатационных возможностей станка». [17]

«Расчеты режимов резания целесообразно сравнить с нормативными данными, что позволит сделать заключение о соответствии результатов назначения режимов резания обоими методами». [17]

2.6.1 Расчет режимов резания для операции 30.

Ширина обработки $B = 16,2$ мм, подача $S_z = 0,01$ мм. [20]

«Подача на зуб

$$S_z = S_{zT} \cdot K_{S1} \cdot K_{S2} \cdot K_{S3}, \quad (12)$$

где $K_{S1} = 0,85; K_{S2} = 0,57; K_{S3} = 0,25$ ». [20]

$$S_z = 0,01 \cdot 0,85 \cdot 0,57 \cdot 0,25 = 0,002, \text{ мм/зуб.}$$

Скорость резания

$$V_p = V_T \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3, \quad (13)$$

где $V_T = 48; K_1 = 1; K_2 = 1,15; K_3 = 0,8$ ». [20]

$$V_p = 48 \cdot 1 \cdot 1,15 \cdot 0,8 = 44,2 \text{ м/мин.}$$

Частота вращения

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}. \quad (14)$$

$$n = \frac{1000 \cdot 44,2}{3,14 \cdot 16,2} = 869, \text{ мин}^{-1}.$$

$$n = 800 \text{ мин}^{-1}.$$

$$V_\phi = \frac{\pi \cdot D \cdot n_{\text{расч}}}{1000} = \frac{3,14 \cdot 16,2 \cdot 800}{1000} = 40,7.$$

«Мощность резания

$$N = N_T \cdot K_{N1} \cdot K_{N2} \cdot K_{N3} \cdot K_{N4} \cdot K_{N5} \cdot K_{N6} \cdot K_{N7}, \quad (15)$$

где $N_T = 1,8; K_{N1} = 1; K_{N2} = 1,1; K_{N3} = 0,8; K_{N4} = 1,0; K_{N5} = 0,3; K_{N6} = 1,0; K_{N7} = 1,0$ ».

[20]

$$N = 1,8 \cdot 1 \cdot 1,1 \cdot 0,8 \cdot 1 \cdot 0,3 \cdot 1 \cdot 1 = 0,52, \text{ кВт}.$$

Основное время

$$T_{01} = \frac{(16+5+31+16) + (1+1+1+1)}{6,4} = 10,7 \text{ мин}.$$

2.6.2 Назначение режимов резания для операции 40.

Назначение проведем, согласно таблицам [20]. Данные сведем в таблицу 2.

Таблица 2 – Режимы резания на операцию 040

№ инструмента	Глубина резания t, мм	Подача S _м , мм/мин	Скорость резания V, м/мин	Частота n, мин ⁻¹	Основное время, мин
1	3,25	100	10,2	500	0,8
2	2	63	10,5	315	0,4
3	0,2	63	9,9	315	0,16
4	1,5	63	10,5	315	0,83
5	0,05	2,52	12,6	400	1,78
6	0,01	2,52	12,6	400	1,8

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

3 Проектирование приспособления

«Закрепление заготовок в приспособлениях является одним из наиболее важных моментов эксплуатации приспособлений. Так, если допущена ошибка в схеме базирования, то она приведет к появлению брака. Если же допущена ошибка при расчете требуемых сил закрепления, то при эксплуатации возможны случаи травматизма, что недопустимо. И виноват будет конструктор, разработавший конструкцию приспособления». [25]

«Основные определения по базированию и закреплению изложены в ГОСТ 21495-76 [6]. Согласно данному стандарту: установка – процесс базирования и закрепления заготовки или изделия; закрепление – приложение сил и пар сил к заготовке или изделию для обеспечения постоянства их положения, достигнутого при базировании». [25]

«Первоочередной задачей при проектировании зажимного устройства, как этапа конструкторской проработки приспособления, является расчет требуемой силы закрепления. Основное назначение зажимных устройств – обеспечение надежного контакта заготовки с установочными элементами, предупреждающими ее смещения и вибрации в процессе обработки. На практике в большей степени встречаются случаи, когда проявляется комплексное смещение и нарушение контакта заготовки с установочными элементами приспособления, естественно, при недостаточных силах закрепления заготовки». [25]

«В качестве дополнительных назначений зажимных устройств следует выделить устройства для повышения технологической жесткости технологической системы (для исключения вибрации заготовки). Наиболее простыми примерами проявления вибрации при механической обработке заготовок является обтачивание или шлифование заготовок малого диаметра при достаточно большой длине. В результате чего возникают автоколебательные процессы, приводящие к «дроблению» при обработке». [25]

3.1 Исходные данные

На фрезерной операции 030 выполняется фрезерование пазов на оправке. Теоретическая схема базирования заготовки на этой операции представлена на рисунке 3.

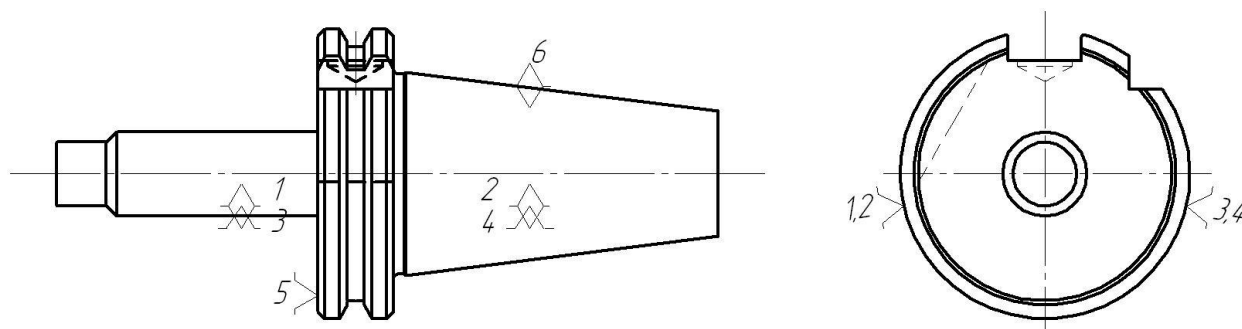


Рисунок 3 – Схема базирования

Для реализации теоретической схемы базирования и удержания заготовки на фрезерной операции необходимо спроектировать механизированное станочное приспособление – тиски.

3.2 Силовой расчет

«Составляющие силы резания P_x и P_y

$$P_{x,z} = C_p t^{x_p} s^{y_p} B^z D^q, \quad (16)$$

где для P_x : $C_p = 68; x = 0,86; y = 0,74; q_p = -0,86$; [25]

для P_z : $C_p = 68; x = 0,86; y = 0,74; q_p = -0,86$ ». [25]

$$P_x = 68 \cdot 5^{0,86} \cdot 0,05^{0,74} \cdot 10^1 \cdot 10^{-0,86} = 40,8, \text{ Н.}$$

$$P_z = 68 \cdot 5^{0,86} \cdot 0,05^{0,74} \cdot 10^1 \cdot 10^{-0,86} = 40,8, \text{ Н.}$$

Результирующая сила

$$P = \sqrt{P_x^2 + P_z^2} .$$

(17)

$$P = \sqrt{40,8^2 + 40,8^2} = 51,7, \text{ Н.}$$

Фиксированная заготовка находится в состоянии покоя, что отображает следующая система

$$\begin{cases} \Sigma x = 0; \Sigma M_x = 0; \\ \Sigma y = 0; \Sigma M_y = 0; \\ \Sigma z = 0; \Sigma M_z = 0. \end{cases}$$

(18)

С коэффициентом надежности сила закрепления (рисунок 4) рассчитывается так:

$$P' = \frac{K \cdot \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right)}{f} P, \quad (19)$$

где $K = 2,7$; $\alpha = 45^\circ$; $f = 0,1$. [25]

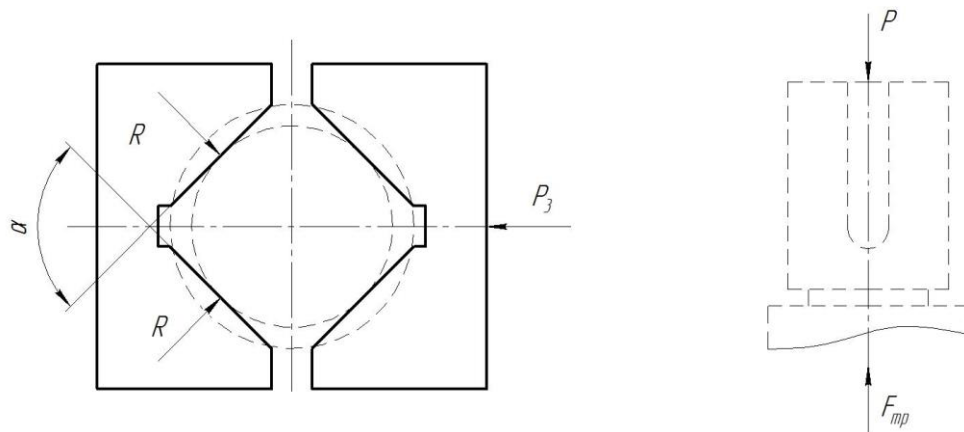


Рисунок 4 – Схема сил

$$P_3 = \frac{K \cdot \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right)}{f} P = \frac{2,7 \cdot \sin 45^\circ}{0,1} \cdot 51,7 = 987,1, \text{ Н.}$$

«Коэффициент усиления

$$i = \frac{P_3}{P_u}.$$

(20)

Для механизации нашего приспособления применим гидропривод, тогда

$$P_u = \frac{\pi \cdot (D+d)^2}{16} \cdot p \cdot [25] \quad (21)$$

$$P_u = \frac{3,14 \cdot (0,25+0,02)^2}{16} \cdot 0,4 = 580, \text{ Н.}$$

$$P_3 = \frac{580 \cdot 0,472}{0,054} = 5070, \text{ Н.}$$

Механизированные тиски для выполнения фрезерной операции 030 техпроцесса изготовления оправки представлены в графической части работы.

4 Проектирование режущего инструмента

4.1 Исходные данные

Для операции обработки внутреннего конического отверстия необходимо спроектировать коническую развертку для поверхности с параметрами $\varnothing 10^{+0,025}$, $\alpha=2^{\circ}51'45''$, Ra 0,8.

«Развертки применяются для окончательной обработки отверстий предварительно просверленных, расточенных резцом или обработанных зенкером, к развернутому отверстию предъявляются следующие требования:

- иметь заданное направление оси и чистые гладкие стенки;
- размер отверстий должен быть в пределах допусков установленных классом точности. Развертками обычно получают отверстия третьего или второго класса точности. Третий класс точности обычно получают одной разверткой. Для получения второго класса точности два или три раза разворачивать». [21]

«Процесс разворачивания происходит при двух совместных движениях: поступательном вдоль оси и вращательном. Развертки разделяются на ручные и машинные. Ручные применяются при работе вручную с помощью воротка или трещотки. Машинные применяются при работе на станках». [21]

«Конические развертки разделяются на группы в зависимости от того, для чего они предназначаются:

- под метрические конуса;
- под конус Морзе;
- под конусные штифты;
- под отверстия конусностью 1:10». [21]

«Развертки первых двух типов изготавливают комплектами, состоящими из трех или двух штук». [21]

Эскиз операции представлен на рисунке 5.

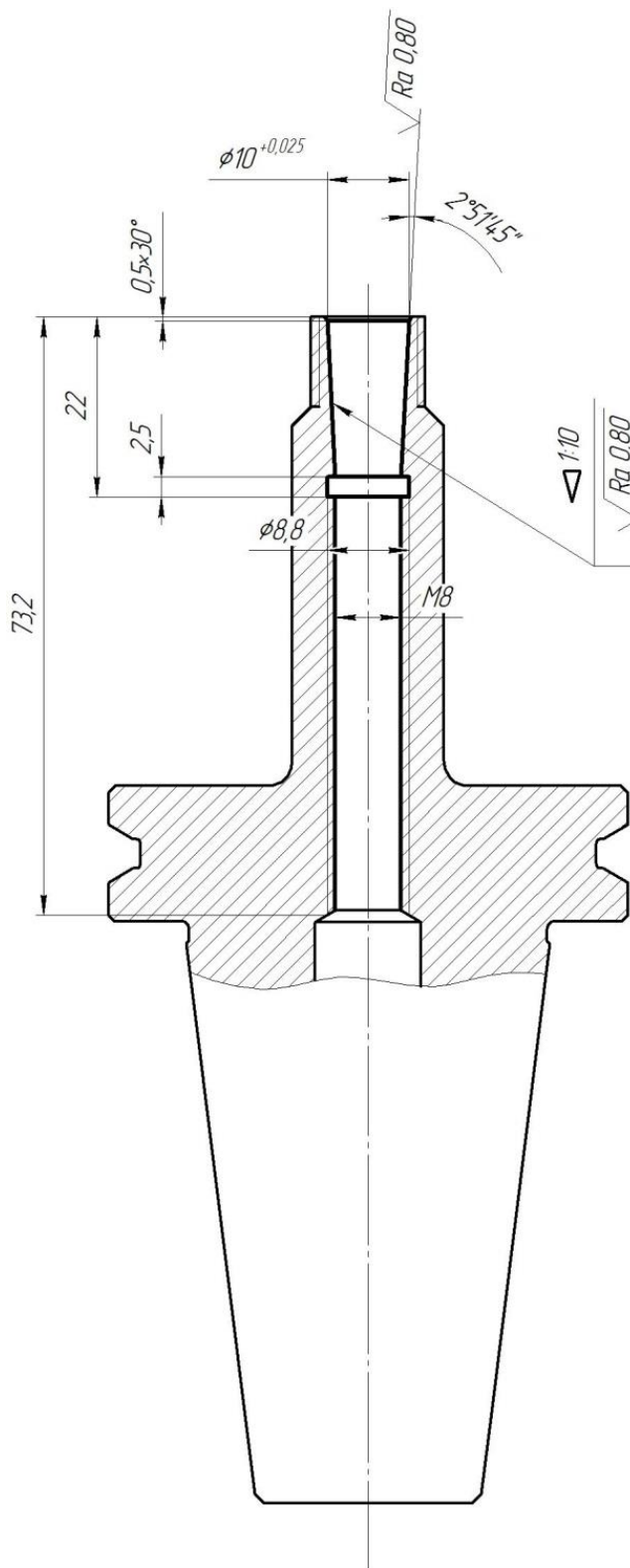


Рисунок 5 – Эскиз операции

В нашем случае проектированию подвергается чистовая развертка из комплекта, состоящего из двух разверток.

4.2 Проектирование развертки

«Развертка – многозубый режущий инструмент. Количество ее зубьев влияет на производительность развертывания, качество обработанной поверхности и принимается равным $z = 6 \dots 14$. Для ручных разверток, где направление развертки в отверстии обеспечивается ею самой, $z = 1,5\sqrt{d} + (2 \dots 4)$ », для машинных $z = 1,2\sqrt{d}$. Рассчитанное по этим формулам число зубьев развертки округляют до ближайшего четного числа, которое позволяет контролировать ее диаметр микрометрами нулевого класса точности с погрешностью показаний ± 2 мкм. Если развертка имеет нечетное число зубьев, то ее диаметр контролируется на инструментальном микроскопе». [24]

Число зубьев

$$z = 1,2\sqrt{d} . \quad (22)$$

$$z = 1,2\sqrt{10} = 3,79 .$$

Так как минимальное число зубьев развертки по рекомендациям [24] $z=6$, то примем это число зубьев для нашего инструмента.

«Одновременно с количеством зубьев на работу развертки влияет их взаимное расположение по окружности: они могут быть расположены как равномерно, так и неравномерно. При равномерном расположении угол между зубьями развертки принимается

$$\varepsilon = \frac{360^\circ}{z} . \quad (23)$$

$$\varepsilon = \frac{360^\circ}{6} = 60^\circ .$$

«Режущая кромка развертки расположена под углом φ к оси, который принимается в зависимости от вида развертки и обрабатываемого материала. Для ручных разверток $\varphi=1..2^\circ$ с целью более точной их центровки в начале работы. При малых углах режущая часть удлиняется и обеспечивает снижение удельной силы резания, увеличивая износостойкость развертки. В машинных развертках угол φ изменяется в пределах $5...45^\circ$; при обработке отверстий в чугунах $\varphi = 5^\circ$, в стали – 15° . Облегчает свободный вход развертки в отверстия предохранительная фаска $c \times 45^\circ$ ($c = 1,5...3$ мм), которая резание не производит, но уменьшает диаметр развертки на торце. Диаметр развертки в начале режущей части должен быть меньше диаметра отверстия в заготовке:

$$d_2 = d_0 - (0,3..0,4)t \text{ ». [24] } \quad (24)$$

В нашем случае $t = 0,2$ мм, $d_0 = 9,6$ мм, поэтому

$$d_2 = 9,6 - (0,3..0,4)0,2 = 9,5 \text{ мм.}$$

«Допуск на износ развертки составляет $\Delta = (\delta + a_1)/3$. Допуск на исполнительный диаметр развертки δ_p назначается с учетом требований точности отверстия по ГОСТ 11179-71. [2] В зависимости от величины допуска на диаметр калибрующей части выпускаются развертки шести номеров». [24]

«Стружечные канавки в развертках бывают прямыми и винтовыми. Прямые канавки проще в изготовлении, заточке, корректировке геометрии зуба». [24]

Поэтому принимаем развертку с прямыми стружечными канавками.

Чертеж развертки для изготовления внутреннего конического отверстия оправки на операции 040 представлен в графической части работы.

5 Безопасность и экологичность технического объекта

В работе рассматривается техпроцесс изготовления фрезерной оправки. В процессе анализа базового варианта техпроцесса нами было принято решение подвергнуть модернизации две технологические операции, ими оказались 30 фрезерная операция, выполняемая на фрезерном станке с ЧПУ модели 6P13Ф3, и сверлильная операция 40, которая выполняется на вертикально-сверлильном станке с ЧПУ модели 2P135Ф2-1.

«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.». [1]

«Своевременная идентификация профессиональных рисков, определение степени возникновения производственно-технологического

инцидента на производстве позволит предупредить негативные последствия возникновения рисков, исключить производственные травмы и т.д.». [1]

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

В технологическом процессе изготовления фрезерной оправки совершенствованию подвергаются фрезерная операция 30, которая выполняется на фрезерном станке с ЧПУ модели 6P13Ф3, и сверлильная операция 40, выполняемая на вертикально-сверлильном станке с ЧПУ модели 2P135Ф2-1. Фрезерным станком с ЧПУ, также как и вертикально-сверлильным 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 фрезерной операции 30 являются концевая фреза Ø16,2 мм с режущей частью из твердого сплава Т15К6 и сверло спиральное Ø12 мм с режущей частью из быстрорежущей стали Р6М5.

Режущими инструментами на сверлильной операции 40 являются сверло спиральное Ø6,5 мм, резец расточной, зенкер конический, метчик М8, развертка коническая получистовая и развертка коническая чистовая. Все инструменты на этой операции имеют режущую часть из быстрорежущей стали Р6М5..

Заготовка изготавливается из легированной конструкционной стали 19ХГН.

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». [19]

На фрезерном станке с ЧПУ модели 6P13Ф3 (рисунок 6) выполняется 30 фрезерная операция.



Рисунок 6 – Фрезерный станок с ЧПУ модели 6P13Ф3

Оператор фрезерного 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 разработанной программе ЧПУ.

На вертикально-сверлильном станке с ЧПУ модели 2P135Ф2-1 (рисунок 7) выполняется сверлильная операция 40. Оператор сверлильного станка, также как и оператор фрезерного 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 разработанной программе ЧПУ.

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



Рисунок 7 - Вертикально-сверлильный станок с ЧПУ модели 2P135Ф2-1

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

Зона обработки на фрезерном станке с ЧПУ модели 6P13Ф3 является открытой, поэтому брызги СОЖ могут загрязнять экологическую ситуацию на рабочем месте.

Для установки заготовки на фрезерной операции 30 нами в работе спроектировано специальное приспособление - тиски, имеющее гидропривод. Оператору, вставив заготовку в это приспособление, необходимо лишь нажать на кнопку для включения гидропривода приспособления, чтобы запустить гидравлическую систему на зажим. За счет механизации этого приспособления работа оператора фрезерного станка модели 6P13Ф3 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.

«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». [19]

В процессе обработке заготовок на металлорежущих станках, включая фрезерный станок с ЧПУ модели 6P13Ф3 и вертикально-сверлильный станок с ЧПУ модели 2P135Ф2-1, возникают продукты отхода в виде металлической стружки. [5]

5.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков

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

Металлическую стружку, скапливающуюся в накопителях станков, необходимо удалять из зоны обработки. Это касается и фрезерного станка и вертикально-сверлильного. 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].

Смазочно-охлаждающие технологические средства после подачи в зону обработки должны 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». [19]

«Пожарная безопасность решает 4 задачи, непосредственно связанные с профилактикой и тушением пожаров: предупреждение пожаров, локализация пожаров, защита людей и материальных ценностей, тушение пожаров». [19]

«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 [3] и ГОСТ 12.1.010-76 [27]». [4]

«Одним из основных показателей пожаробезопасности, применяемых при классификации способности к горению веществ и материалов, является группа горючести». [19]

При производстве партии фрезерных оправок на фрезерном станке с ЧПУ модели 6P13Ф3 и вертикально-сверлильном станке с ЧПУ модели 2P135Ф2-1 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 к 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 конструкционной легированной стали 19ХГН.

В этом разделе нами проанализированы модернизированные операции фрезерования и сверления заготовки для изготовления фрезерной оправки, которые осуществляются на фрезерном станке с ЧПУ модели 6P13Ф3 и вертикально-сверлильном станке с ЧПУ модели 2P135Ф2-1. 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 рабочие места операторов станков с ЧПУ.

6 Экономическая эффективность работы

Все предыдущие разделы были посвящены совершенствованию технологического процесса изготовления фрезерной оправки. 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).

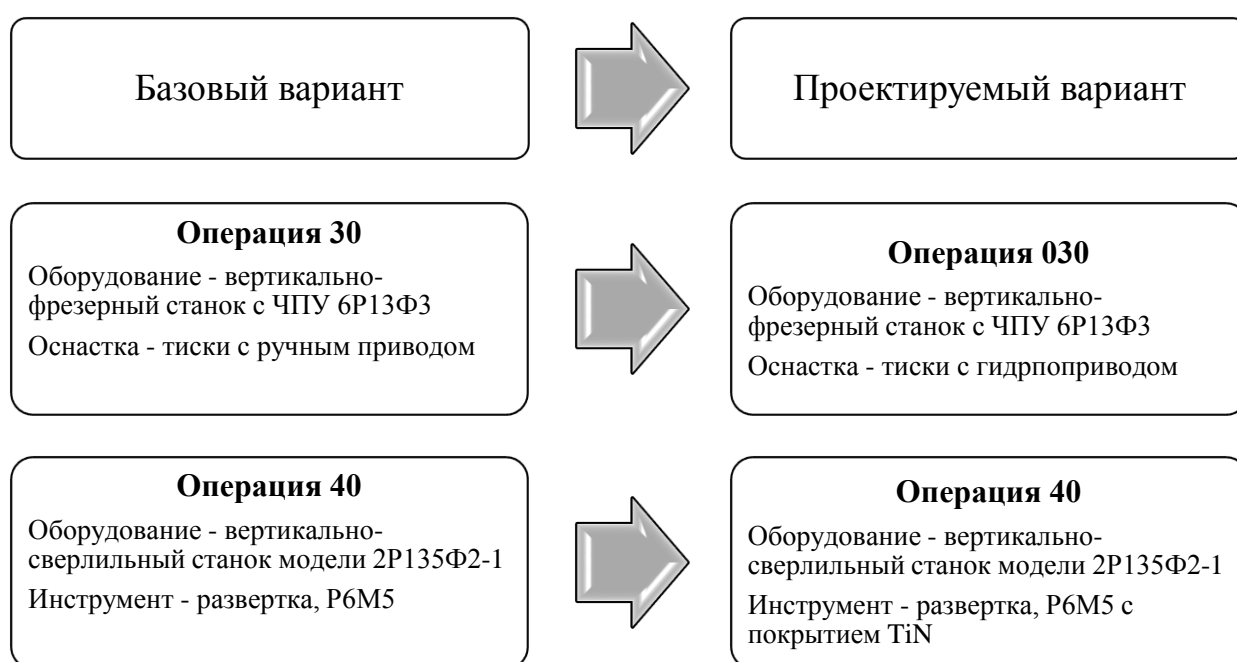


Рисунок 8 – Краткое описание внесенных в технологический процесс изменений

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 1,36 минуты.

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

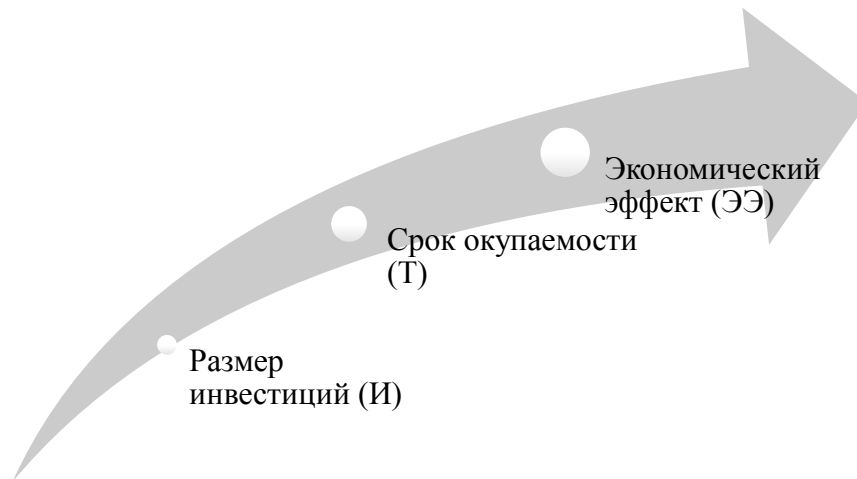


Рисунок 9 – Значимые показатели для подтверждения экономической эффективности изменений

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 [16], 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 68,54 % 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 19,25 %, 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.

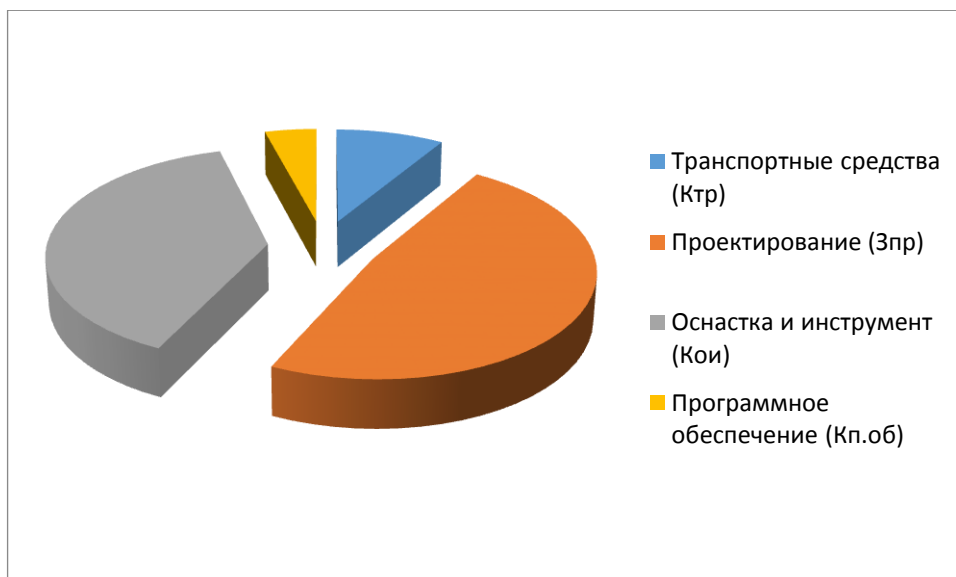


Рисунок 10 – Итоговый размер инвестиций и его детализация

Значение срока окупаемости можно рассчитать по формуле

$$T = \frac{И}{П_{ЧИСТ}} + 1 \quad (25)$$

где « $П_{ЧИСТ}$ – чистая ожидаемая прибыль, руб.» [16]

Этот показатель зависит от разности себестоимости изготовления детали до и после совершенствования технологического процесса ее изготовления ($C_1 = 162,02$ руб. и $C_2 = 129,78$ руб., соответственно). Также при его определении учитывается программа выпуска ($П_{Г} = 5000$ 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 [16] с применением программного обеспечения, такого как Microsoft Excel. Если учесть все вышеперечисленные показатели, то формулу (25) можно представить в развернутом формате в виде

$$T = \frac{И}{(C_1 - C_2) \cdot П_{Г} \cdot (1 - K_{НАЛ})} + 1 \quad (26)$$

где « $K_{НАЛ}$ – коэффициент налогообложения, который, для юридических лиц, составляет 20 % или в абсолютной величине – 0,2» [16]

$$T = \frac{101352,47}{(162,02 - 129,78) \cdot 5000 \cdot (1 - 0,2)} + 1 = 1,786 = 2 \text{ года}$$

Экономический эффект определяется по формуле (27), которая тоже представлена в развернутом виде, чтобы показать наглядность расчетов.

$$\text{ЭЭ} = \left(\sum_1^T P_{\text{ЧИСТ}} \cdot \frac{1}{(1+E)^t} \right) - И \quad (27)$$

где « E – процентная ставка на капитал;

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

[16]

$$\text{ЭЭ} = \left(83978 \cdot \left(\frac{1}{(1 + 0,2)^1} + \frac{1}{(1 + 0,2)^2} \right) \right) - 101352,47 = 26947,25$$

Согласно проведенным расчетам, экономический эффект получен, его величина составляет 26947,25 руб. Поэтому предложенные совершенствования в технологический процесс можно считать целесообразными и обоснованными.

Заключение

В результате проделанной работы нами спроектирован технологический процесс изготовления оправки.

На первом этапе работы нами описана конструкция шпиндельной оправки для фрезерных станков и работа оправки в узле, выполнена классификация поверхностей оправки и обозначены наиболее важные поверхности. Далее рассмотрен материал, из которого изготовлена оправка, проведен анализ физико-механических свойств материала, а также рассмотрен вопрос технологичности конструкции оправки.

В технологической части работы выбран тип машиностроительного производства для изготовления оправки. 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 оправки выполнен расчет припусков. Далее спроектирован технологический процесс изготовления оправки и рассчитаны режимы резания на некоторые операции.

Для закрепления заготовки на фрезерной операции нами спроектированы тиски. В отличие от тисков из базового варианта техпроцесса данное приспособление имеет гидравлический привод, при помощи которого происходит автоматизированный зажим и разжим заготовки на операции. Данное мероприятие снижает вспомогательное время токарной операции, а это экономически выгодно.

Для сверлильной операции техпроцесса изготовления оправки спроектирован режущий инструмент, которым является коническая развертка.

Список используемой литературы

1. 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.
2. ГОСТ 11179-71. Развертки конические. Конусность 1:10. – 5 с.
3. ГОСТ 12.1.004-85. Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. – 83 с.
4. ГОСТ 12.1.010-76. Система стандартов безопасности труда. Взрывобезопасность. – 5 с.
5. ГОСТ 12.3.025-80. Система стандартов безопасности труда. Обработка металлов резанием. Требования безопасности. – 15 с.
6. ГОСТ 21495-76. Базирование и базы в машиностроении. Термины и определения. – 37 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. 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.
16. 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.
17. Марков В.В. Расчёт режимов резания. Курсовое и дипломное проектирование по технологии машиностроения: учебное пособие / В.В. Марков, А.В. Сметанников, П.И. Кискеев, Л.И. Лебедева, Д.А. Ветчинников. – Орёл: ОрелГТУ, 2010. – 112 с.
18. Петров В.М. Проектирование технологических процессов современного машиностроительного производства : учебное пособие / В.М. Петров [и др.]; Балт. гос. техн. ун-т. – СПб. : Издательство «Ниц Арт», 2022. – 158 с.
19. Попов А.А. Производственная безопасность : учебное пособие / под. общ. ред. А.А. Попова. – 2-е изд., испр. – СПб. : Издательство «Лань», 2022. – 432 с.
20. Режимы резания металлов: Справочник/ Ю.В.Барановский, Л.А.Брахман, А.И.Гадалевич и др. – М.: НИИТавтопром, 1995. – 456 с.
21. Романенко А. М. Режущий инструмент : учебное пособие / А. М. Романенко. — Кемерово : КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2012. — 103 с.
22. Скворцов В. Ф. Основы технологии машиностроения : учебное пособие / В.Ф. Скворцов. — 2-е изд. — Москва : ИНФРА-М, 2021. — 330 с.

23. 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.

24. Схиртладзе А.Г. Формообразующие инструменты в машиностроении : учеб. пособие / А.Г. Схиртладзе, Л.А. Чупина, А.И. Пульбере, В.А. Гречишников. – М. : Новое знание, 2006. – 557 с.

25. 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.

26. Ямников А. С. Расчет припусков и проектирование заготовок : учебник для вузов / А. С. Ямников, Е. Ю. Кузнецов, М. Н. Бобков ; под ред. А. С. Ямникова. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2020. - 328 с.

Приложение А

Маршрутные карты

Таблица А.1 - Маршрутные карты

ГОСТ 3.118-82, форма 1													
Дц/дл.													
Взам.													
Лодл.													
	Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			
Разработ.	Квадрат О1М1												
Прод.	Оправка												
Учтб.	Сталь 19ХГН ГОСТ 4543-2016												
Н. контрол.	Оправка												
М 01	Код	ЕВ	МД	ЕН	Н _{тех}	ММ	Код заготовки	Профиль и размеры			КЛ	МЗ	
М 02	0,2	166	11	7		0,73	421XXX	φ63,7×445			1	1,5	
А	Цех	Уч	РН	Опер.	Код наименования операции							Обозначение документа	
Б	XXXXXX			00	Заготовительная								
А 03					Кривошипно-горячештамповочный пресс								
Б 04													
05													
А 06	XXXXXX			05	Центрально-подрезная ИОТ И 37.101.7013-93.								
Б 07	381825	Центрально-подрезной станок 2А911			2	18225	411	11	1	1	1	137	
О 08	Подрезать два торца, выдерживая разм. φ45 _{-0,3} , центровать два торца, выдерживая разм. φ10 ^{+0,05} и φ17 ^{+0,05} и углы конусов 60°±30'.												
О 09	Контроль исполнителям.												
Т 10	391242XXX	сверло центровочное φ5, тип А ГОСТ 14034-74; 391242XXX - сверло центровочное φ10, тип А ГОСТ 14034-74;											
Т 11	391801XXX	пластина Т5К10; 393120XXX - шаблон ГОСТ 9038-83;											
12													
А 13	XXXXXX		10	4110	Токарная черновая ИОТ И 37.101.7034-93.								
Б 14	381140	Токарно-винторезный станок с ЧПУ 16М20Ф3			2	15929	411	1Р	1	1	1	137	
О 15	Точить конус, выдерживая разм. φ46 _{-0,1} с конусностью 7:24, точить паясок, выдерживая размер φ63,7 _{-0,12} , точить канавку, выдерживая												
О 16	размеры φ55,7 и угол 45° ±0,1												
МЖ													

Продолжение таблицы А.1

Дудл.		В-зач.		Подп.		ГОСТ 3.1118-82 Форма 16															
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		
А	Цех	Уч	Р/У	Опер.	Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		
Б	Обозначение документа																				
А	Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	
Б	Код, наименование операции																				
А	Код, наименование детали со. единицы или материала																				
А 01	XXXXXX	25	4.110	Токарная черновая ИОТ И 37.101.7034-93.	СУ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	К _с	Т ₅	КИ	Т _н	Н _д	Н _д	Н _д	Н _д	
Б 02	381140	Токарно-винторезный станок с ЧПУ 16М20Ф3	2	15929	4.11	ЯР	1	1	137												
О 03	Точить поверхность, выдерживая разм. φ19 _{-0,1} , φ15 _{-0,1} , (-1); точить торец пояска, выдерживая разм. 88 _{-0,1}																				
О 04	Контроль исполнителям.																				
Т 05	39284XXXX - центр упорный фрезерный А-2-3-НП ЧПУ ГОСТ 8742-75; 392844XXX - центр упорный жесткий №3;																				
Т 06	39617XXX - пастран лобовый ГОСТ 24351-80; 392195XXX - резец 2101-064 ГОСТ 20872-80 15К10.																				
07																					
А 08	XXXXXX	30	4.260	Фрезерная ИОТ И 37.101.7091-93.																	
Б 09	3816XX	Вертикально-фрезерный станок с ЧПУ 6Р13РФ3	2	18632	4.11	ЯР	1	1	137												
О 10	Фрезеровать поверхности, выдерживая разм. 16,2 ^{+0,1} , 24,8 _{-0,15} , (-2); 18,5 _{-0,2} , 18,5 _{-0,2} ; 51,8 с углом 30°. Сверлить отверстие; выдерж. разм. φ12, 12.																				
О 11	Контроль исполнителям.																				
Т 12	394161XXX - Тиски специальные; 391810XXX - Фреза канцеляр. 2235-0001 Р6М5 ГОСТ 9140-78;																				
Т 13	391810XXX - фреза канцеляр. 2235-0142 ГОСТ 6396-78; 391221XXX - Сверло 2301-4.065 ГОСТ 2092-77.																				
14																					
А 15	XXXXXX	35	4.120	Сверлильная ИОТ И 37.101.7025-00.																	
Б 16	38121X	Вертикально-сверлильный станок с ЧПУ 2Р135Ф2-1	2	17335	4.11	ЯР	1	1	137												
О 17	Сверлить отверстие; выдерживая разм. φ13, (-7); φ17, (-7). Рассточить канавку выдерж. разм. φ17,6, b=2; нарезать резьбу М16, выдерж. p-p 35.																				
МК																					

