

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

Институт машиностроения
(наименование института полностью)

Кафедра «Оборудование и технологии машиностроительного производства»
(наименование)

15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных
производств»

(код и наименование направления подготовки / специальности)

Проектирование технологических процессов
(направленность (профиль) / специализация)

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)

на тему Технологический процесс изготовления предохранительной муфты

Обучающийся

Е.В. Третьяков

(Инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

к.т.н., доцент Д.Ю. Воронов

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

Консультанты

к.э.н., доцент О.М. Сярова

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

к.т.н., доцент А.Н. Москалюк

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

Тольятти 2022

Аннотация

Данная работа выполнена на тему «Технологический процесс изготовления предохранительной муфты».

В состав работы входят 70 листов пояснительной записки и 7 листов чертежей графической части.

Ключевые слова: предохранительная муфта, заготовка, оснастка, режущий инструмент, технологический процесс.

Цель данной работы: спроектировать технологический процесс производства детали, рассчитать экономическую эффективность проекта от указанных в проекте технических решений.

Для достижения поставленных целей необходимо:

- провести анализ материала и его обрабатываемость резанием;
- определить тип производства по заданному плану изготовления;
- выбрать план разработки технологического процесса;
- рассмотреть два метода получения заготовки и выбрать наиболее экономичный;
- определиться с методами обработки поверхностей;
- разработать маршруты обработки;
- спроектировать технологическую оснастку для отдельных операций;
- спроектировать режущий инструмент для отдельных технологических операций;
- оценить безопасность и экологичность изготовления изделия;
- рассчитать экономическую эффективность изготовления детали.

В качестве материала для изготовления детали предохранительная муфта используется конструкционная сталь 40 по ГОСТ 4543-71. Сталь детали прошла нормализацию и имеет твердость НВ 170, что благоприятно сказывается на ее эксплуатационных свойствах.

Содержание

Содержание.....	2
Введение.....	4
1 Анализ исходных данных.....	6
1.1 Анализ служебного назначения и условий работы детали.....	6
1.2 Анализ материала детали.....	7
1.3 Анализ поверхностей детали.....	8
1.4 Анализ технологичности конструкции детали.....	9
1.5 Формулировка задач работы.....	11
2 Технологическая часть.....	12
2.1 Выбор стратегии разработки техпроцесса.....	12
2.2 Выбор метода получения заготовки.....	13
2.3 Выбор методов обработки поверхностей.....	18
2.4 Определение припусков и проектирование заготовки.....	20
2.5 Разработка технологического маршрута и плана изготовления.....	25
2.5.1 Разработка технологического маршрута.....	25
2.5.2 План изготовления детали.....	26
2.5.3 Разработка схем базирования.....	27
2.6 Выбор средств технологического оснащения.....	28
2.6.1 Подбор оборудования.....	28
2.6.2 Выбор приспособлений.....	30
2.6.3 Выбор режущего инструмента.....	30
2.6.4 Подбор средств контроля.....	31
2.7 Проектирование технологических операций.....	34
2.7.1 Расчет режимов резания.....	34
2.7.2 Нормирование технологического процесса.....	38
3 Проектирование станочного приспособления.....	41
3.1 Проектирование станочного приспособления.....	41
3.1.1 Сбор исходных данных.....	41
3.1.2 Расчет сил резания.....	42
3.1.3 Расчет усилия зажима.....	43
3.1.4 Расчет и подбор силового привода.....	48
3.1.5 Расчет погрешности установки заготовки в приспособление.....	50
3.1.6 Описание конструкции и работы приспособления.....	51

3.2	Проектирование режущего инструмента	52
3.2.1	Сбор исходных данных	52
3.2.2	Расчет конструкции резца.....	53
3.2.3	Описание конструкции резца	55
4	Безопасность и экологичность технического объекта.....	56
4.1	Конструктивно-технологическая и организационно-техническая характеристика рассматриваемого технического объекта.....	56
4.2	Идентификация профессиональных рисков	57
4.3	Методы и средства снижения профессиональных рисков	58
4.4	Обеспечение пожарной безопасности технического объекта	59
4.4.1	Идентификация опасных факторов пожара.....	59
4.4.2	Разработка технических средств и организационных мероприятий по обеспечению пожарной безопасности заданного технического объекта.....	60
4.4.3	Организационные мероприятия по предотвращению пожара.....	60
4.5	Обеспечение экологической безопасности рассматриваемого технического объекта.....	61
4.5.1	Идентификация негативных экологических факторов.....	61
4.5.2	Мероприятия по снижению негативного воздействия	62
4.6	Заключение по разделу «безопасность и экологичность технического объекта».....	63
5	Экономическая эффективность работы	64
5.1	Описание вариантов обработки	65
5.1.1	Базовый вариант обработки.....	65
5.1.2	Проектируемый вариант обработки	66
5.2	Расчет эффективности сравниваемых вариантов обработки	67
	Заключение	70
	Список использованной литературы.....	71
	Приложение А Спецификация к чертежу оправки.....	73
	Приложение Б Спецификация к чертежу резца	74
	Приложение В Коммерческое предложение на изготовление проектируемой оснастки.....	75
	Приложение Г Маршрутная карта.....	76
	Приложение Д ОК и КЭ на 020 операцию	78

Введение

Машиностроение – одно из важнейших направлений промышленности. Именно уровень машиностроения определяет степень развития производственной мощности человечества. Продукция машиностроения поставляется всем отраслям промышленности, сельского хозяйства, транспорта.

Технология машиностроения – это наука о процессах изготовления деталей и сборки из них машин и механизмов, при минимальных затратах материалов, трудоемкости и себестоимости. Одними из основных являются задачи машиностроения, которые направлены на совершенствование и оптимизацию технологических процессов, автоматизацию и механизацию производства.

Принятые технологии изготовления деталей и сборки машины определяют ее качество и затраты на производство. Развитие технологии позволяет применять новые конструкторские решения, обеспечивающие повышение качества машины и снижение этих затрат.

Машиностроение занимается изучением ряда закономерностей и их практического применения, действующих при изготовлении машин, с целью достижения заданного качества изделий и наибольшей экономической эффективности.

В процессе изучения данной дисциплины, студент приобретает навыки анализа геометрии и материала детали, расчета ее прочностных характеристик, приобретает знания о способах обработки изделий для достижения расчетных параметров при минимальных затратах на производство. Так же в процессе обучения студент знакомится с последними достижениями в данных дисциплинах.

Выпускная работа призвана закрепить полученные во время обучения знания, а также проверить эти знания и выявить способности студента к практическому их применению.

Основной целью данной выпускной работы является проектирование технологического процесса изготовления детали – «предохранительная муфта». Для этого необходимо рассчитать режимы резания и припуски, подобрать оборудование, спроектировать специализированные приспособления и инструмент, с помощью которого будет производиться обработка, оценить безопасность и экологичность изготовления изделия, рассчитать экономическую эффективность изготовления детали, рассчитать время, требуемое для изготовления данной детали.

Полученный в результате исследования технологический процесс должен соответствовать современным требованиям экономичности и экологичности.

1 Анализ исходных данных

1.1 Анализ служебного назначения и условий работы детали

Рассматриваемая деталь является втулочной предохранительной муфтой с эвольвентными шлицами (см. рисунок 1). Данное изделие устанавливается на концы двух валов и служит для передачи усилия без изменения направления вращения. В конструкции данной муфты предусмотрено наличие ослабленного элемента 1, который разрушается при превышении расчетного усилия. Перегрузки могут быть вызваны особенностями работы машин (дробильные, землеройные и др.) либо возникновением аварийных ситуаций при работе (прекращение подачи смазочного материала, появление заедания и др.).

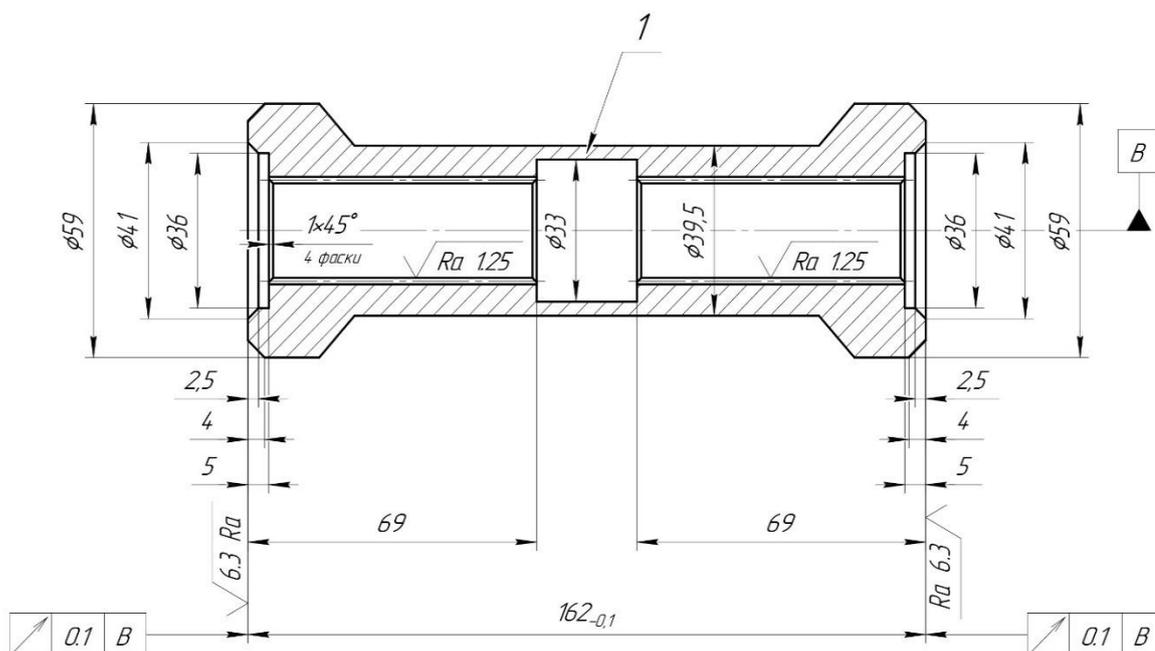


Рисунок 1 – Деталь «предохранительная муфта»

Данный тип муфт применяют в приводах, работающих с редкими случайными перегрузками. К достоинству данной конструкции можно отнести простоту конструкции, малые размеры, хорошую повторяемость за счет

использования шлицевого соединения. К недостатку можно отнести необходимость полной замены муфты при разрушении вследствие перегрузки.

1.2 Анализ материала детали

Согласно указаниям чертежа, данная деталь изготавливается из стали 40 по ГОСТ4543-71.

Класс стали – конструкционная, углеродистая.

Сталь находит большое применение в промышленности. Из нее изготавливают поковки, трубы, валы, крепежные детали, роторы, диски, зубчатые колеса, фланцы, втулки для длительной службы при температурах до 425 °С.

Стоимость данной стали относительно невысокая, а наряду со своими механическими характеристиками находит широкое применение в различных областях машиностроения.

Эксплуатационные и другие качества изделия определяются содержанием углерода и легирующих элементов в составе стали (см. таблицу 1).

Таблица 1 – Химический состав стали 40, в %.

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Cu
0.37 - 0.45	0.17 - 0.37	0.5 - 0.8	0 - 0.25	0 - 0.035	0 - 0.035	0 - 0.25	0 - 0.3

Примечание: Доля примесей фосфора и серы зависит от группы отливок и вида выплавки стали.

Основные химические элементы стали 40 представлены железом и углеродом. От концентрации углерода во многом зависит то, насколько прочным и твердым получается изделие. Железа в материале около 98%.

В составе стали присутствует небольшое количество полезных легирующих элементов – магний, никель и кремний. Концентрация вредных элементов (таких как сера и фосфор) должна быть ограничена и

выдерживается по ГОСТу в определенном диапазоне (предельная концентрация данных элементов показана в таблице 1).

Плотность (или удельный вес) стали 40 составляет 7826 кг/м³. К отпускной хрупкости структура не склонна. Механические свойства стали 40 указаны в таблице 2.

Таблица 2 – Механические свойства материала сталь 40 при НВ 170.

Предел прочности при растяжении, МПа	Предел текучести, МПа	Относительное удлинение после разрыва, %	Относительное сужение, %	КСУ, кДж / м ²	Термообработка
620	380	17	71	206	закалка 845°С – вода - отпуск 700°С,

По результатам анализа материала можно сделать вывод о том, что данный металл подходит для изготовления многих изделий.

1.3 Анализ поверхностей детали

К детали (см. рисунок 1) предъявляются повышенные требования по качеству мех. обработки шлицевых пазов (биение не более 0,08, Ra1,25), а также по торцевым поверхностям муфты (биение не более 0,1, Ra6,3). В остальном требования к механической обработке не высокие – точность по Н14; h14; IT14/2, шероховатость поверхности Ra12,5.

Остальные требования по точности и шероховатости шлицевых пазов в соответствии с ГОСТ 6033-80.

Деталь образована сочетанием различных элементарных поверхностей, которые выполняют различные функции (исполнительные или свободные поверхности, основные или вспомогательные конструкторские поверхности), представленные в таблице 3 и на рисунке 2.

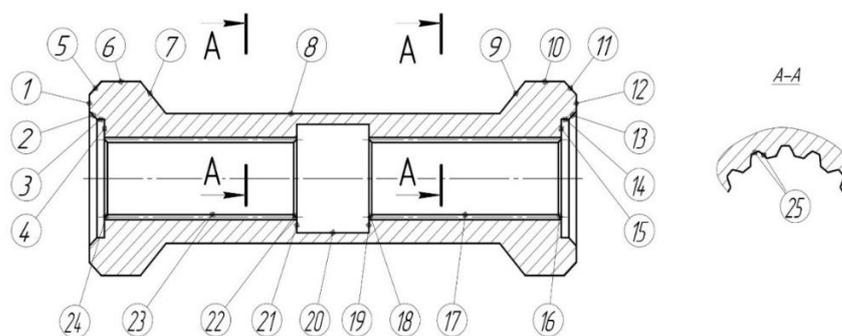


Рисунок 2 – Нумерация поверхностей детали

Таблица 3 – Систематизация поверхностей детали.

Тип поверхности	Номер поверхности
Основные конструкторские поверхности	1, 12, осевая линия
Вспомогательные конструкторские поверхности	25
Исполнительные поверхности	17, 23, 25, 1, 12
Свободные поверхности	все остальные

1.4 Анализ технологичности конструкции детали

На чертеже детали указана полная информация для изготовления детали, чертеж обладает всеми необходимыми размерами на представленном виде в соответствии с ГОСТ 2.305 и не требует дополнительных видов, сечений разрезов и т.д.

Обрабатываемость данной стали резанием при $HВ\ 170$ и $\sigma_B=520$ МПа:

- при обработке твердосплавным инструментом $K_{V.TB.CПЛ.} = 1,4$ [10, таблица 2.3];
- при обработке быстрорежущим инструментом $K_{V.TB.CПЛ.} = 1,0$ [10, таблица 2.3].

Поскольку оба коэффициента обрабатываемости детали лежат в диапазоне $1 < K < 1,4$, можно утверждать, что обрабатываемость материала хорошая, возможно легко получить требуемую шероховатость.

Практически все элементарные поверхности образующие данную деталь обладают свободным доступом для режущего и мерительного инструмента, единственное затруднение может возникнуть при контроле отверстия диаметром 33 в центре муфты, из-за того, что доступ к измерениям перекрывается шлицами.

Основной квалитет по данным поверхностям 14-й что дает более свободное поле допуска при изготовлении детали, тем самым уменьшая трудоемкость наладки (настройки) оборудования. Основная шероховатость элементарных поверхностей Ra1.25, Ra3.2, Ra6.3, Ra12.5, и соответствует 6-3 классам. Сопряжение поверхностей детали с различной точностью и шероховатостью соответствуют применяемым методом и средствами обработки.

Поверхности, которые выполняются с помощью обработки механическими способами, имеют достаточную, требуемую степень точности, а также нужную шероховатость металла.

Критерием отнесения вала к жесткой категории является отношение общей длины детали к среднему диаметру детали:

$$L/D_{cp}, \quad (1)$$

где L - длина детали;

D_{cp} - усредненный диаметр детали.

Подставив данные из чертежа в формулу 1, получим:

$$L/D_{cp} = 162/40 = 4.05$$

Поскольку полученное соотношение меньше 8 то считаем, что данная деталь жесткая и, следовательно, можно применять высокопроизводительную обработку.

Из-за технологического предназначения детали, в ней присутствует ослабленное место (позиция 1 на рисунке 1). В данном месте, расположенном по середине детали, толщина стенок составляет всего 3,25 мм, что при протягивании шлицевых поверхностей может привести к деформации детали.

В ходе проведённого анализа данная деталь можно охарактеризовать как нетехнологичную [4, с. 22]. Недостатки, которые усложняют технологический процесс:

- доступ к отверстию диаметром 33 мм в центре муфты затруднен шлицами, визуально контролировать невозможно, изготовление данного места так же затруднено;
- в середине втулки толщина стенок составляет всего 3,25 мм, что при протягивании шлицевых поверхностей может привести к деформации детали.

1.5 Формулировка задач работы

На базе анализа технических требований к детали необходимо решить следующие задачи для достижения цели:

- провести анализ материала и его обрабатываемость резанием;
- определить тип производства по заданному плану изготовления;
- выбрать план разработки технологического процесса;
- рассмотреть два метода получения заготовки и выбрать экономичный;
- определиться с методами обработки поверхностей;
- разработать маршруты обработки;
- спроектировать технологическую оснастку для отдельных операций;
- спроектировать режущий инструмент для отдельных технологических операций;
- оценить безопасность и экологичность изготовления изделия;
- рассчитать экономическую эффективность изготовления детали.

2 Технологическая часть

2.1 Выбор стратегии разработки техпроцесса

В зависимости от номенклатуры, объема выпуска продукции и периодичности загрузки выделяют три типа производства: единичное, серийное или массовое. В свою очередь от объема производства серийное производство делится еще на мелкосерийное, среднесерийное или крупносерийное.

Выбор типа производства довольно сильно влияет на составление процесса обработки и на подбор используемого оборудования. К примеру, в единичном производстве рекомендуется использовать универсальную оснастку, в то же время в массовом производстве для каждой операции экономически выгодно использовать уже узкоспециализированные оправки, кондукторы и т.д.

В таблице 4 указаны ориентировочные объемы выпуска деталей в зависимости от массы детали и типа производства.

Таблица 4 – План выпуска в зависимости от типа производства.

Тип производства	Количество выпускаемых деталей в год, шт		
	Масса выпускаемых деталей более 100 кг	Масса выпускаемых деталей от 10 до 100 кг	Масса выпускаемых деталей менее 10 кг
Единичное	от 1 до 5	от 1 до 10	от 1 до 100
Мелкосерийное	от 6 до 100	от 11 до 200	от 101 до 500
Среднесерийное	от 101 до 300	от 201 до 500	от 501 до 5000
Крупносерийное	от 301 до 1000	от 501 до 5000	от 5001 до 50000
Массовое	от 1000	от 5000	от 50000

Поскольку вес проектируемой детали менее 10 кг (согласно данным ПО «Компас 3D» вес детали 1,346 кг) и заданный объем выпуска лежит в промежутке от 5001 до 50000 (заданная программа 10000 штук в год), то выбираем крупносерийный тип производства.

В крупносерийном производстве номенклатура выпускаемых товаров не большая, но при этом объемы данной продукции велики.

Для равномерной загрузки оборудование необходимо определиться с размером партии, запускаемой в производство по формуле:

$$n = \frac{N \cdot a}{p}, \quad (2)$$

где $N = 10000$ шт/год – заданная программа выпуска деталей;

$a = 6$ дней – принятый период запуска партии деталей;

$p = 253$ дней/год – количество рабочих дней в году [8, табл. 5].

$$n = \frac{10000 \cdot 6}{253} = 236 \text{ шт.}$$

2.2 Выбор метода получения заготовки

Так как деталь изготавливается из стали 40 (40Л) то заготовку можно получить следующими способами: отрезкой от проката ГОСТ 2590-2006 и отливкой ГОСТ 26645-85 [12].

Заготовки из проката наиболее универсальны и поэтому получили наибольшее распространение, но в то же время при изготовлении деталей много материала уходит в отходы. Заготовку из проката принимаем диаметром 62 мм и длиной 166 мм (см. рисунок 3). Масса заготовки составляет 3.922 кг [20, приложение 15].

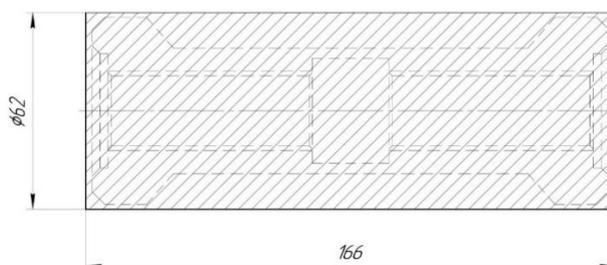


Рисунок 3 – Заготовка из проката

Заготовки, полученные методом литья, применяются в серийном и массовом производстве. Это связано с тем, что затраты, связанные с производством заготовки должны компенсироваться увеличением коэффициента используемого материала и, следовательно, уменьшением затрат на обработку.

В данном случае методом изготовления отливки принимаем литье по выплавляемым моделям обеспечивает получение сложных по форме отливок массой от нескольких грамм до десятков килограмм.

По ГОСТ 26645-85 определяем следующие параметры отливки:

- класс точности 8 (по таблице 9 ГОСТ 26645-85);
- степень коробления 4 (по таблице 10 ГОСТ 26645-85);
- степень точности поверхности 12 (по таблице 11 ГОСТ 26645-85);
- ряд припусков на обработку 5 (по таблице 14 ГОСТ 26645-85).

Исходя из принятой степени точности поверхности 12 по таблице 12 ГОСТ 26645-85 принимаем шероховатость поверхностей отливки Ra 25 мкм.

По принятым припускам (таблицы 1 и 6 ГОСТ 26645-85) производим вычисление размеров заготовки, результаты сводим в таблицу 5. Чертеж заготовки показан на рисунке 4.

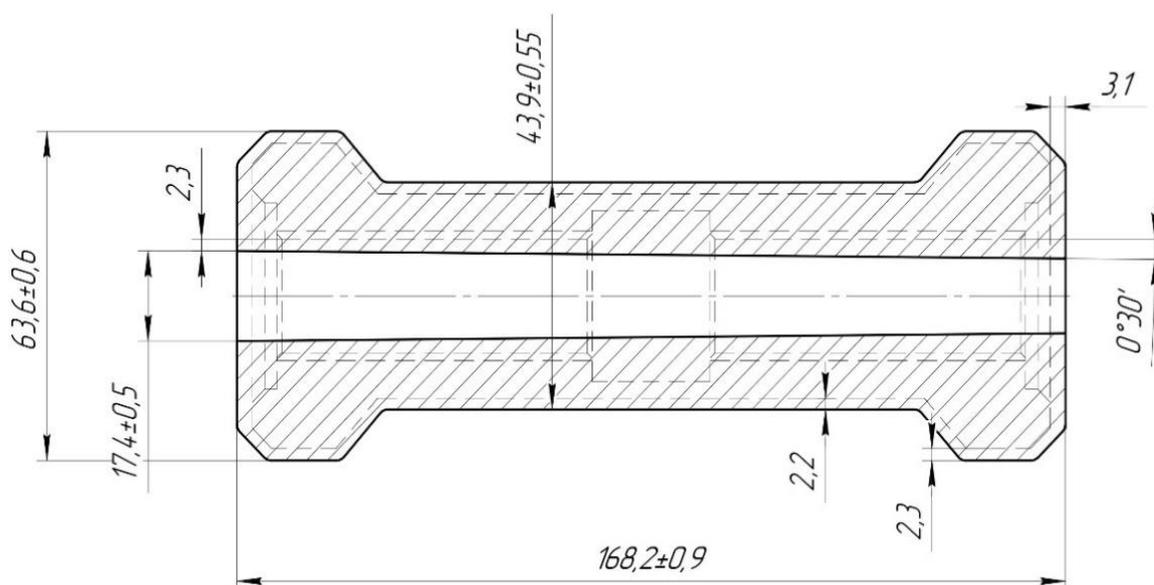


Рисунок 4 – Заготовка, полученная методом литья

Таблица 5 – Расчет габаритов отливки, мм.

Размер детали на чертеже	Допуск по таблице 1 ГОСТ 26645-85	Припуск по таблице 6 ГОСТ 26645-85	Расчет размера отливки	Окончательно принимаемый размер отливки с допусками
Ø59	1,2	2,3	$59+2\cdot 2,3=43,9$	Ø63,6±0,6
Ø39,5	1,1	2,2	$39,5+2\cdot 2,2=43,9$	Ø43,9±0,55
162	1,8	3,1	$162+2\cdot 3,1=168,2$	168,2±0,9
Ø22	1,0	2,3	$22-2\cdot 2,3=17,4$	Ø17,4±0,5

Для поверхностей внутреннего диаметра принимаем величину уклона 0,5⁰ [7, с. 110], радиусы закругления 2 мм.

Определим основные показатели применения принятых способов заготовки. Массы данных заготовок определены автоматически посредством использования ПО «Компас» и сравним их по коэффициенту использования материала и себестоимости изготовления. Для заготовки, полученной методом литья, масса составила 2,332 кг.

Коэффициент использования материала заготовки рассчитываем по формуле:

$$K_{ИМ} = \frac{M_d}{M_z}, \quad (3)$$

где M_d – масса детали, кг;

M_z – масса заготовки, кг.

Для проката из стали 40 и диаметром 62мм и длиной 166мм по ГОСТ 2590-2006:

$$K_{ИМ пр} = \frac{1,346}{3,922} = 0,34$$

Для отливки (вес отливки высчитан в ПО «Компас» после построения трехмерной модели):

$$K_{ИМ отл} = \frac{1,346}{2,332} = 0,58$$

Сравним стоимость обоих вариантов заготовок.

Технологическую себестоимость изготовления детали считаем по формуле:

$$C_T = \frac{q}{K_{ИМ}} \cdot [C_{заг} + (C_{мех} - C_{отх}) \cdot (1 - K_{ИМ})], \quad (4)$$

где $q = 1,346$ кг – масса детали по чертежу;

$C_{заг}$ – стоимость заготовки, руб./кг;

$C_{мех}$ – стоимость механической обработки, руб./кг;

$C_{отх}$ – цена стружки, $C_{отх} = 1.4$ руб./кг [3].

Стоимость механической обработки рассчитываем по формуле:

$$C_{МЕХ} = C_C + E_H \cdot C_K, \quad (5)$$

где C_C – затраты текущие, принимаем $C_C = 5.63$ руб./кг [3];

C_K – затраты капитальные, принимаем $C_K = 10$ руб./кг [3];

E_H – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений, ($E_H = 0,2$).

Тогда:

$$C_{МЕХ} = 5,63 + 0,2 \cdot 10 = 7,63 \text{ руб./кг.}$$

Стоимость заготовки из проката считаем по формуле:

$$C_{заг.пр.} = C_{пр} \cdot h_{\phi}, \quad (6)$$

где $C_{пр}$ – стоимость из проката, принимаем $C_{пр} = 18.45$ руб./кг [3];

h_{ϕ} – коэффициент, учитывающий форму заказа металлопроката (для проката мерной длины $h_{\phi} = 1,06$).

Тогда стоимость заготовки из проката:

$$C_{заг.пр.} = 18.45 \cdot 1.06 = 19.56 \text{ руб./кг}$$

Технологическую себестоимость изготовления детали из проката:

$$C_{т.пр} = \frac{1.346}{0.34} \cdot [19.56 + (7.63 - 1.4) \cdot (1 - 0.34)] = 93,71 \text{ руб./кг.}$$

Стоимость заготовки из отливки считаем по формуле:

$$C_{заг.отл} = C_{от} \cdot h_t \cdot h_c \cdot h_e \cdot h_m \cdot h_n, \quad (7)$$

где $C_{от}$ – базовая стоимость одного заготовок, $C_{от} = 60,68$ руб./кг [3];

h_t – поправочный коэффициент, принимаемый в зависимости от точности отливок (принимаем $h_t = 1,0$);

h_c – поправочный коэффициент, принимаемый в зависимости от группы сложности отливок (для 1 группы отливок $h_c = 0,7$);

h_e – поправочный коэффициент, принимаемый в зависимости от массы заготовки отливок, принимаем $h_e = 0,93$;

h_m – поправочный коэффициент, принимаемый в зависимости от марки материала заготовки, принимаем $h_m = 1,21$;

h_n – поправочный коэффициент, принимаемый в зависимости от объема производства, принимаем $h_n = 0,77$ для группы серийности 2.

Тогда:

$$C_{заг.отл} = 60.68 \cdot 1.0 \cdot 0.7 \cdot 0.93 \cdot 1.21 \cdot 0.77 = 36.8 \text{ руб./кг}$$

Технологическую себестоимость изготовления детали из отливки:

$$C_{т.отл} = \frac{1.346}{0.58} \cdot [36.8 + (7.63 - 1.4) \cdot (1 - 0.6)] = 91,18 \text{ руб./кг.}$$

Экономический эффект при сопоставлении различных видов заготовок рассчитывается по формуле:

$$\mathcal{E} = (C_{т.пр} - C_{т.отл}) \cdot N, \quad (8)$$

где $C_{т.пр}$ – технологическая себестоимость изготовления детали из проката;

$C_{\text{т.отл}}$ – технологическая себестоимость изготовления детали из отливки;

N – количество деталей;

$$\mathcal{E} = (93.71 - 91.18) \cdot 10000 = 25300 \text{ руб.}$$

Более выгодной оказалась изготовление деталей из отливок. Поэтому для дальнейшего проектирования выбираем именно этот метод получения заготовки.

2.3 Выбор методов обработки поверхностей

При составлении последовательности обработки в первую очередь необходимо выполнить обработку тех поверхностей, которые в дальнейшем будут служить базами для измерений.

Точение детали следует начинать с обработки исполнительных поверхностей, а также минимизировать количество перестановки детали. В последнюю очередь обрабатываются свободные поверхности.

Таким образом исходя из проведённого анализа, типа производства и выбранного способа заготовки для обработки детали в данном разделе работы разработаем технологический процесс механической обработки, цель которого состоит в минимизации трудоемкости обработки изделия, и повышения точности обработки за счет применения станков ЧПУ позволяющих использовать наиболее прогрессивные и скоростные режимы резания

Результаты выбора последовательности технологических операций занесены в таблице 6.

В таблице 6 приняты следующие обозначения: Тор - торцевая поверхность; Ц - цилиндрическая поверхность; Ф – фаски; Шл – шлицевая поверхность; Т -точение; Пр–протяжная операция; черн - черновое; чист – чистовое.

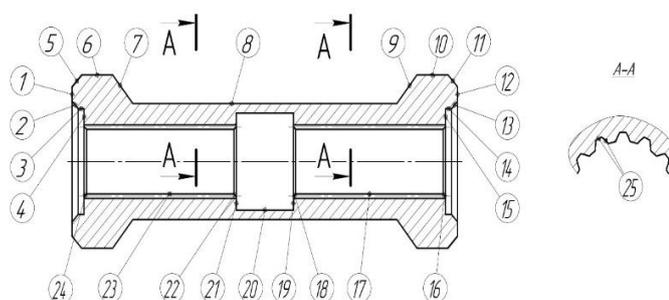


Рисунок 5 - Эскиз карты анализа мех. Обработки

Таблица 6 – Анализ поверхностей и последовательность обработки.

№ поверхности	Вид поверхности детали	Квалитет точности на размер	Шероховатость поверхности, Ra	Последовательность обработки
1	Тор, Ц	14	6.3, 12.5	Тчерн, Тчист
2	Ф	14	12.5	Тчерн
3	Ц	14	12.5	Тчерн
4	Т	14	12.5	Тчерн
5	Ф	14	12.5	Тчерн
6	Ц	14	12.5	Тчерн
7	Ц	14	12.5	Тчерн
8	Ц	14	12.5	Тчерн
9	Ц	14	12.5	Тчерн
10	Ц	14	12.5	Тчерн
11	Ф	14	12.5	Тчерн
12	Тор	14	6.3	Тчерн, Тчист
13	Ф	14	12.5	Тчерн
14	Ц	14	12.5	Тчерн
15	Тор	14	12.5	Тчерн
16	Ф	14	12.5	Тчерн
17	Ц	11	1.25	Сверление, Развертывание
18	Ф	14	12.5	Тчерн
19	Тор	14	12.5	Тчерн
20	Ц	14	12.5	Тчерн
21	Тор	14	12.5	Тчерн
22	Ф	14	12.5	Тчерн
23	Ц	11	1.25	Сверление, Развертывание
24	Ф	14	12.5	Тчерн
25	Шл	9	3.2	Пр

2.4 Определение припусков и проектирование заготовки

В данном разделе произведем расчет припусков заготовки, полученной методом литья, которые в дальнейшем потребуются для составления времени обработки детали. Расчет ведем по рекомендациям [6, с. 61 – 69].

Расчет припусков произведем на примере обработки поверхности внутреннего отверстия диаметром $22H11^{+0.13}$ мм (размеры и допуск по ГОСТ 6033-80) которая включает в себя черновое точение, развертывание.

Припуски на остальные размеры были определены по таблицам ГОСТ 26645-85 (см. таблицу 5).

Для поверхностей вращения припуск $2Z_{i\ min}$ для каждой отдельной операции определяем по формуле:

$$2Z_{i\ min} = 2 \left[(R_Z^{i-1} + h^{i-1}) + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_{yi}^2} \right], \quad (9)$$

где R_Z^{i-1} – высота неровностей поверхностного слоя на предшествующем технологическом переходе, мм;

h^{i-1} – глубина дефектного поверхностного слоя на предшествующем технологическом переходе, мм;

ρ_{i-1} – суммарное значение пространственных отклонений для элементарной поверхности на предшествующем переходе, мм;

ε_{yi} – погрешность установки на выполняемом переходе, мм.

Суммарное значение пространственное отклонение определяем по формуле:

$$\rho_0 = \sqrt{\rho_{к.о.}^2 + \rho_{см}^2}, \quad (10)$$

где $\rho_{к.о.}$ – общая кривизна заготовки, мм;

$\rho_{см}$ – величина смещения заготовки, мм.

Поскольку обработка ведется в патроне, то за величину смещения принимаем отклонение от соосности.

Принимаем $\rho_{см} = 1000$ мкм.

Общую кривизну заготовки рассчитываем по формуле:

$$\rho_{к.о.} = \Delta_k \cdot L, \quad (10)$$

где Δ_k – удельная допустимая кривизна, мкм/мм;

L – наибольшая длина заготовки, мм.

Принимаем для данного класса точности отливки $\Delta_k = 2$ мкм/мм.

$$\rho_{к.о.} = 2 \cdot 168,2 = 336 \text{ мкм.}$$

$$\rho_0 = \sqrt{336^2 + 1000^2} = 1055 \text{ мкм.}$$

Величина остаточной кривизны после выполнения перехода обработки следует определить по формуле:

$$\rho_i = K_y \cdot \rho_0, \quad (11)$$

где K_y – коэффициент уточнения.

Для сверления принимаем $K_y = 0,06$, для развертывания $K_y = 0,04$.

Тогда для сверления:

$$\rho_1 = 0,06 \cdot 1055 = 63,3 \text{ мкм.}$$

Для развертывания:

$$\rho_3 = 0,04 \cdot 1055 = 42,2 \text{ мкм.}$$

При сверлении погрешность установки в патроне $\varepsilon_{y1} = 200$ мкм; при чистовом точении, при условии, то не было переустановки заготовки $\varepsilon_{y2} = 0$.

Расчетный припуск под сверление:

$$2Z_{1 \min} = 2[(200 + 250) + \sqrt{1000^2 + 200^2}] = 2948 \text{ мкм} = 2,95 \text{ мм.}$$

Расчетный припуск под развертывание:

$$2Z_{2 \min} = 2[(130 + 140) + \sqrt{63,3^2 + 0^2}] = 667 \text{ мкм} \approx 0,67 \text{ мм.}$$

Расчетный размер, а также предельный максимальный размер при точении находим по формуле:

$$D_i = D_{i+1 \max} - 2Z_{i \min}, \quad (12)$$

где $D_{i \max}$ наибольшие предельные размеры перехода.

Максимальный диаметр для чистового отверстия равен:

$$D_4 = D_{4 \max} = 22 + 0,13 = 22,13 \text{ мм}$$

Для сверления:

$$D_2 = D_{2 \max} = 22,13 - 0,67 = 21,46 \text{ мм.}$$

Для литьевой заготовки:

$$D_1 = D_{1 \max} = 21,46 - 2,95 = 18,5 \text{ мм.}$$

Таким образом в заготовке принимаем исходный размер отверстия равный $\text{Ø}18 \pm 0,5$

Наименьшие предельные размеры находим по следующей формуле:

$$D_{i \min} = D_{i \max} - TD_i, \quad (13)$$

где $D_{i \max}$ – предельный максимальный размер, находим по формуле 12;

TD_i – допуск по переходам.

$$D_{3 \min} = 22,13 - 0,13 = 22 \text{ мм};$$

$$D_{2 \min} = 21,46 - 0,6 = 20,86 \text{ мм};$$

$$D_{1 \min} = 18,5 - 1 = 17,5 \text{ мм};$$

Максимальные припуски рассчитываем по формуле:

$$2Z_{i \max} = 2Z_{i \min} + TD_{i-1} - TD_i \quad (14)$$

$$2Z_{3 \max} = 0,67 + 0,6 - 0,13 = 1,14 \text{ мм};$$

$$2Z_{2 \max} = 2,95 + 1 - 0,6 = 3,35 \text{ мм};$$

Все данные, полученные при расчете припуска сводим таблицу 7.

Таблица 7 – Припуски и межоперационные размеры расчетной поверхности.

Технологические переходы	Значения элементов припуска, мкм				Расчетный припуск $2Z_{\min}$, мм	Расчетный размер D_i , мм	Допуск по переходам TD , мм	Предельные размеры, мм		Предельные припуски, мм	
	R_{zi}	T_i	ρ_i	ε_i				max	min	max	min
Заготовка литейная	200	250	1000	-	-	18,5	1	18,5	17,5	-	-
Сверление	130	140	63,3	200	2,95	21,46	0,6	21,46	20,86	3,35	2,95
Развертывание	10	20	42,2	0	0,67	22,13	0,13	22,13	22	1,14	0,67

Общие припуски $2Z_{o \min}$ и $2Z_{o \max}$ определяем, суммируя промежуточные припуски:

$$2Z_{o \min} = 2,95 + 0,67 = 3,62 \text{ мм};$$

$$2Z_{o \max} = 3,35 + 0,75 = 4,1 \text{ мм}.$$

Произведем проверку правильности выполненных расчетов:

$$2Z_{0 \max} - 2Z_{0 \min} = 4,1 - 3,62 = 0,48 \text{ мм};$$

$$TD_{\text{заг}} - TD_{\text{дет}} = 1 - 0,52 = 0,48 \text{ мм}.$$

Графическое представление рассчитанных припусков и операционных размеров показано на рисунке 6.

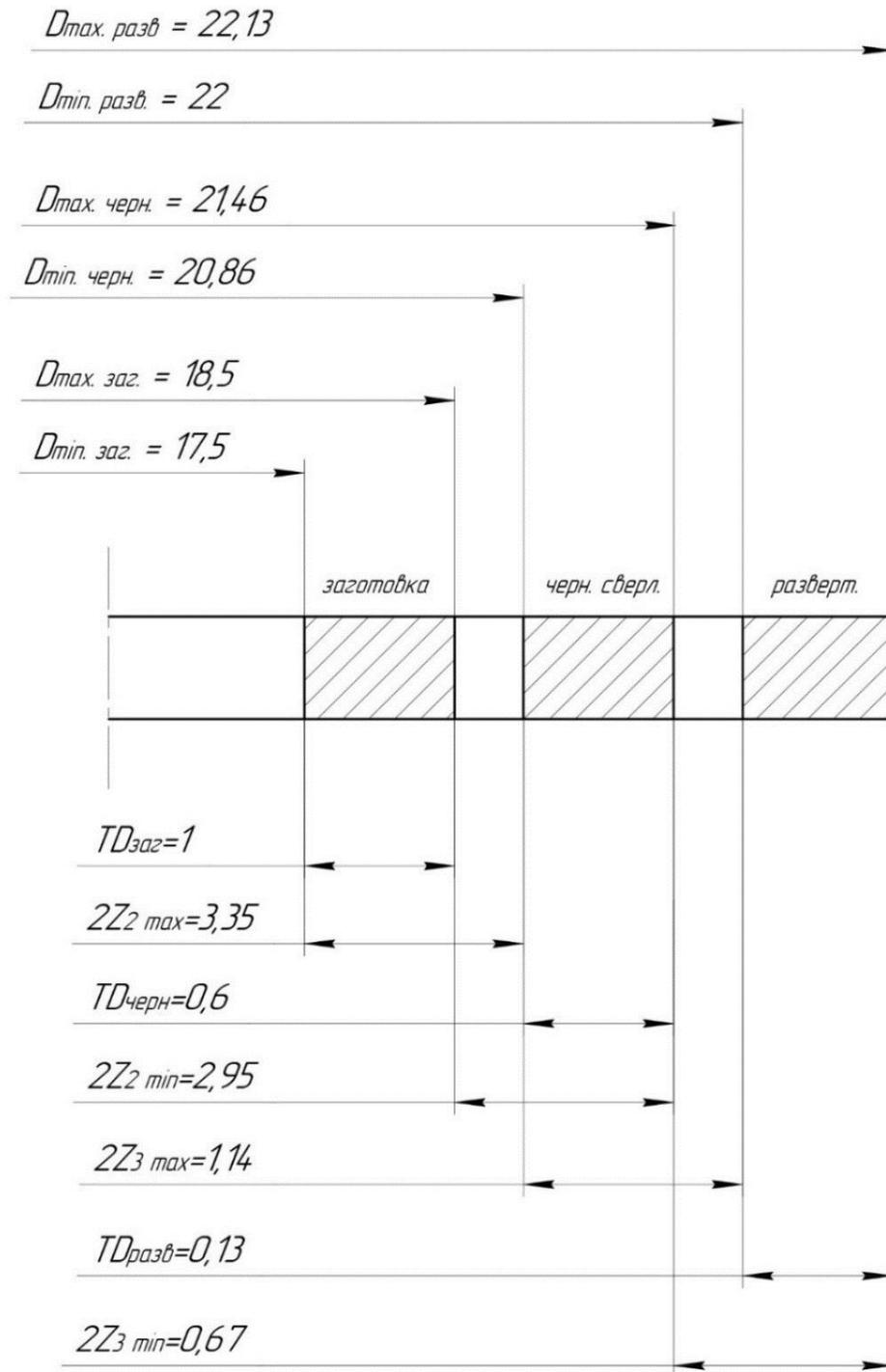


Рисунок 6 – Припуски и операционные размеры

2.5 Разработка технологического маршрута и плана изготовления

2.5.1 Разработка технологического маршрута

Деталь представляет собой тело вращения, с нарезанными шлицевыми пазами. С учетом конструкции детали, требуемой точности и шероховатости и следует вести разработку технологического маршрута.

При разработке маршрута обработки необходимо соблюдать следующие правила:

- придерживаться принципа концентрации переходов, то есть с одного установка обрабатывать максимальное количество поверхностей, что позволяет увеличить точность обработки и максимальной экономичности;
- придерживаться принципа постоянства баз, то есть использовать одни и те же поверхности для базирования, что позволит обеспечить максимальную точность обработки;
- придерживаться принципа совмещения баз, то есть использовать измерительные базы в качестве технологических;
- на первой операции необходимо обработать те базы, которые в последующем будут использоваться в качестве технологических;

Поскольку был получен крупносерийный тип производства, то при планировании обработки экономически оправдано использование специализированных резцов для каждой операции, а также рекомендуется использовать специализированные оправки и пневматические или гидравлические зажимные устройства.

При проектировании операций следует учитывать, что заготовка получена методом литья, то есть могут наружный слой может иметь поверхностную твердость из-за наличия поверхностной корки.

Кодировка поверхностей детали показана на рисунке 5.

Технологический маршрут изготовления детали показан в таблице 8.

Таблица 8 - Технологический маршрут изготовления детали

№ операции	Наименование операции	Оборудование (тип, модель)	Содержание операции	Точность (IT)	Ra, мкм
000	Заготовительная	-	Получение заготовки методом литья по выплавляемым моделям	16	25
010	Нормализация				
015	Очистная				
020	Токарная с ЧПУ	Токарный станок с ЧПУ TC1625Ф3	переход 1: подрезать торец 12; черновой проход поверхности 10	14	6,3
			переход 2: сверлить отверстие d21.8;	14	12,5
			переход 3: развернуть отверстие d21.8 (23);	11	1,25
			переход 3: расточить поверхности 14, 15;	14	12,5
			переход 4: точить фаски 13, 16;	14	12,5
025	Токарная с ЧПУ	Токарный станок с ЧПУ TC1625Ф3	переход 1: подрезать торец 1;	14	6,3
			переход 2: расточить поверхности 3, 4;	14	12,5
			переход 3: расточить канавку 19, 20, 21	14	12,5
			переход 4: точить фаски 2, 18, 22, 24;	14	12,5
030	Протяжная	Горизонтально-протяжной полуавтомат 7Б55	Протянуть шлицевые поверхности 25	7	3,2
035	Токарная с ЧПУ	Токарный станок с ЧПУ TC1625Ф3	Точить поверхности 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11	14	12,5
040	Контрольная операция				

2.5.2 План изготовления детали

В данном разделе необходимо разработать графическое представление плана изготовления деталей, на котором указана последовательность изготовления, нумерация операций и переходов, а также технологические требования.

План изготовления детали представлен на графической части работы. При оформлении графической части работы учитываем рекомендации учебного пособия [2].

2.5.3 Разработка схем базирования

Грамотный выбор схемы базирования является основополагающим для дальнейшей обработки детали. От правильного выбора зависит точность поверхностей, их смещение относительно друг друга и оси, количество переходов, экономическая эффективность.

При принятии схемы базирования на каждой операции необходимо лишить заготовку шести степеней свободы, то есть использовать «правило шести точек». Так же использовать принцип концентрации перехода (обрабатывать максимальное количество поверхностей с одного установка), принцип постоянства и совмещения баз.

Но первой операции приходится базироваться на необработанных поверхностях, на первых операциях обрабатываем поверхности, который при следующих перестановках инструмента будут базирующими. После обработки данных поверхностей производим точение всех остальных поверхностей. Требования к точности и шероховатости у данной детали невысокие, поэтому последовательность обработки не играет существенной роли.

Деталь представляет собой тело вращения, с нарезанными шлицевыми пазами, поэтому обработка будет вестись на токарных станках с ЧПУ и протяжных станках.

На первой токарной с ЧПУ операции (номер операции 020) в качестве черновой базы используется цилиндрическая поверхность 6 и торцовая поверхность 1. Основную конструкторскую базу – ось вращения – материализуем в виде базовой поверхности 6.

На 025 операции – токарная с ЧПУ – базирующими являются цилиндрическая поверхность 10 и торцовая поверхность 12. Основную конструкторскую базу – ось вращения – материализуем в виде базовой поверхности 10.

На 030 протяжной операции в качестве опорной базы используем торец 12, в качестве установочной базы ось поверхности 10.

На 035 операции – токарная с ЧПУ – базирующими являются цилиндрическая поверхность 23. Обработка будет вестись с зажимом в специально проектируемой разжимной оснастке с гофрированными втулками. Основную конструкторскую базу – ось вращения – материализуем в виде базовой поверхности 23.

2.6 Выбор средств технологического оснащения

В данном разделе необходимо для каждой операции и перехода подобрать такое оборудование, инструмент и измерительный прибор, чтобы с минимальными затратами средств и времени обеспечить выпуск продукции требуемого качества.

2.6.1 Подбор оборудования

Подбор станочного оборудования будем вести с учетом следующих принципов:

- рабочая зона станка должна обеспечивать обработку детали, при этом зона обработки должна быть не меньше требуемой, но в то же время не превышать значительно параметры обработки (для данной муфты необходимо учитывать наружный диаметр и длину детали);
- подобранное оборудование должно соответствовать по точности детали (для данной муфты с основным качеством 14 достаточно станков нормальной точности);
- станки должны подбираться таким образом, чтобы обеспечивать максимальный съем материала и скорость обработки, при этом должны быть достигнуты требуемые качество поверхности и точность обработки;
- оборудование должно соответствовать действующим стандартам экологичности и безопасности;

- оборудование должно быть обеспечено технической поддержкой производителя и быстрой заменой комплектующих, в условиях санкционного давления рекомендуется использовать отечественное оборудование.

Поскольку для производства данной детали используется крупносерийный тип оборудования, то наиболее целесообразно с точки зрения производительности использовать станки с числовым программным управлением (далее – станки с ЧПУ).

Станки с ЧПУ – это станки, управление которыми осуществляется при помощи специализированных программ. Человек напрямую управляет подачами только во время подготовительных операций (привязка инструмента, установка инструмента и т.д.). Благодаря программному управлению станки широко применяются во всех отраслях машиностроительной промышленности, выдавая качественную продукцию с максимальной эффективностью.

Основные преимущества станков с ЧПУ по сравнению с универсальными станками:

- высокая точность повторения, один раз составленная и проверенная программа позволяет выпускать большое количество деталей с минимальным процентом брака;
- позволяют изготавливать сложные поверхности с использованием универсальных режущих инструментов;
- при производстве деталей сложной формы не требуется высокая квалификация работника, так же не требуется большое количество работников;
- возможность работать круглосуточно с остановками только на техобслуживание;
- возможность автоматической смены инструментов, что позволяет, к примеру, для каждой операции использовать наиболее подходящую форму резца при токарной обработке;

- более безопасны, поскольку работник не управляет напрямую траекторией инструмента, к тому же не требуется постоянное внимание при обработке.

Подобранное на основании вышеперечисленных рекомендаций оборудование для каждой операции занесем в таблицу 9.

2.6.2 Выбор приспособлений

Муфта представляет собой простое тело вращения, в котором на внутренней поверхности нарезаны шлицевые пазы.

Для обработки торцов и внутренних отверстий вращения на токарном станке целесообразно применять пневматический самоцентрирующийся патрон [1, с. 285].

Для обработки поверхностей 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 в условиях крупносерийного производства рекомендуется использовать специальную оправку для того, чтобы за один установ обрабатывать все вышеперечисленные поверхности.

Для 030 протяжной операции воспользуемся стандартными опорными плитами, поскольку торец и центральные отверстия, необходимые для позиционирования у нас уже будут обработаны.

Результаты подбора приспособлений занесем в таблицу 9.

2.6.3 Выбор режущего инструмента

В крупносерийном производстве экономически целесообразно использовать специализированный инструмент. В настоящее время промышленностью освоен выпуск широкой номенклатуры режущего инструмента, поэтому, учитывая простую геометрию детали, для токарной обработки будем использовать стандартные резцы. Выбор инструмента произведем на основании рекомендаций сервиса CoroPlusToolguide (<https://www.sandvik.coromant.com>).

Для протяжной операции используем стандартную протяжку, изготовленную по ГОСТ 25158-82

Наименование и размер инструмента, марку материала, номер стандарта представлены в таблице 9.

2.6.4 Подбор средств контроля

При подборе мерительного инструмента будем придерживаться следующих рекомендаций [5, с. 108 – 118]:

- точность измерительных инструментов и приспособлений должна обеспечивать достоверность контроля;
- в единичном, мелкосерийном и среднесерийном производстве следует применять универсальные средства контроля (штангенциркули, микрометры, длинномеры; рычажно-зубчатые и пружинные измерительные головки, оптикомеханические приборы). В крупносерийном и массовом производстве следует применять специальный инструмент (калибр-пробки, индивидуальные шаблоны, автоматические измерительные устройства);
- для протяжной операции рекомендуется использовать калибр по ГОСТ 24969-81;
- использовать преимущественно стандартные средства контроля;
- выбранные средства контроля должны обеспечивать требуемую точность проверки исполнения размеров при минимальных затратах времени.

Подобранные инструменты для контроля на каждой операции занесены в таблицу 9.

Таблица 9 - Выбор СТО

№ операции	Рекомендуемое оборудование	Станочное приспособление	Режущий инструмент	Средство контроля
020	Токарный станок с ЧПУ ТС1625Ф3	3-х кулачковый пневматический самоцентрирующийся патрон ø250 мм	Переход 1: инструмент PRGCR 2020K 12 с пластиной RCMT 12 04 MP-N7 4425	Штангенциркуль (150 мм, 0.05 мм) ЧИЗ ШЦ-1 26322
			Переход 2: инструмент 870-2100-21LX1-8 с головкой 870-2180-21-PM 4334	Штангенциркуль (150 мм, 0.05 мм) ЧИЗ ШЦ-1 26322
			Переход 3: инструмент 830-S14 A 20131F с головкой 83A-E06D2200H7S14	Штангенциркуль (150 мм, 0.05 мм) ЧИЗ ШЦ-1 26322; калибр-пробка 8133-0936 H14 ГОСТ 14810-69
020	Токарный станок с ЧПУ ТС1625Ф3	3-х кулачковый пневматический самоцентрирующийся патрон ø250 мм	Переход 4: инструмент A08H-SCLCR 06-R с пластиной SCMT 06 02 08-UM 1125	Штангенциркуль (150 мм, 0.05 мм) ЧИЗ ШЦ-1 26322
			Переход 5: инструмент A12M-SDXCR 07-R с пластиной DCMT 07 02 08-UM 1125	Штангенциркуль (150 мм, 0.05 мм) ЧИЗ ШЦ-1 26322

Продолжение таблицы 9

№ операции	Рекомендуемое оборудование	Станочное приспособление	Режущий инструмент	Средство контроля
025	Токарный станок с ЧПУ ТС1625Ф3	3-х кулачковый пневматический самоцентрирующийся патрон $\varnothing 250$ мм	Переход 1: инструмент PRGCR 2020K 12 с пластиной RCMT 12 04 MP-H7 4425	Штангенциркуль (150 мм, 0.05 мм) ЧИЗ ШЦ-1 26322
			Переход 2: инструмент A08H-SCLCR 06-R с пластиной CCMT 06 02 08-UM 1125	Штангенциркуль (150 мм, 0.05 мм) ЧИЗ ШЦ-1 26322
			Переход 3: инструмент специальный на основе QI-RAGE03C16-20 с пластиной QI-NE-0239-0002-GF 1125	Штангенциркуль (150 мм, 0.05 мм) ЧИЗ ШЦ-1 26322; нутромер НИ 18-35 0,01
			Переход 4: инструмент A12M-SDXCR 07-R с пластиной DCMT 07 02 08-UM 1125	Штангенциркуль (150 мм, 0.05 мм) ЧИЗ ШЦ-1 26322
030	Горизонтально-протяжной полуавтомат 7Б55	Опорная плита	Протяжка 2403-0522 по ГОСТ 25158-82	Калибр-пробка 5 25Н7х1.5х9Н – 4 по ГОСТ 24969-81
035	Токарный станок с ЧПУ ТС1625Ф3	Оправка с гофрированными трубками	Переход 1: инструмент DDNNN 2020K 11 с пластиной DNMG 11 04 04-PM 4425	Штангенциркуль (150 мм, 0.05 мм) ЧИЗ ШЦ-1 26322

2.7 Проектирование технологических операций

В данном разделе необходимо спроектировать технологические операции, позволяющие обеспечить заданное качество обработки при минимальных затратах.

В ходе разработки операций необходимо разделить процесс обработки на переходы, подобрать для каждого из них оборудование, приспособления, режущий инструмент и мерительный инструмент. Рассчитать режимы резания и определить время обработки.

2.7.1 Расчет режимов резания

Проведем расчет режимов резания для операции 030 – протяжной.

Протягивание осуществляется на горизонтально-протяжном полуавтомате 7Б55, имеющем номинальную тяговую силу 98 кН, наибольшую длину хода 1250 мм, мощность электродвигателя привода главного движения 18,5 кВт, скорость рабочего хода протяжки 1,5 – 11,5 м/мин.

Протяжка шлицевая эвольвентная 2403-0522 по ГОСТ 25158-82 из стали Р6М5, стойкость протяжки $T=240$ мин, количество шлицевых пазов $n=15$.

Глубина резания (или периметр обрабатываемого отверстия) согласно ГОСТ 25158-82 составляет $h=22,5$ мм.

Подъем на зуб протяжки на сторону принимаем в диапазоне $S_z=0,05-0,08$ мм [13, таблица 2.32]. Принимаем для дальнейших расчетов $S_z=0,065$ мм.

Определяем скорость резания при протягивании по формуле:

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot S_z^{x_v}}, \quad (15)$$

где $T=240$ мин – принятая стойкость протяжки;

$S_z=0,065$ мм – подъем на зуб протяжки на сторону;

C_v, m, x_v – эмпирические коэффициенты, принимаемые по [13, таблица 2.33].

Принимаем для шлицевой протяжки и нормализованной стали 40 следующие коэффициенты:

$$C_v = 7,3, m = 0,6, x_v = 0,75.$$

$$\text{Тогда } V = \frac{7,3}{240^{0,6} \cdot 0,065^{0,75}} = 2,11 \text{ м/мин.}$$

Усилие реза на один зуб протяжки определяем по формуле:

$$P_Z = C_p \cdot S \cdot n \cdot S_z^{x_p}, \quad (16)$$

где $S = 2,9$ мм – средняя ширина зуба протяжки, по ГОСТ 25158-82;

$n = 15$ - количество шлицевых пазов;

$S_z = 0,065$ мм – подъем на зуб протяжки на сторону;

C_p, x_p – эмпирические коэффициенты, принимаем по [13, таблица 2.34].

Принимаем для шлицевой протяжки и нормализованной стали 40 следующие коэффициенты:

$$C_p = 284, x_p = 0,85.$$

$$\text{Тогда } P_Z = 284 \cdot 2,9 \cdot 15 \cdot 0,065^{0,85} = 682,6 \text{ кг} = 6,689 \text{ кН.}$$

Общее усилие резания при протягивании определяем по формуле:

$$P_{Z\text{общ}} = P_Z \cdot q \cdot K_\omega \cdot K_\alpha \cdot K_\gamma, \quad (17)$$

где q - число зубьев протяжки, находящихся одновременно в работе;

$K_\omega, K_\alpha, K_\gamma$ – поправочные коэффициенты, принимаемые по [13, таблица 2.36].

Принимаем для шлицевой протяжки и нормализованной стали 40 следующие коэффициенты:

$$K_\omega = 1,13, K_\alpha = 1,00, K_\gamma = 1,00;$$

Число зубьев протяжки, находящихся одновременно в работе находим по формуле:

$$q = l/t, \quad (18)$$

где $l = 152$ мм – длина протягивания;

$t = 12$ мм – средний шаг зубьев протяжки, принимаем по ГОСТ 25158-82.

Тогда $q = 152/12 \approx 12,7$.

$P_{Z_{общ}} = 682,6 \cdot 12,7 \cdot 1,13 \cdot 1 \cdot 1 = 8669,2$ кг = 84,958 кН.

Усилие, развиваемое станком, составляет 98 кН $> P_{Z_{общ}} = 85$ кН.

Обработка возможна.

Время для обработки рассчитываем по формуле:

$$T_0 = \frac{h \cdot l \cdot n \cdot k}{1000 \cdot V \cdot S_z \cdot q}, \quad (19)$$

где $h = 22,5$ мм – припуск, снимаемый за один рабочий ход;

$l = 152$ мм – длина протягиваемого отверстия;

$n = 1,2$ – коэффициент, учитывающий калибрующую частоту протяжки;

$k = 1,2$ – коэффициент, учитывающий обратный ход станка;

$S_z = 0,065$ мм – подъем на зуб протяжки на сторону;

$V = 2,11$ м/мин – скорость резания, найденная ранее по формуле 15;

$q = 12,7$ – число зубьев протяжки, находящихся одновременно в работе, найдено ранее по формуле 18.

$$T_0 = \frac{22,5 \cdot 152 \cdot 1,2 \cdot 1,2}{1000 \cdot 2,11 \cdot 0,065 \cdot 12,7} = 2,82 \text{ мин} = 169,2 \text{ сек.}$$

Исходя из применения в данной технологии оборудования с ЧПУ расчет режимов резания для токарной обработки произведем автоматизированным способом с помощью сервиса CoroPlusToolguide (<https://www.sandvik.coromant.com>).

Последовательность расчета режимов резания с помощью данного сервиса состоит в выборе операции, типа обработки и типа поверхности, задании материала детали, выбора оборудования, ввода параметров обработки, проведении автоматизированного расчета и получении результатов (см. рисунок 7).

Все результаты расчетов представлены в таблице 10.

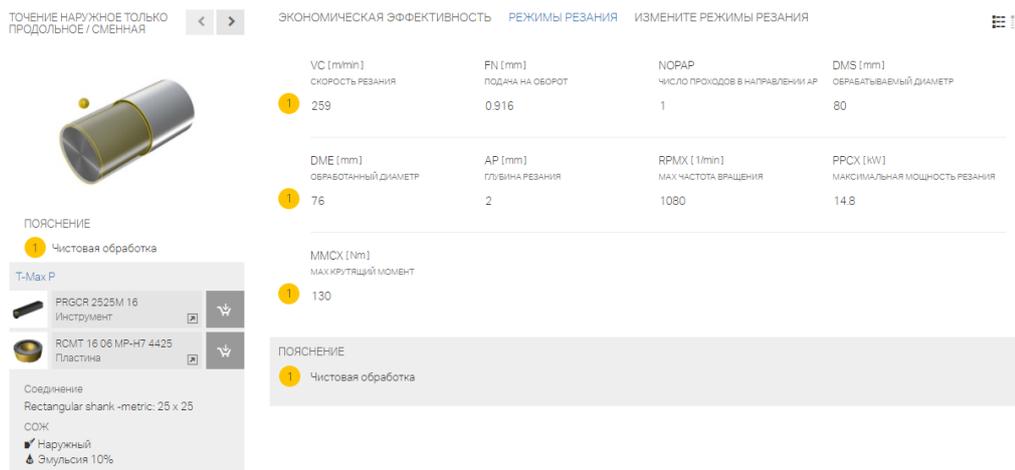


Рисунок 7 - Результаты автоматизированного расчета

Таблица 10 - Режимы резания

№ операции	№ перехода	Время обработки, сек	Скорость резания м/мин	Подача на оборот, мм	Число проходов в направлении AP	Глубина резания, мм	Частота вращения, 1/мин	Максимальная мощность резания, кВт
020	1	15,85	284	0,716	2	1,55	1650	9,6
	2	33,94	110	0,268	1	-	1610	8,85
	3	37,4	145	0,9	1	-	1650	1,79
	4	15,6	149	0,25	6	0,83	1650	1,42
	5	12,08	148	0,282	2	-	1650	5,22
025	1	12,17	284	0,716	2	1,55	1650	10,6
	2	15,6	149	0,25	6	0,83	1650	1,42
	3	67,16	228	0,06	43	0,7	1650	1,76
	4	13,78	148	0,282	4	-	1650	5,22
030	1	169,2	2,11	-	1	0,065	-	-
035	1	94,1	318	0,225	3	0,77	1650	3,29

2.7.2 Нормирование технологического процесса

Общее машинное время на каждую отдельную операцию рассчитывается как сумма машинного времени по всем переходам

Штучное время для каждой операции определяем по формуле:

$$T_{шт} = T_0 + T_в + T_{об} + T_{от}, \quad (20)$$

где T_0 – основное время операции, в данном случае совпадает с машинным;

$T_{об}$ - время, затраченное на обслуживание рабочего места;

$T_{от}$ - время перерывов на отдых;

$T_в$ – вспомогательное время на действия по обеспечению выполнения работ для каждой операции;

Вспомогательное время $T_в$ определяем по формуле:

$$T_в = T_{ус} + T_з + T_{уп} + T_{из}, \quad (21)$$

где $T_{ус} = 0,15$ мин – время, требуемое на установку и снятие детали [11, прил.5.1];

$T_з = 0,1$ мин – время, требуемое на закрепление и раскрепление детали [11, прил.5.7];

$T_{уп} = 0,3$ мин – время, затраченное управление станком [11, прил.5.8];

$T_{из} = 0,35$ мин – время, затраченное на измерение и контроль детали [11, прил.5.12].

Время, затраченное на обслуживание рабочего места $T_{об}$ рассчитывается по формуле:

$$T_{об} = T_{тех} + T_{орг}, \quad (22)$$

где $T_{орг}$ – организационное время на обслуживание рабочего места;

$T_{\text{тех}}$ – время технического обслуживания рабочего места.

Затраченное на техобслуживание рабочего места время $T_{\text{тех}}$ определяем по формуле:

$$T_{\text{тех}} = \frac{T_o \cdot P_{\text{тех}}}{T}, \quad (23)$$

где $P_{\text{тех}}$ – затраты времени на техобслуживание рабочего места, рассчитывается как процент от основного времени, принимаем $P_{\text{тех}} = 4\%$ [11, прил.5.20];

T – время стойкости одного инструмента.

Организационное время на обслуживание рабочего места $T_{\text{орг}}$ рассчитывается по формуле:

$$T_{\text{орг}} = T_{\text{оп}} \cdot P_{\text{орг}}, \quad (24)$$

где $T_{\text{оп}}$ – оперативное время работы, рассчитывается как сумма основного и вспомогательного времени;

$P_{\text{орг}} = 2\%$ – организационное время на обслуживание станка, принимается как доля от основного времени [11, прил.5.2].

Время перерывов на отдых $T_{\text{от}}$ рассчитываем по формуле:

$$T_{\text{от}} = T_{\text{оп}} \cdot P_{\text{от}}, \quad (25)$$

где $P_{\text{от}} = 6\%$ – время на отдых, рассчитывается как процент от основного времени [11, прил.5.2].

Расчет норм времени ведем с использованием программного комплекса Excel представлены в таблице 11.

Таблица 11 - Нормы времени

№ оп.	Наименование и содержание операции	Т _о мин	Т _в мин	Т _{тех} мин	Т _{орг} мин	Т _{от} мин	Т _{шт} мин
020	Токарная с ЧПУ	1,92	0,9	0,07	0,04	0,11	3,04
025	Токарная с ЧПУ	1,81	0,9	0,07	0,04	0,11	2,93
030	Протяжная	2,82	0,9	0,11	0,06	0,17	4,06
035	Токарная с ЧПУ	1,57	0,9	0,06	0,03	0,1	2,66
040	Контрольная	5	0,9	0,20	0,12	0,30	6,52
Итого							19,21

Полученное штучное время будем в дальнейшем использовать для расчета экономической эффективности.

3 Проектирование станочного приспособления

3.1 Проектирование станочного приспособления

3.1.1 Сбор исходных данных

Станочное приспособление проектируем для 035 токарной операции, операционный эскиз которой представлен на рисунке 8.

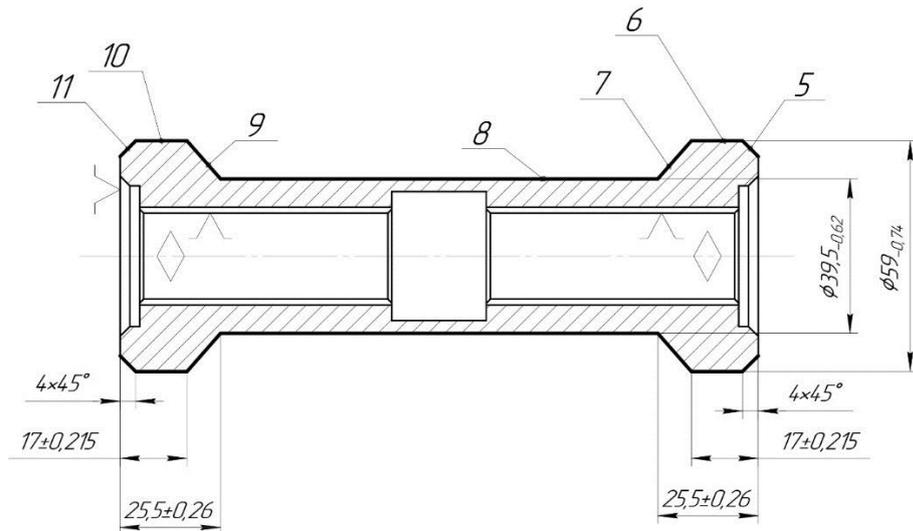


Рисунок 8 - Операционный эскиз

Деталь выполнена из стали 40, твердость 170 НВ. Требуемая шероховатость поверхности Ra12.5. Размеры и допуски проставлены на операционном эскизе.

Обработка производится на токарном станке с ЧПУ TC1625Ф3.

Подбор режущего инструмента и расчет режимов резания для данной операции произведен автоматизированным способом с помощью сервиса CoroPlusToolguide (<https://www.sandvik.coromant.com>).

Обработка черновая, ведется в 2 прохода, скорость резания для каждого прохода 228 м/мин, глубина резания 1,15 мм, подача 0,225 мм/об.

Обработку ведем резцом DDNNN 2020K 11 с пластиной DNMG 11 04 04-PM 4425.

Тип проектируемого приспособления – оправка цанговая.

3.1.2 Расчет сил резания

При точении сила резания раскладывается на составляющие:

- тангенциальная сила P_z ;
- радиальная сила P_y ;
- осевая сила P_x .

Каждую из составляющих находим по формуле

$$P_{z,y,x} = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p, \quad (26)$$

где $t = 0,77$ мм – принятая глубина резания;

$S = 0,225$ мм/об – принятая подача;

$V = 228$ м/мин – принятая скорость резания;

C_p – постоянная, принимается в зависимости от условий обработки;

x, y, n - показатели степени, принимается в зависимости от условий обработки;

$K_p = 0,85$ – поправочный коэффициент, принятый по [11] для резцов из твердого сплава по стали 40.

Постоянная и показатели степени для наружного растачивания конструкционной стали резцом с режущей частью из твердого сплава составляют [11]:

- для P_z : $C_p = 300, x = 1, y = 0,75, n = -0,15$;
- для P_y : $C_p = 243, x = 0,9, y = 0,6, n = -0,3$;
- для P_x : $C_p = 339, x = 1, y = 0,5, n = -0,4$.

Подставив значения в формулу 26 находим:

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 0,77^1 \cdot 0,225^{0,75} \cdot 228^{-0,15} \cdot 0,85 = 284,1 \text{ Н};$$

$$P_y = 10 \cdot 243 \cdot 0,77^{0,9} \cdot 0,225^{0,6} \cdot 228^{-0,3} \cdot 0,85 = 130,9 \text{ Н};$$

$$P_x = 10 \cdot 339 \cdot 0,77^1 \cdot 0,225^{0,5} \cdot 228^{-0,4} \cdot 0,85 = 120 \text{ Н}.$$

3.1.3 Расчет усилия зажима

При обработке на заготовку действуют силы резания, под действием которых заготовка стремится провернуться на оправке и силы трения от зажима оправкой, которые препятствуют провороту.

Усилие зажима должно быть не меньше сил стремящихся провернуть заготовку с учетом коэффициента запаса.

Принципиальная схема оправки с гофрированными втулками показана на рисунке 9. Под действием зажимного усилия P_3 втулки 2 упруго деформируются и вследствие чего увеличивается наружный диаметр втулок D_3 и уменьшается внутренний диаметр D_2 . Благодаря данной деформации втулки по внутреннему диаметру закрепляются на штоке, а наружным диаметром фиксируют заготовку 1. Геометрические размеры оправки и усилие зажима определяем по [14].

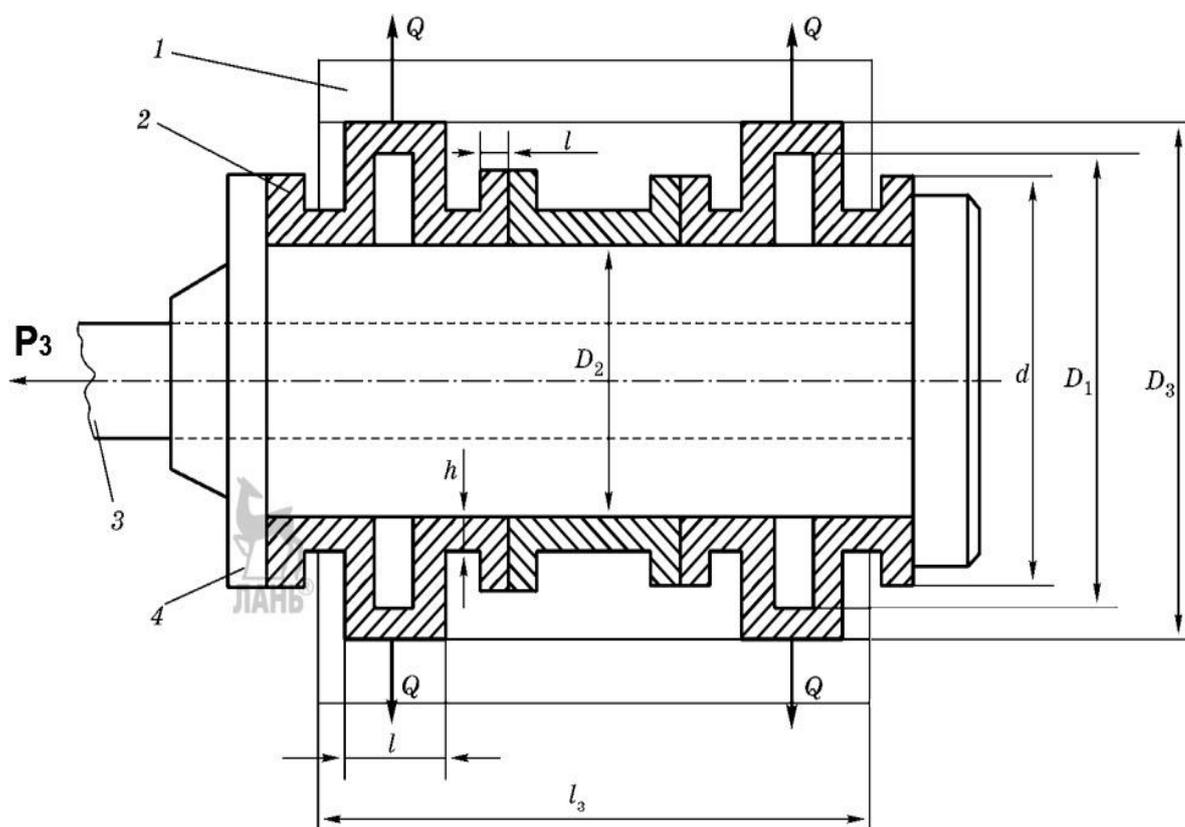


Рисунок 9 – Механизм с гофрированными втулками: 1 – заготовка; 2 – гофрированные втулки; 3 – шток; 4 – корпус

Крутящий момент, стремящийся повернуть заготовку, рассчитывается по формуле:

$$M_p = \frac{P_z \cdot D_p}{2}, \quad (27)$$

где $P_z = 284,1$ Н – рассчитанная тангенциальная сила резания;

$D_p = 60$ мм – диаметр обрабатываемой детали.

$$M_p = \frac{284,1 \cdot 60}{2} = 8523 \text{ Н} \cdot \text{мм}.$$

Перед расчетом оправки необходимо задаться геометрическими размерами втулки.

Исходя из величины и допуска диаметра D_3 заготовки [14, таблица 134] задаемся наружным рабочим диаметром D_H по формуле:

$$D_H = D_3 - 2\delta_{rap}, \quad (28)$$

где D_3 – диаметр базового отверстия заготовки;

δ_{rap} – гарантированный зазор между гофрой и заготовкой.

По таблице 133 [14] для диаметра базового отверстия D_3 находим величину гарантированного зазора $\delta_{rap} = 10$ мкм = 0,01 мм.

Тогда

$$D_H = 22 - 2 \cdot 0,01 = 21,98 \text{ мм}.$$

По результатам расчета задаемся геометрическими размерами втулки с учетом требований по допускам [14, таблица 133], чертеж которой представлен на рисунке 10.

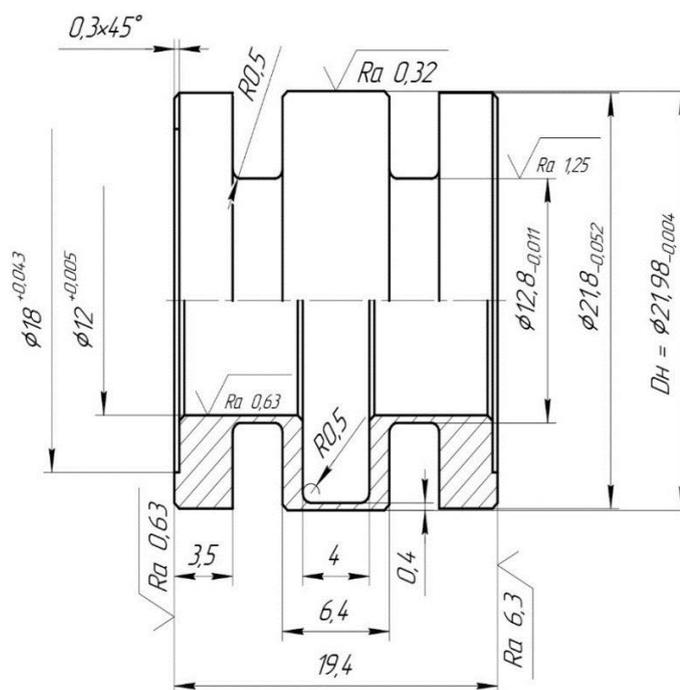


Рисунок 10 – Чертеж гофрированной втулки

Величину необходимого для зажима и центрирования заготовки увеличения наружного диаметра втулки определяем по формуле:

$$\Delta D = \delta_B + \delta_3 + 2\delta_{rap}, \quad (29)$$

где $\delta_B = 0,004$ мм – величина допуска наружного диаметра втулки (принимается по качеству h6);

$\delta_3 = 0,13$ мм – допуск на присоединительный диаметр закрепляемой детали (принимается по h11 по таблице 38 ГОСТ 6033-80)).

$$\Delta D = 0,004 + 0,13 + 2 \cdot 0,01 = 0,154 \text{ мм} = 154 \text{ мкм.}$$

Осевое сжимающее усилие гофрированной втулки вычисляют по формуле:

$$P_3 = \frac{\Delta D}{\chi}, \quad (30)$$

где $\chi = 0,0211$ мкм/Н - коэффициент, принимается по [14, таблица 134].

$$P_3 = \frac{154}{0,0211} = 7298 \text{ Н.}$$

Допускаемые напряжения в материале гофрированной втулке высчитываем по формуле:

$$\sigma_{max} = P_3 \cdot \psi, \quad (31)$$

где $\psi = 0,0917 \text{ 1/мм}^2$ – коэффициент, принимается по [14, таблица 134].

$$\sigma_{max} = 7298 \cdot 0,0917 = 669 \text{ МПа}$$

По таблице 133 подбираем материал втулки 50ХФА, закаленный до твердости 44 – 49 НРС.

Крутящий момент, гарантированно передаваемый оправкой вычисляем по формуле:

$$M_{кр} = 1,5 \cdot 10^{-4} \pi \cdot D_3^3 \cdot P_3 \cdot n \cdot \psi, \quad (32)$$

где n – минимальное количество втулок в оправке, принимаем $n=2$;

ψ – коэффициент прилегания, для шлицевой оправки принимаем $\psi = 0,35$.

Подставив вычисленные ранее значения в формулу 31, получим:

$$M_{кр} = 1,5 \cdot 10^{-4} \cdot 3,14 \cdot 22^3 \cdot 7298 \cdot 2 \cdot 0,35 = 25620 \text{ Н} \cdot \text{мм}$$

Для того, чтобы оправка удерживала заготовку, должно соблюдаться условие:

$$M_{кр} \geq K \cdot M_p, \quad (33)$$

где K – коэффициент запаса.

Величину коэффициента запаса K рассчитываем по формуле:

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6, \quad (34)$$

где K_0 – гарантированный коэффициент запаса, принимаем для любого закрепления $K_1 = 1,5$ [17, . 31];

K_1 – коэффициент, учитывающий наличие случайных неровностей на поверхности заготовки, для черновой обработки $K_1 = 1,2$ [17, с. 31];

$K_2 = 1$ – коэффициент, учитывающий увеличение сил резания вследствие затупления режущей кромки инструмента при точении, для точения сталей принимаем $K_2 = 1$ [17, с. 31];

K_3 – коэффициент, учитывающий увеличение сил резания при точении, для точения без ударов принимаем $K_3 = 1$ [17, с. 31];

K_4 – коэффициент, учитывающий постоянство развиваемых сил зажима, для пневматических устройств прямого действия принимаем $K_4 = 1$ [17, с. 31];

K_5 – коэффициент, учитывающий удобство расположения механизмов управления зажимного механизма, для механизированных приводов $K_5 = 1$ [17, с. 31];

K_6 – коэффициент, учитывающий наличие моментов, стремящихся повернуть заготовку, для приводов, заготовка в которых установлена плоскостью на опоры принимаем $K_6 = 1$ [17, с. 31].

Подставив данные в формулу 34, получим:

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

Согласно рекомендациям [14, таблица 133] коэффициент запаса не может быть менее 2,5, поэтому принимаем $K = 2,5$.

$$M_{кр} = 25620 \text{ Н} \cdot \text{мм} > 2,5 \cdot 8523 \text{ Н} \cdot \text{мм} = 21308 \text{ Н} \cdot \text{мм}$$

Условие выполняется, следовательно, усилие зажима будет удерживать заготовку.

3.1.4 Расчет и подбор силового привода

Усилие Q , создаваемое силовым приводом, рассчитываем по формуле:

$$Q = P_3 / i, \quad (35)$$

где $P_3 = 7298 \text{ Н}$ - осевое сжимающее усилие гофрированной втулки, вычисленное по формуле 30;

i – коэффициент усиления.

Коэффициент усиления по [14, таблица 133] рассчитывается по формуле:

$$i = 1,5 \cdot 10^{-4} \pi \cdot D_3^2 \cdot n, \quad (36)$$

где $D_3 = 22 \text{ мм}$ – диаметр базового отверстия заготовки;

$n = 2$ – количество втулок в оправке.

$$i = 1,5 \cdot 10^{-4} \cdot 3,14 \cdot 22^2 \cdot 2 = 0,456.$$

По формуле 35 высчитываем усилие, которое должен создавать силовой привод:

$$Q = 7298 / 0,456 \approx 16000 \text{ Н} = 1600 \text{ ДаН}.$$

По вычисленному усилию подбираем модель и тип силового привода. В первую очередь проработаем возможность использования пневматического привода согласно [9, с. 138], поскольку они проще, дешевле, а подвод сжатого воздуха легко организовать на любом производстве.

3.1.5 Расчет погрешности установки заготовки в приспособление

Расчет величины погрешности установки детали в оправке производим по формуле:

$$\varepsilon_y = \sqrt{\varepsilon_6^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_{пр}^2}, \quad (37)$$

где ε_6 – величина погрешности базирования;

ε_3 – величина погрешности закрепления;

$\varepsilon_{пр}$ – величина погрешности элементов приспособления.

Согласно рекомендациям [14, таблица 74] при обработке цилиндрической поверхности на разжимной оправке $\varepsilon_6 = 0$.

Согласно рекомендациям [14, таблица 77] при обработке цилиндрической поверхности на разжимной оправке при диаметре обработки до 80 мм $\varepsilon_3 = 0,07$ мм.

Величину погрешности элементов приспособления рассчитываем по формуле:

$$\varepsilon_{пр} = 0,5\sqrt{\Delta_1^2 + \Delta_2^2 + \Delta_3^2}, \quad (38)$$

где $\Delta_1 = 0,005$ мм – допуск наружного диаметра вала оправки D_1 (рисунок 12);

$\Delta_2 = 0,005$ мм – допуск на внутренний диаметр втулки D_2 (рисунок 12);

$\Delta_3 = 0,004$ мм – допуск на наружный диаметр втулки D_3 (рисунок 12).

Подставив значения в формулу 38, получим:

$$\varepsilon_{пр} = 0,5\sqrt{0,005^2 + 0,005^2 + 0,004^2} = 0,004 \text{ мм.}$$

Подставив полученные значения в формулу 37, получим величину погрешности установки:

$$\varepsilon_y = \sqrt{0^2 + 0,07^2 + 0,004^2} = 0,07 \text{ мм.}$$

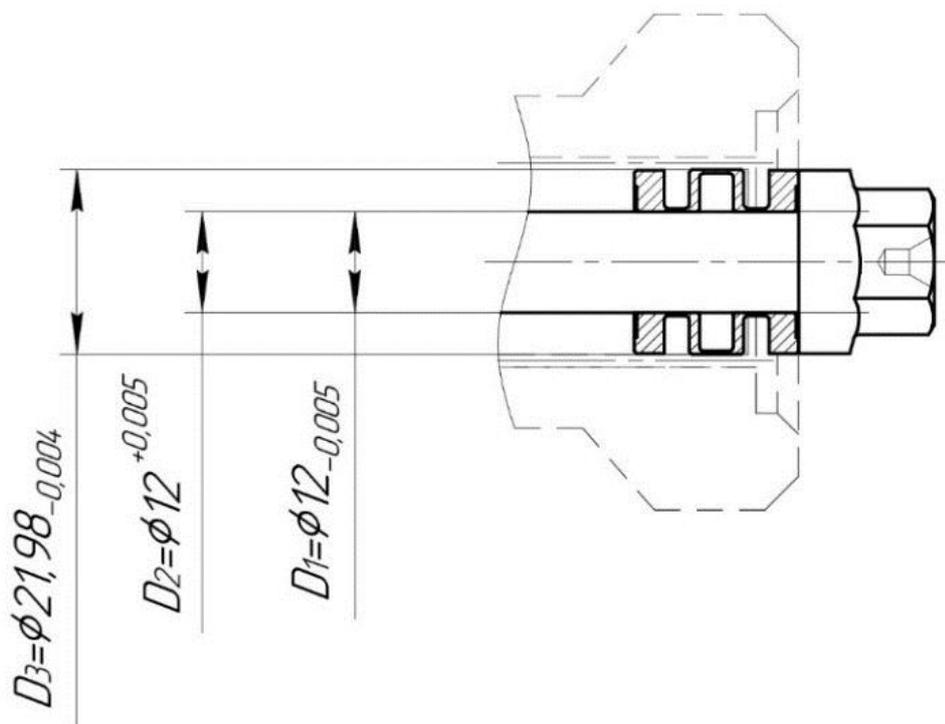


Рисунок 12 – Схема погрешности оправки

Погрешность установки должна быть меньше припуска на обрабатываемую поверхность. При установке на оправке обрабатывается наружный диаметр втулки с 14 квалитетом, при обработке диаметра 39,5, припуск составляет 0,62 мм

$\varepsilon_y = 0,07 \text{ мм} < 0,62 \text{ мм}$ – точность приспособления обеспечивает выполнение требуемых допусков.

3.1.6 Описание конструкции и работы приспособления

Рассчитанная оправка предназначена для крепления муфты на токарном станке с ЧПУ ТС1625Ф3.

Корпус 3 устанавливается на центрирующий конус фланца шпинделя токарного станка и крепится винтами. В корпусе имеется отверстие диаметром 16 мм, сквозь которое пропущен вал оправки 6, на валу насажены две гофрированные втулки 4, между которыми находится проставка 5. На одном

конце вала находится шестигранная головка с изготовленным центрирующим отверстием (это сделано для того, чтобы была возможность поджать край оправки вращающимся центром, установленном в задней бабке токарного станка), на другом конце нарезана резьба. Вал через переходник 2 соединен со штоком вращающегося пневмоцилиндра 1, который установлен на конце шпинделя и прикреплен к корпусу станка четырьмя винтами.

Оправка работает следующим образом. Заготовка надевается на оправку до тех пор, пока не упрется в корпус 3. При подаче воздуха на правый поршень пневмоцилиндра 1, шток смещается влево и через вал 6 давит на гофрированные втулки 4, которые под давлением деформируются и разжимают заготовку. После окончания обработки, подается сжатый воздух на левый поршень пневмоцилиндра, шток уходит вправо, выталкивая вал 6, в следствие чего давление с гофрированных втулок снимается, они под действием сил упругости распрямляются и прекращается давление на заготовку, после этого обработанную заготовку можно снимать с оправки.

3.2 Проектирование режущего инструмента

3.2.1 Сбор исходных данных

В данном разделе будем проектировать расточной канавочный резец, который планируется использовать для обработки поверхностей 19, 20, 21 на 025 токарной операции, переход 3.

Для данной операции нет возможности подобрать стандартный резец, поскольку заходное отверстие составляет 22 мм, следовательно, охватывающий диаметр резца не может превышать 21 мм. Вылет пластины резца быть 6 мм (так как глубина обрабатываемой канавки 5,5 мм). Длина вылета резца определяется глубиной расположения обрабатываемых поверхностей в детали и принимаем равной 100 мм.

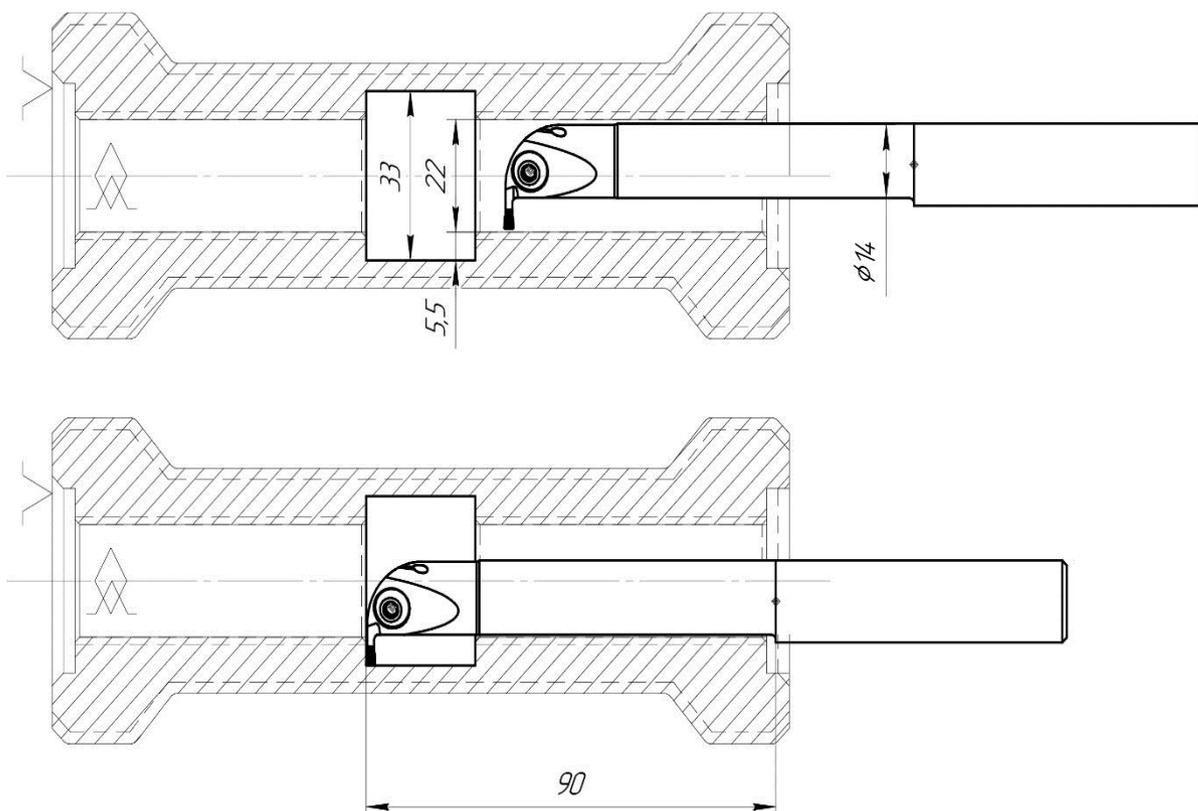


Рисунок 13 – Схема работы режущего инструмента

По рекомендациям сервиса CoroPlusToolguide была подобрана режущая пластина QI-NE-0239-0002-GF 1125, а так же подобраны режимы резания:

- $t = 0,7$ мм – принятая глубина резания;
- $S = 0,06$ мм/об – принятая подача;
- $V = 228$ м/мин – принятая скорость резания.

Корпус резца изготавливаем из 40Х [19] с $\sigma_b = 690$ МПа и $\sigma_{\text{н}} = 200$ МПа. Диаметр резца планируем с учетом диаметра заходного отверстия и принимаем 14 мм.

3.2.2 Расчет конструкции резца

Для расчета резца необходимо найти действующие на него силы, которые равны главной составляющей силы резания, величину которой находим по формуле 26.

Постоянная и показатели степени составляют [11]: $C_p = 408$, $x = 0,72$, $y = 0,8$, $n = 0$. Подставив данные коэффициенты, находим:

$$P_Z = 10 \cdot 478 \cdot 0,7^{0,72} \cdot 0,06^{0,8} \cdot 228^0 \cdot 0,85 = 330 \text{ Н};$$

Требуемый диаметр резца определяем по формуле:

$$d = \sqrt[3]{\frac{10 \cdot P_Z \cdot l}{\sigma_{и}}}, \quad (39)$$

где $l = 100 \text{ мм} = 0,1 \text{ м}$ – требуемая длина вылета резца.

$$d = \sqrt[3]{\frac{10 \cdot 330 \cdot 0,1}{200 \cdot 10^6}} = 0,01181 \text{ м} = 11,81 \text{ мм}$$

По конструктивным соображениям принимаем диаметр резца $d = 14 \text{ мм}$.

Максимальная нагрузка, ограниченная прочностью резца круглого сечения, рассчитывается по формуле:

$$P_{Z \max} = \frac{\pi d^3 \sigma_{и}}{32l} \approx \frac{d^3 \sigma_{и}}{10l}, \quad (40)$$

где $d = 14 \text{ мм} = 0,014 \text{ м}$ – принятый диаметр резца;

$l = 100 \text{ мм} = 0,1 \text{ м}$ - принятая длина вылета резца;

$\sigma_{и} = 200 \text{ МПа}$ - допустимое напряжение резца на изгиб.

$$P_{Z \max} = \frac{0,014^3 \cdot 200 \cdot 10^6}{10 \cdot 0,1} = 548,8 \text{ Н}.$$

Максимальная нагрузка, ограниченная жёсткостью резца круглого сечения, определяется по формуле:

$$P_{Z \text{ ж. max}} = \frac{3fEJ}{l^3} = \frac{3fE(0,05 \cdot d^4)}{l^3} = \frac{0,15fEd^4}{l^3}, \quad (41)$$

где $f = 0,05 \text{ мм}$ – допустимая стрела прогиба резца при окончательном точении;

$d = 0,014$ м – принятый диаметр резца;

$l = 0,1$ м – принятая длина вылета резца;

$E = 2 \cdot 10^{11}$ Па – модуль упругости материала резца.

$$P_{Z ж. max} = \frac{0,15 \cdot 0,05 \cdot 2 \cdot 10^{11} \cdot 0,014^4}{0,1^3} = 576 \text{ Н.}$$

Необходимо, чтобы выполнялись условия:

$$\begin{cases} P_Z \leq P_{Z max} \\ P_Z \leq P_{Z ж. max} \end{cases} \quad (42)$$

$$\begin{cases} 330 < 548,8 \text{ – условие выполняется;} \\ 330 < 576,6 \text{ – условие выполняется.} \end{cases}$$

3.2.3 Описание конструкции резца

Резец сборный состоит из пластины 1 (код QI-NE-0239-0002-GF 1125 производства Sandvik Corp), которая вставлена в крепление корпуса резца 2 и фиксируется при помощи винта 3. Зажим происходит вследствие прижима режущей пластины посредством верхней части державки.

Сборочный чертеж резца находится в графической части данной работы.

4 Безопасность и экологичность технического объекта

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

Заготовка для изготовления детали изготавливается методом литья металла по выплавляемым моделям, для изготовления детали необходимо пропустить заготовку через операции нормализации, токарную и протяжную операции.

Собранная информация по техническому объекту согласно рекомендациям [15] представлена в таблице 12.

Таблица 12 – Технологический паспорт технического объекта

Технологический процесс	Технологическая операция, вид выполняемых работ	Наименование должности работника, выполняющего технологический процесс, операцию	Оборудование, техническое устройство, приспособление	Материалы, вещества
Литье по выплавляемым моделям	Заготовительная операция	Модельщик по выплавляемым моделям, литейщик	Вакуумная литейная установка	Металл, воск, керамическая суспензия с кварцевым песком
Нормализация	Термообработка	Термист	Печь шахтная ПШЗ 5.10/12 И1	Металл
Точение	Токарная операция	Оператор станков с ЧПУ	Токарный станок с ЧПУ ТС1625Ф3	Металл, СОЖ
Протягивание	Протяжная операция	Протяжчик	Горизонтально-протяжной полуавтомат 7Б55	Металл, СОЖ

4.2 Идентификация профессиональных рисков

Идентификация профессиональных рисков указана в таблице 13.

Таблица 13 – Идентификация профессиональных рисков

Производственно-технологическая или эксплуатационно-технологическая операция, вид выполняемых работ	Опасный или вредный производственный фактор	Источник опасного /или вредного производственного фактора
Заготовительная операция	Пары металлов, токсичные газы, мелкодисперсная пыль, высокая температура в помещении, высокий уровень шума, вибрации, движение машин и механизмов, подвижные части станков.	Вакуумная литейная установка; транспортные и грузоподъемные механизмы, машины для приготовления формовочных смесей
Термообработка	Пары металлов, токсичные газы, мелкодисперсная пыль, высокая температура в помещении, высокий уровень шума, вибрации, движение машин и механизмов.	Печь шахтная ПШЗ 5.10/12 И1
Токарная операция	Пары металлов, токсичные газы, мелкодисперсная пыль, высокая температура в помещении, высокий уровень шума, вибрации, движение машин и механизмов, подвижные части станков,двигающиеся изделия, токсичное раздражение (СОЖ)	Токарный станок с ЧПУ ТС1625Ф3, транспортные и грузоподъемные механизмы.
Протяжная операция	Пары металлов, токсичные газы, мелкодисперсная пыль, высокая температура в помещении, высокий уровень шума, вибрации, движение машин и механизмов передвигающиеся изделия, токсичное раздражение (СОЖ)	Горизонтально-протяжной полуавтомат 7Б55, транспортные и грузоподъемные механизмы.

4.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков

Проанализировав выявленные профессиональные риски, указанные в таблице 13, необходимо подобрать мероприятия и технические средства по [15], призванные уменьшить влияние негативных факторов, либо полностью исключить их влияние на работника. Подобранные методы, призванные защитить людей, указаны в таблице 14.

Таблица 14 – Организационно-технические методы и технические средства устранения либо снижения негативного воздействия опасных и вредных производственных факторов

Опасный и/или вредный производственный фактор	Организационно-технические методы и технические средства защиты, частичного либо полного устранения опасного производственного фактора	Средства индивидуальной защиты работника
Пары металлов	Установка систем приточно-вытяжной вентиляции	Респиратор/противогаз, защитные очки
Выбросы токсичных газов	Установка систем приточно-вытяжной вентиляции	Респиратор/противогаз, защитные очки
Мелкодисперсная пыль, мелкая стружка	Установка систем приточно-вытяжной вентиляции	Респиратор/противогаз, защитные очки
Повышенная температура	Соблюдение правил техники безопасности, ограждение опасных участков	Защитная термоодежда, металлургические краги
Движущиеся машины и механизмы	Соблюдение правил техники безопасности, ограждение опасных участков	Защитная каска
Подвижные части производственного оборудования	Соблюдение правил техники безопасности, защитные экраны	Рабочая спецодежда, каска, защитные очки
Токсичное раздражение (СОЖ)	Применение приточно-вытяжной вентиляции, защитные экраны	Респиратор, защитная одежда, защитные очки

4.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта

В данном разделе необходимо проанализировать производство на предмет возможных очагов возникновения пожара, разработать методы предупреждения и предотвращения возникновения возгораний согласно рекомендаций [15].

4.4.1 Идентификация опасных факторов пожара

Идентификация опасных факторов пожара указана в таблице 15.

Таблица 15 – Идентификация классов и опасных факторов пожара

Участок, подразделение	Оборудование	Класс пожара	Опасные факторы пожара	Сопутствующие проявления факторов пожара
Участок литья металлов, термоучасток	Вакуумная литейная установка, печь шахтная ПШЗ 5.10/12 И1	Класс D (связанные с горением или воспламенением металлов)	Расплавленный металл, искры, пламя, тепловой поток, высокая температура окружающей среды	Замыкание высокого электрического напряжения на токопроводящие части технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества, негативные термохимические воздействия от используемых при пожаре огнетушащих веществ
Участок механической обработки	Токарный станок с ЧПУ ТС1625Ф3, горизонтально-протяжной полуавтомат 7Б55, транспортные и грузоподъемные механизмы.	Класс Е (пожары, связанные с воспламенением и горением веществ и материалов электроустановок, находящихся под электрическим напряжением)	Искры, пламя, тепловой поток, повышенная температура окружающей среды	Замыкание высокого электрического напряжения на токопроводящие части технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества

4.4.2 Разработка технических средств и организационных мероприятий по обеспечению пожарной безопасности заданного технического объекта

В данном разделе подбираем организационные мероприятия и средства, призванные защитить предприятие от пожара. Результаты выбора заносим в таблицу 16.

Таблица 16 – Технические средства обеспечения пожарной безопасности

Первичные средства пожаротушения	Мобильные средства пожаротушения	Средства пожарной автоматики	Пожарное оборудование	Средства индивидуальной защиты и спасения людей при пожаре	Пожарный инструмент (механизированный и немеханизированный)	Пожарные сигнализация, связь и оповещение
Огнетушители, ящики с песком, пожарные краны с рукавом, багры, лопаты, ведра	Пожарный автомобиль	Извещатели пожарные, технические средства оповещения и управления эвакуацией пожарные	Пожарные стволы и рукава, пожарный щит	Противогазы, защитная одежда, носилки, тросы	Пожарные багры, лопаты, топоры крюки ведра, лебедки	Датчики дыма и огня, аварийное освещение, автоматическое оповещение, сирены

4.4.3 Организационные мероприятия по предотвращению пожара

Помимо мер пожаротушения необходимо так же разработать мероприятия, направленные на предотвращение возникновения пожаров, а также исключение опасных факторов, приводящих к их появлению. Принятые меры показаны в таблице 17.

Таблица 17 – Организационные мероприятия по обеспечению пожарной безопасности

Наименование технологического процесса, используемого оборудования в составе технического объекта	Наименование видов реализуемых организационных (организационно-технических) мероприятий	Предъявляемые нормативные требования по обеспечению пожарной безопасности, реализуемые эффекты
Цех механической обработки (оборудование вакуумная литейная установка, печь шахтная ПШЗ 5.10/12 И1, токарный станок с ЧПУ ТС1625Ф3, горизонтально-протяжной полуавтомат 7Б55, транспортные и грузоподъемные механизмы)	Регулярное проведение учений по противопожарной безопасности, контроль соблюдения требований техники безопасности, установка автоматической пожарной сигнализации, периодическая поверка средств пожаротушения	Обустройство цеха автоматической системой пожарной сигнализации и пожаротушения, регулярное проведение инструктажей по противопожарной безопасности и контроль за ее соблюдением, оборудование противопожарных щитов, оборудование отдельных мест для курения

4.5 Обеспечение экологической безопасности рассматриваемого технического объекта

В данном разделе необходимо произвести анализ негативного воздействия, которое оказывает работа цеха по изготовлению проектируемого изделия на окружающую среду. На основании данного анализа разработать мероприятия и технические решения по снижению негативного воздействия, производимым предприятием. При работе необходимо учитывать действующие нормативные документы согласно рекомендациям [18].

4.5.1 Идентификация негативных экологических факторов

На основании действующего законодательства произвести анализ негативного экологического воздействия, возникающего при работе предприятия на окружающую среду. Результаты анализа представлены в таблице 18.

Таблица 18 – Идентификация негативных экологических факторов технического объекта

Наименование технического объекта	Структурные составляющие технического объекта	Негативное экологическое воздействие технического объекта на атмосферу	Негативное экологическое воздействие технического объекта на гидросферу	Негативное экологическое воздействие технического объекта на литосферу
Цех механической обработки	Вакуумная литейная установка, печь шахтная ПШЗ 5.10/12 И1, токарный станок с ЧПУ ТС1625Ф3, горизонтально-протяжной полуавтомат 7Б55, транспортные и грузоподъемные механизмы	Пары металлов, газы, пыль	Масла, эмульсии (СОЖ), взвешенная пыль	Стружка, масла, эмульсии (СОЖ), отходы металла (брак),

4.5.2 Мероприятия по снижению негативного воздействия

Мероприятия по снижению негативного воздействия на окружающую среду указаны в таблице 19.

Таблица 19 – Разработанные мероприятия по снижению негативного воздействия на окружающую среду

Наименование технического объекта	Цех механической обработки
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на атмосферу	Применение вытяжной вентиляции с системой фильтров (грубой очистки G2-G4 и тонкой очистки F7-F9), призванными улавливать выбросы в атмосферу, своевременная замена фильтрующих элементов
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на гидросферу	Перевод водоснабжения предприятия на замкнутый цикл; все жидкие отходы сливать в емкости, которые хранятся в определенных местах и в дальнейшем утилизируются специализированными фирмами
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на литосферу	Все отходы разделять и хранить в отдельных емкостях на специально оборудованных участках, в дальнейшем сдавать их на переработку

4.6 Заключение по разделу «безопасность и экологичность технического объекта»

В разделе были проанализированы факторы безопасности и экологичности процесса изготовления детали «предохранительная муфта». В процессе работы были проанализированы следующие факторы:

- проанализированы риски для работников на каждой стадии изготовления;
- выявлены риски возникновения пожара при производстве;
- установлены вредные факторы, влияющие на окружающую среду.

На основании полученных факторов были приведены следующие рекомендации по снижению опасностей:

- на каждой из операции для работников были разработаны мероприятия и подобраны средства защиты, призванные сократить риски для жизни;
- разработаны противопожарные мероприятия на планируемом участке производства;
- разработаны мероприятия для снижения негативных факторов влияния работы предприятия на окружающую среду.

5 Экономическая эффективность работы

В данном разделе рассчитаем экономическую эффективность от использования приспособления, рассчитанном в разделе 4 данной работы, для этого проведем его сравнение с базовым вариантом обработки и определим экономический эффект от использования оправки согласно рекомендаций [16].

В обоих вариантах сравнения будет производиться расчет затрат на обработку одних и тех же поверхностей (поверхности 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11) операции 35, расположение которых показано на рисунке 14. Обработка данных поверхностей происходит в самом конце, поскольку из-за назначения данной муфты, в ней присутствует ослабленный элемент, который должен разрушаться при превышении расчетных нагрузок. Данный элемент так же может разрушиться при протягивании, поэтому снаружи муфты оставляем слой металла для увеличения жесткости на протяжной операции.

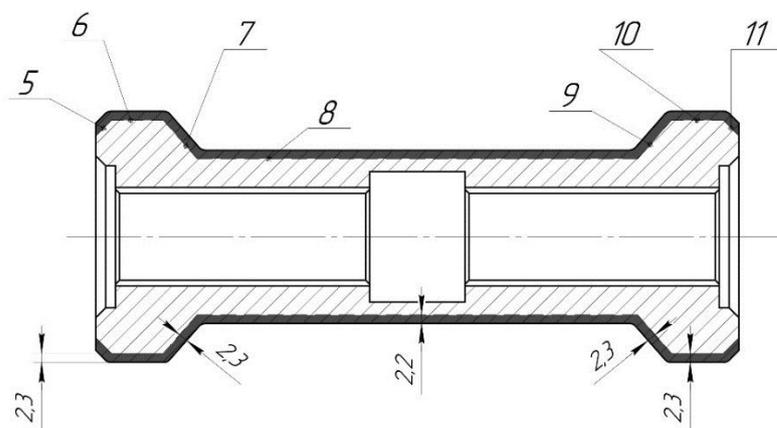


Рисунок 14 – Схема обрабатываемых поверхностей в сравниваемых вариантах

Для дальнейшего расчета потребуются следующие параметры:

- масса заготовки $M_3 = 2,332$ кг;
- масса готовой детали $M_д = 1,346$ кг;
- материал сталь 40Л;
- годовая программа выпуска $P_г = 10000$ шт/год.

5.1 Описание вариантов обработки

5.1.1 Базовый вариант обработки

Обработка производится на токарном станке с ЧПУ TC1625Ф3, деталь зажимается в самоцентрирующемся трёхкулачковом пневматическом патроне, силовым приводом в котором является пневмоцилиндр двухпоршневой ЦПВ-200.2К.

Обработка происходит в 2 установа, наладка которых показана на рисунке 15.

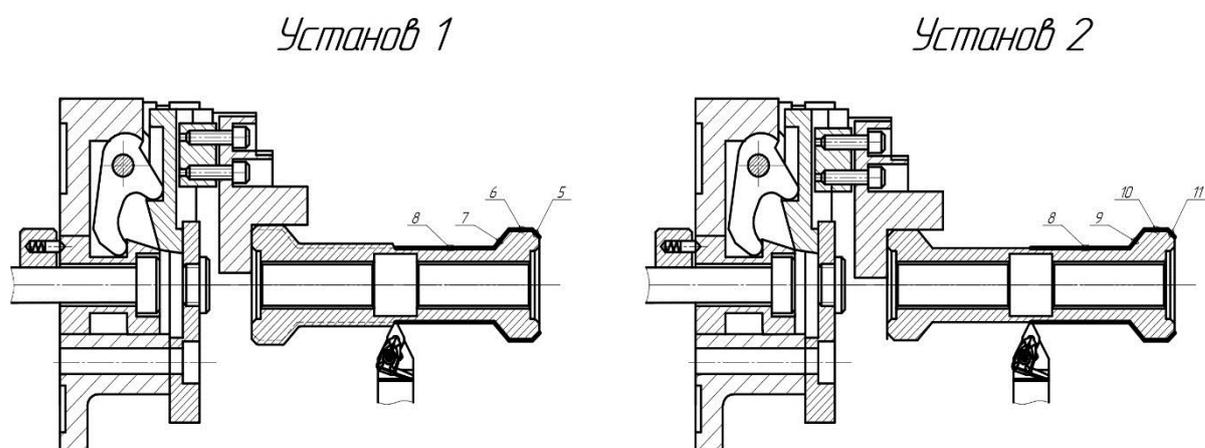


Рисунок 15 – Наладки базового варианта обработки

На первом установе обрабатываются поверхности 5, 6, 7 и половина поверхности 8, на втором установе обрабатываются поверхности 9, 10, 11 и оставшаяся часть поверхности 8.

В данном варианте возможны примерно исправимого брака $B_{и.баз} = 6\%$ от несоосности наружных поверхностей со шлицевыми, шероховатостей в месте стыковки обработки и от погрешностей, а так же окончательного брака $B_{о.баз} = 1,5\%$ от поломки детали на втором установе в ослабленном месте и от случайных причин.

Затраты времени на обработку в данном варианте основное время $T_{о.баз} = 1,57$ мин, штучное время $T_{шт.баз} = 3,72$ мин

5.1.2 Проектируемый вариант обработки

Обработка производится на токарном станке с ЧПУ TC1625Ф3, деталь зажимается в проектируемой оправке с гофрированными втулками, силовым приводом в которой является пневмоцилиндр двухпоршневой ЦПВ-200.2К.

Обработка происходит за один установ, наладка которого показана на рисунке 16.

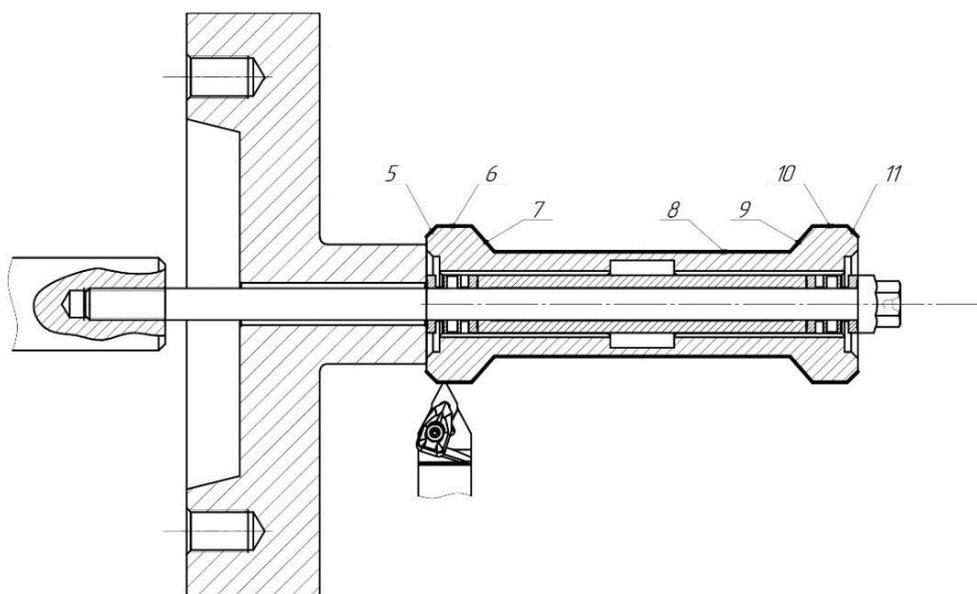


Рисунок 16 – Наладка проектируемого варианта обработки

В данном варианте обработки за один установ обрабатываются поверхности 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11.

В данном варианте возможны примерно исправимого брака $B_{и.пр} = 1\%$ от погрешностей, а также окончательного брака $B_{о.пр} = 0,5\%$ от случайных причин. Низкие показатели брака получаются из-за того, что оправка фиксирует и передает крутящий момент на обе части муфты, разгружая ее ослабленный участок, а также обеспечивает соосность отверстия и наружных поверхностей.

Затраты времени на обработку в данном варианте основное время $T_{о.пр} = 1,57$ мин, штучное время $T_{шт.пр} = 2,66$ мин

5.2 Расчет эффективности сравниваемых вариантов обработки

Из описания вариантов видно, что изделия изготавливаются из одинаковых заготовок, на одинаковых станках, используются одинаковые пневматический зажим и режущие инструменты. Поэтому все вышеперечисленные факторы в расчет включать не будем, поскольку они никакого влияния на конечный результат не окажут.

Факторы, влияющие на экономическую эффективность, которые будут учитываться в дальнейших расчетах:

- затраты на оснастку;
- прибыль от снижения штучного времени на 35 операцию;
- прибыль от уменьшения количества брака.

Таким образом экономический эффект от внедрения нового способа обработки будет считаться по формуле:

$$\mathcal{E} = \Pi_{шт} + \Pi_{бр} - \mathcal{Z}_{осн}, \quad (43)$$

где $\Pi_{шт}$ – прибыль от снижения времени обработки;

$\Pi_{бр}$ – прибыль от уменьшения количества брака;

$\mathcal{Z}_{осн}$ – затраты на оснастку.

Затраты на оснастку складываются из разницы в стоимости затрат на оснастку в рассматриваемых вариантах и затрат на переоснащение станков, но поскольку нормы времени на переоснащение для обоих вариантов одинаковые, то в расчет затрат на оснастку ее включать не будем и формула примет следующий вид:

$$\mathcal{Z}_{осн} = C_{осн.пр} - C_{осн.баз}, \quad (44)$$

где $C_{осн.пр} = 68400$ руб – стоимость проектируемой оснастки с гофрированными втулками (см. приложение В);

$C_{\text{осн.баз}} = 54700$ руб – стоимость оснастки в базовом варианте (пневматический самозажимной патрон).

Тогда $Z_{\text{осн}} = 68400 - 54700 = 14700$ руб.

Прибыль от снижения времени на обработку считаем по формуле:

$$P_{\text{шт}} = \frac{(T_{\text{шт.баз}} - T_{\text{шт.пр}}) \cdot C_{\text{шт}}}{60} \cdot P_{\Gamma}, \quad (45)$$

где $C_{\text{шт}}$ – затраты на единицу времени, принимаем $C_{\text{шт}} = 69.4$ руб/час [12].

Подставив ранее вычисленные значения, получим:

$$P_{\text{шт}} = \frac{(3.72 - 2.66) \cdot 69.4}{60} \cdot 10000 = 12260 \text{ руб.}$$

Прибыль от уменьшения количества брака рассчитывается по следующей формуле [16]:

$$P_{\text{бр}} = P_{\text{бр.испр}} + P_{\text{бр.о}}, \quad (46)$$

где $P_{\text{бр.испр}}$ – ожидаемая прибыль от уменьшения исправимого брака;

$P_{\text{бр.о}}$ – ожидаемая прибыль от уменьшения окончательного брака;

При выявлении исправимого брака на 35 операции необходимо будет заново провести чистовое обтачивание, в таком случае считаться прибыль будет по формуле:

$$P_{\text{бр.испр}} = \frac{(B_{\text{и.баз}} - B_{\text{и.пр}})}{100} \cdot T_{\text{шт.пр}} \cdot \frac{C_{\text{шт}}}{60} \cdot P_{\Gamma} \quad (47)$$

Подставив ранее вычисленные или принятые в данном разделе значения в формулу 47, получим:

$$P_{\text{бр.испр}} = \frac{(6-1)}{100} \cdot 2.66 \cdot \frac{69.4}{60} \cdot 10000 = 1538 \text{ руб}$$

При выявлении неисправимого брака заготовка выкидывается. Поскольку операция 35 является заключительной, то в утиль уходит фактически готовая деталь. Исходя из таких предпосылок, формула для расчета согласно [16] будет иметь следующий вид:

$$П_{бр.о} = \frac{(B_{о.баз} - B_{о.пр})}{100} \cdot C_{т_{отл}} \cdot M_з \cdot П_г, \quad (48)$$

где $C_{т_{отл}}$ – технологическая себестоимость изготовления детали из отливки

Ранее в разделе 2.2 данной работы мы по формуле 4 высчитали, что $C_{т_{отл}} = 91.18$ руб/кг.

Подставив ранее вычисленные или принятые в данном разделе значения в формулу 48, получим:

$$П_{бр.о} = \frac{(1.5 - 0.5)}{100} \cdot 91.18 \cdot 2.332 \cdot 10000 = 21263 \text{ руб.}$$

Подставляем вычисленные значения в формулу 44:

$$П_{бр} = 1538 + 21263 = 22801 \text{ руб.}$$

Тогда экономический эффект от использования проектируемой оправки составит:

$$Э = 12260 + 21263 - 14700 = 18823 \text{ руб.}$$

Исходя из вышеприведенного расчета можно сделать вывод, что проектируемая оснастка хотя и обходится дороже, чем стандартный пневматический патрон, но окупается за счет уменьшения времени обработки и снижения доли брака при обработке.

Заключение

В ходе работы был разработан технологический процесс изготовления предохранительной муфты.

Расчет и проектирование технологических процессов проводили для массового типа производства с учетом оборудования, присущего ему, в основном применялись станки с ЧПУ.

В процессе написания выпускной квалификационной работы были произведены следующие исследования:

- проведен анализ материала, выявлено, что у него хорошая обрабатываемость резанием;
- в зависимости от плана производства выбран его тип - крупносерийный;
- исследованы два метода получения заготовки и выбран оптимальный;
- составлен маршрут обработки;
- спроектирована технологическая оснастка;
- спроектирован режущий инструмент;
- проанализирована безопасность и экологичность технического объекта, выпускающего проектируемую продукцию;
- посчитан экономический эффект от внедрения прогрессивных методов обработки.

В процессе прохождения практики, все цели и задачи, которые я ставил в начале своего пути, были мною достигнуты и проработаны.

Изменения, внесенные в техпроцесс изготовления детали позволили достичь основных целей проекта, обеспечить заданный объем выпуска деталей, снизить себестоимость ее изготовления и повысить качество изготовления по сравнению с базовым вариантом технологического процесса.

Список использованной литературы

1. Звонцов, И.Ф. Разработка технологических процессов изготовления деталей общего и специального машиностроения : учебное пособие / И.Ф. Звонцов, К.М. Иванов, П.П. Серебrenицкий. – 2-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2019. – 696 с. – ISBN 978-5-8114-4520-2. – Текст: электронный // Лань : электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/121985>.
2. Расторгуев, Д.А. Разработка плана изготовления деталей машин : учебно-методическое пособие / Д.А. Расторгуев.– Текст: электронный. – Тольятти : Изд-во ТГУ, 2013. – 51 с.
3. Расторгуев, Д.А. Проектирование технологических операций: электронное учебно-методическое пособие / Д.А. Расторгуев. –Тольятти :Изд-во ТГУ, 2015. – 140 с. – Текст: электронный.
4. Курсовое проектирование по предмету «Технология машиностроения» под редакции И.С. Добрыднева. М: машиностроения, 1985год.
5. Технология машиностроения под редакции В.В. Данилевский 1971год.
6. Курсовое проектирования под редакции Конд. Технологической науки доц. А.Ф. Горбачевича.
7. Справочник технолога-машиностроения под редакции А.Н.Малова.
8. Мамаев В.С., Осипов Е.Г. Основы проектирования машиностроительных заводов. М., "Машиностроение", 1974г.
9. Материалы и технология-машиностроения под редакции Н.Г.Чумак.
10. Справочник инструментальщика / И.А. Ординарцев, Г.В. Филиппов и др.; Под общ. ред. И.А. Ординарцева – Л. Машиностроение, 1987.

11. Справочник технолога-машиностроителя. Т.2./Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. - М.: Машиностроение, 1986, с.275.
12. Разработка технологических процессов изготовления деталей машин: Методические указания к выполнению курсового проекта по дисциплине «Технология машиностроения»/ Козлов А.А., Кузьмич И.В., Солдатов А.А. – Тольятти: ТГУ, 2019. 210 с.
13. В.А. Скрябин, А.Н. Машков, Ю.И. Просвирнин Назначение режимных параметров при проектировании операций формообразования: методические указания к практическим занятиям. - Пенза: Изд-во ПГУ, 2012.
14. Антонюк В. Е. Конструктору станочных приспособлений.: Справочное пособие. – Минск: Беларусь, 1991. – 400 с.: ил.
15. Горина Л.Н., Фесина М.И. Раздел выпускной квалификационной работы «Безопасность и экологичность технического объекта». Уч.-методическое пособие. - Тольятти: изд-во ТГУ, 2016. –51 с.
16. Зубкова Н.В. Расчет экономической эффективности: Методическое пособие. Тольятти: ТГУ, 2006. – 123 с.
17. Иванов И. С. Расчет и проектирование технологической оснастки в машиностроении [Электронный ресурс] : учеб. пособие / И. С. Иванов. - Москва : ИНФРА-М, 2015. - 198 с.
18. Горина Л. Н. Промышленная безопасность и производственный контроль [Электронный ресурс] : электрон. учеб. пособие / Л. Н. Горина, М. И. Фесина, Т. Ю. Фрезе ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Управление пром. и экол. безопасностью". - Тольятти : ТГУ, 2014. - 271 с.
19. Солоненко В. Г. Резание металлов и режущие инструменты [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В. Г. Солоненко, А. А. Рыжкин. - Москва : ИНФРА-М, 2016. - 416 с.
20. Технология машиностроения [Электронный ресурс] : выпускная квалификационная работа для бакалавров : учеб. пособие / Н. М. Султан-заде [и др.]. - Москва : Форум : ИНФРА-М, 2016. - 288 с.

Приложение В

Коммерческое предложение на изготовление проектируемой оснастки



разработка, производство, продажа и сопровождение
инструмента для прессования алюминиевых профилей

Исх. № 178/5
От 07 мая 2022 г

Начальнику участка
корректировки инструмента
ООО «БК-Алпроф»
Третьякову Е.В.

Уважаемый Евгений Владимирович!

Стоимость изготовления детали «Токарная оправка с гофрированными втулками диаметром 22 мм» составляет 965 евро.
Срок изготовления – 30 рабочих дней с момента подписания заказа.

С уважением,

Директор ООО «АСИ»



С.И. Чернявская

40007, Украина, г. Сумы, ул. Воеводина, 25
тел./факс: +380 542 64-00-04, тел.: +380 542 705 299, тел.: +38 050 444 05 72
e-mail: asi-ukraine@list.ru, <http://www.asi-ukraine.com>

Приложение Г

Маршрутная карта

ГОСТ 3.1105-74 Форма 2

Инв. № подл.		Подпись и дата		Взам. инв. №		Инв. № дубл.		Подпись и дата					
Тольятти: ТГУ				Маршрутная карта				*****					
								Муфта				Литера	A
Материал				Код	Код единицы величины	Масса детали	Заготовка				Ед. нормирования	Норма расхода	Кодф. исп. материала
наименование, марка							Код и вид	профиль и размеры	код дет.	Масса			
Сталь 40Л ГОСТ 977-88				2	1,346	162x59		1	2,332	1			
цеха	Номер		Наименование и содержание операции	Оборудование (код, наименование, инвентарный номер)	Приспособление и вспомогательный инструмент (код, наименование)	Коэф. штучного времени	Код проф. азр. раб.	Кол. одн. ед. нор- обраб. дет.	Код тариф.	Объем производственной партии	Т шт.		
	участка	операции											
		000	Литье			13392	1	1		236			
		010	Термообработка			19100	1	1		236			
		015	Очистная	Render W 200 AM		19100	1	1		236			
Разраб.												Лист	
Проверил.												1	
												Лист.	
												2	
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Н. контр.			

Продолжение приложения Г

ГОСТ 3.1105-74 Форма 2а

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

цеха	Номер		Наименование и содержание операции	Оборудование (код, наименование, инвентарный номер)	Приспособление и вспомогательный инструмент (код, наименование)	Коэф. штучного времени	Код проф. разр. раб.	Кол. раб. ед. нор. обраб. дет.	Код тариф.	Объем производственной партии	Т изд.								
	участка	операции									код профессии	код вида	Т шт.	Т шт.					
		020	Токарная с ЧПУ	Токарный станок с ЧПУ TC1625Ф3		19149	1	1		236	3.04								
		025	Токарная с ЧПУ	Токарный станок с ЧПУ TC1625Ф3		19149	1	1		236	2.93								
		030	Протяжная	Горизонтально-протяжной полуавтомат 7Б55		17485	1	1		236	4.06								
		035	Токарная с ЧПУ	Токарный станок с ЧПУ TC1625Ф3		19149	1	1		236	2.66								
		040	Контрольная	Стол БТК		12968	1	1		236	6.52								
												Лист							
												2							
Изм.		Лист		№ докум.		Подпись		Дата		Изм.		Лист		№ докум.		Подпись		Дата	

Приложение Д

ОК и КЭ на 020 операцию

ГОСТ 3.1404-74 Форма 1

Инв. № подл.		Подпись и дата		Взам. инв. №		Инв. № дубл.		Подпись и дата					
Тольятти: ТГУ			Операционная карта механической обработки					*****		Муфта			
Ном цеха	Ном. уча- стка	Ном. опер- ации	Наименование операции				Наименование и марка материала		Масса детали	Заготовка			
										профиль и размеры	твердость	масса	
		020	Токарная с ЧПУ										
Кол. одн. обраб. дет.		Оборудование (наименование, модель)				Приспособлен. (код и наименование)				Охлаждение			
		Токарный станок с ЧПУ TC1625Ф3								СОЖ			
Ном. перех	Содержание перехода		Инструмент (код и наименование)			Расчетн. разм.		Режим обработки			T _o	T _B	
			вспомогательный	режущий	измерительный	диаметр ширина	длина	S	n	V			
	Произвести наладку станка												
1.	Точить поверхности 10 и 12 согласно эскизу.		Державка TC80 VDI40	Резец PRGCR 2020K 12	Штангенциркуль (150 мм, 0.05 мм)	63	15			0,716	1650	284	
			Патрон 7100-0009П	RCMT 12 04 MP-H7 4425	ЧИЗ ШЦ-1 26322								
									Разраб.				Лист
									Проверил.				1
													Лист.
		Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Н. контр.	2

Продолжение приложения Д

ГОСТ 3.1404-74 Форма 1а

Инв. № подл.		Подпись и дата		Взам. инв. №		Инв. № дубл.		Подпись и дата							
						Номер опер.		020		*****					
Ном. перех.	Содержание перехода	Инструмент (код и наименование)			Расчетн. разм.		Режим обработки			Т _о	Т _в				
		вспомогательный	режущий	измерительный	диаметр ширина	длина	S	n	V						
2	Сверлить отверстие поверхности 23	Державка	Сверло 870-2100-21LX1-8	Штангенциркуль	21,8	162	0,268	1610	110						
		ТС80 VDI40	Режущая головка	(150 мм, 0.05 мм)											
		Патрон 7100-0009П	870-2180-21-PM 4334	ЧИЗ ШЦ-1 26322											
3	Развернуть поверхность 23 разверткой	Державка	Развертка 830-S14 A	Калибр-пробка	22	162	0,9	1650	145						
		ТС80 VDI40	20131F	8133-0936 H14											
		Патрон 7100-0009П	Режущая головка	ГОСТ 14810-69											
			83A-E06D2200H7S14												
4	Точить поверхности 14 и 15 согласно эскизу.	Державка	Резец A08H-SCLCR 06-R	Штангенциркуль	36	4	0,25	1650	149						
		ТС80 VDI40	Режущая пластина	(150 мм, 0.05 мм)											
		Патрон 7100-0009П	ССМТ 06 02 08-UM 1125	ЧИЗ ШЦ-1 26322											
5	Точить фаски 13 и 16	Державка	Резец A12M-SDXCR	Штангенциркуль			0,282	1650	148						
		ТС80 VDI40	07-R	(150 мм, 0.05 мм)											
		Патрон 7100-0009П	Режущая пластина	ЧИЗ ШЦ-1 26322											
			07 02 08-UM 1125												

Лист

2

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------	------	------	----------	---------	------	------	------	----------	---------	------

Продолжение приложения Д

1423-80

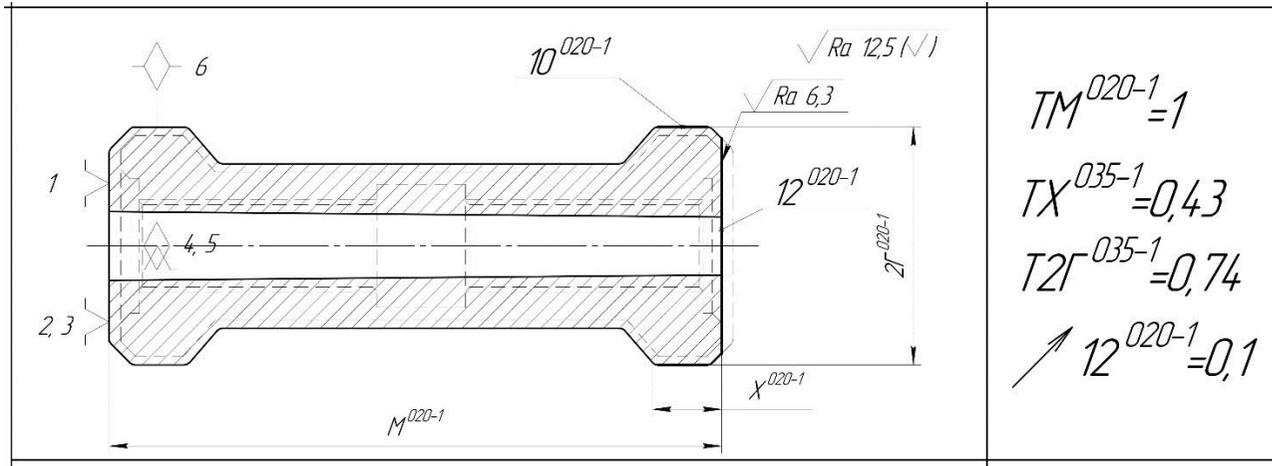
Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата	ГОСТ 3.1105-74	Форма 5

Переход 1

Карта эскизов

Корпус

020



										Разраб.			Лист
										Провер.			1
													Лист
													ов
Изм.	Лист	№докум.	Подп.	Дата	Изм.	Лист	№докум.	Подп.	Дата	Н.Контр.			5

1762-78

Продолжение приложения Д

1423-80

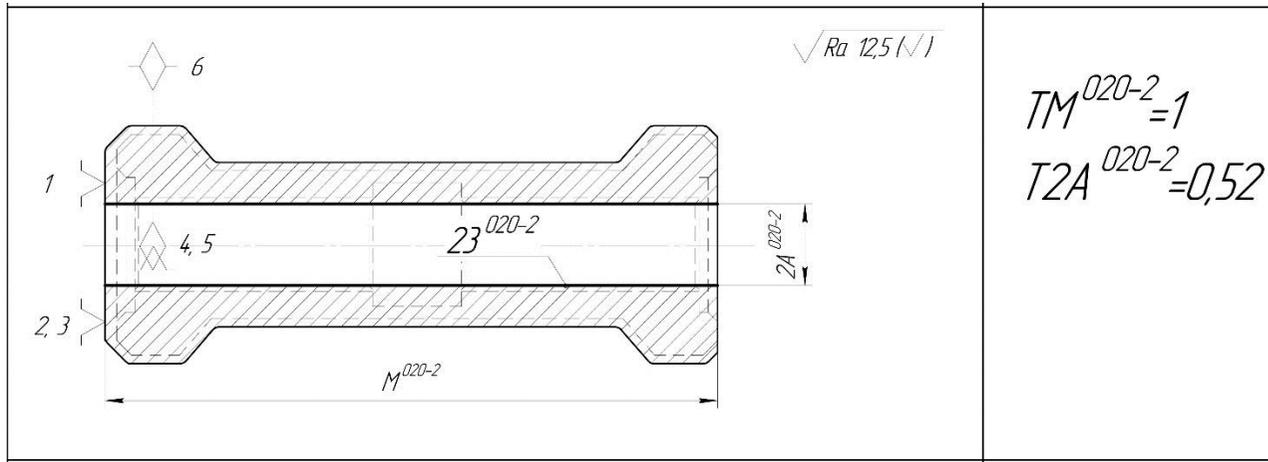
Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата	ГОСТ 3.1105-74	Форма 5

Переход 2

Карта эскизов

Корпус

020



										Разраб.				Лист
										Провер.				2
														Лист
														ов
Изм.	Лист	№докум.	Подп.	Дата	Изм.	Лист	№докум.	Подп.	Дата	Н.Контр.				5

1762-78

Продолжение приложения Д

1423-80

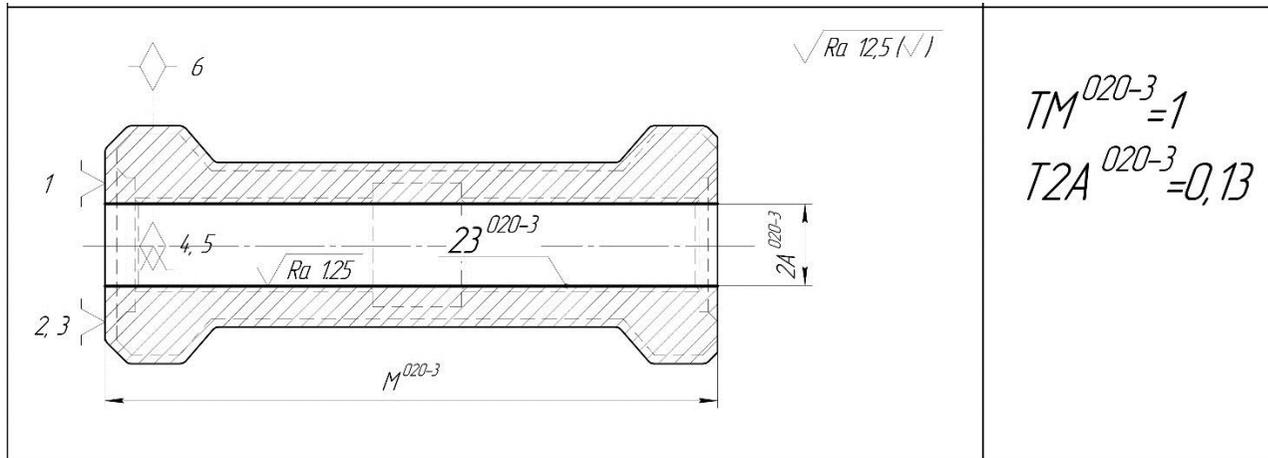
Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата	ГОСТ 3.1105-74	Форма 5

Переход 3

Карта эскизов

Корпус

020



										Разраб.			Лист
										Провер.			3
													Лист
													ов
Изм.	Лист	№докум.	Подп.	Дата	Изм.	Лист	№докум.	Подп.	Дата	Н.Контр.			5

1762-78

Продолжение приложения Д

1423-80

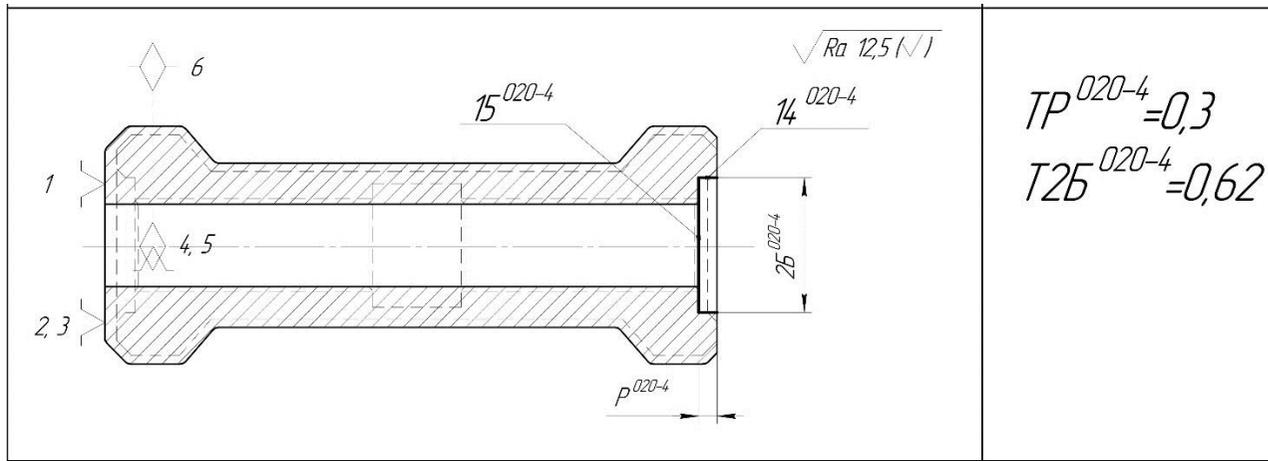
Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата	ГОСТ 3.1105-74	Форма 5

Переход 4

Карта эскизов

Корпус

020



										Разраб.			Лист
										Провер.			4
													Лист
													ов
Изм.	Лист	№докум.	Подп.	Дата	Изм.	Лист	№докум.	Подп.	Дата	Н.Контр.			5

1762-78

Продолжение приложения Д

1423-80

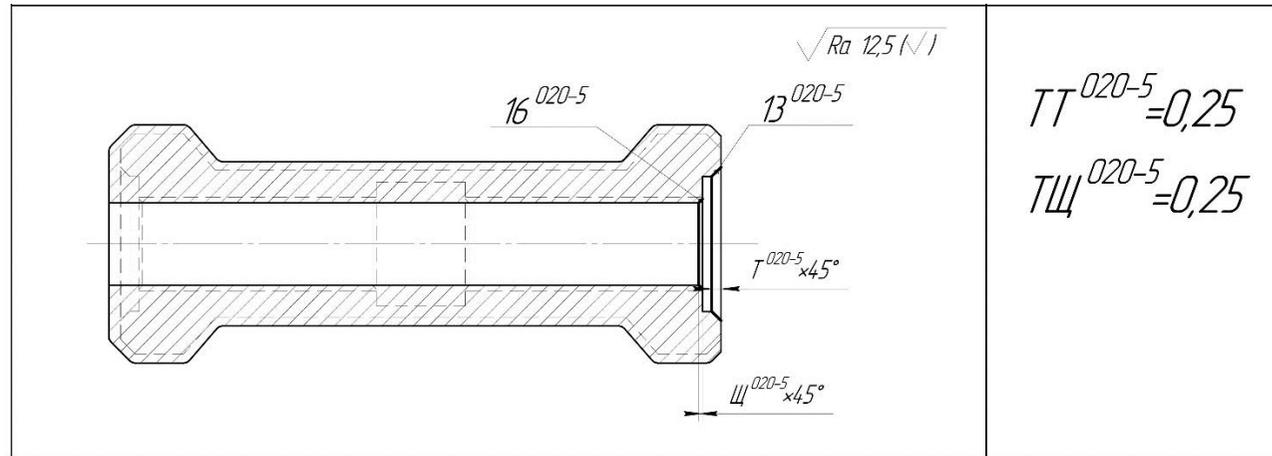
Инв. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата	ГОСТ 3.1105-74	Форма 5

Переход 5

Карта эскизов

Корпус

020



										Разраб.				Лист
										Провер.				5
														Лист
														ов
Изм.	Лист	№докум.	Подп.	Дата	Изм.	Лист	№докум.	Подп.	Дата	Н.Контр.				5

1762-78