

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»
Институт Машиностроения
(наименование института полностью)
Кафедра «Оборудование и технологии машиностроительного производства»
(наименование кафедры)
15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение
машиностроительных производств»
(код и наименование направления подготовки)
Технология машиностроения
(профиль)

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

на тему: Технологический процесс изготовления корпуса торцевой фрезы для
проекта “Формула Студент”

Студент	<u>В.Н. Лукьянов</u> (И.О. Фамилия)	_____
Руководитель	<u>Н.Ю. Логинов</u> (И.О. Фамилия)	_____
Консультанты	<u>И.В. Краснопевцева</u> (И.О. Фамилия)	_____
	<u>А.Н. Москалюк</u> (И.О. Фамилия)	_____
	<u>А.В. Прошина</u> (И.О. Фамилия)	_____
	<u>В.Г. Виткалов</u> (И.О. Фамилия)	_____

Допустить к защите

Заведующий кафедрой к.т.н, доцент Н.Ю. Логинов
(ученая степень, звание, И.О. Фамилия) _____
(личная подпись)

« _____ » _____ 2018 г.

Тольятти 2018

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	4
1 Анализ исходных данных.....	5
2 Технологическая часть работы.....	8
3 Конструирование приспособления и режущего инструмента	28
4 Компьютерное моделирование	38
5 Безопасность и экологичность технического объекта	41
6 Экономическая эффективность работы	47
Заключение	49
Список используемых источников.....	50
Приложения	52

Аннотация

Лукьянов В.Н. Технологический процесс изготовления корпуса фрезы ф200. Кафедра: Оборудование и технологии машиностроительного производства. ТГУ Тольятти, 2018 г.

Цель выпускной квалификационной работы – разработка технологического процесса изготовления корпуса фрезы ф200 в условиях среднесерийного типа производства.

Работа включает в себя введение, шесть разделов и заключение. В введении сформулирована цель работы. В заключении сделан вывод о достижении поставленной задачи.

В первом разделе был произведен анализ исходных данных и служебного назначения детали.

Второй раздел – технологическая часть, в ней выбирается тип производства, метод изготовления заготовки. Разрабатывается план изготовления детали с новым оборудованием.

В третьем разделе, был спроектирован трехкулачковый патрон для токарной и режущий инструмент для протяжной операции.

В четвертом разделе с помощью компьютерного моделирования приложены усилия зажима на заготовку, сформулирован вывод о деформации.

В пятом и шестом разделе произведена оценка, а также рассчитан экономический эффект от введенного технологического процесса.

Выпускная квалификационная работа состоит из пояснительной записки в размере 65 страниц, содержащей 15 таблиц, 10 рисунков, и графической части, содержащей 7 листов А1.

ABSTRACT

The name of the graduation thesis is “Technological process of manufacturing the cutter holder F200”.

The aim of the work is to develop a technological process of manufacturing in a condition of a medium-lot production.

The thesis may be divided into several logically connected parts which are: an introduction, six sections and a conclusion. We start with the statement of the problem. Finally, it is concluded that the goal is reached.

In the first section, we analyze basic data and intended service.

The Second section is a technological part. In this section we choose a factory type and a method for production blank. A plan for manufacturing the part has been developed, modern metal cutting equipment has been selected.

In the third section there are developed a machine retaining device for turning process and a cutter tool for slot broaching.

In the following section, using a computer simulation forces on the blank are applied, and a conclusion about deformation is formulated.

In the fifth and sixth sections, we present the work on the estimation of safety while manufacturing and the economic calculation of the applied technological process.

The thesis consists of an explanatory note in the amount of 65 pages, containing 15 tables, 10 figures and a graphic part containing 7 sheets, the list of 25 references including foreign sources and 3 appendices.

Выполнил студент:

(Фамилия И.О.)

(личная подпись)

(группа, институт)

(дата)

Проверил преподаватель:

Прошина А.В.

(Фамилия И.О.)

(личная подпись)

ВВЕДЕНИЕ

Машиностроительная отрасль, является наиважнейшей в промышленности. Готовая продукция поставляется во все отрасли промышленности. Обеспечение требуемых параметров качества и эксплуатационных свойств во многом зависит от технологического процесса.

Инженер-технолог – специалист, занимающийся разработкой, оптимизацией технологических процессов. В современном машиностроении перед ними ставятся задачи:

- 1) Снижение ресурсных и временных затрат
- 2) Автоматизация производства
- 3) Применение высокопроизводительного оборудования и современной технологической оснастки
- 4) Выбор оптимальных режимов работы

Целью данной работы – разработать технологический процесс с минимальными затратами и высокой точностью.

1 АНАЛИЗ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ

1.1 Служебное назначение и условия работы детали

Данная деталь является корпусом дисковой фрезы (Рисунок 1), такие фрезы работают с плоскими и ступенчатыми поверхностями деталей из дерева

Основные размеры:

Ширина корпуса фрезы $B=90^{(+0,035)}$ мм;

Диаметр корпуса фрезы $D=195_{(-1,15)}$ мм;

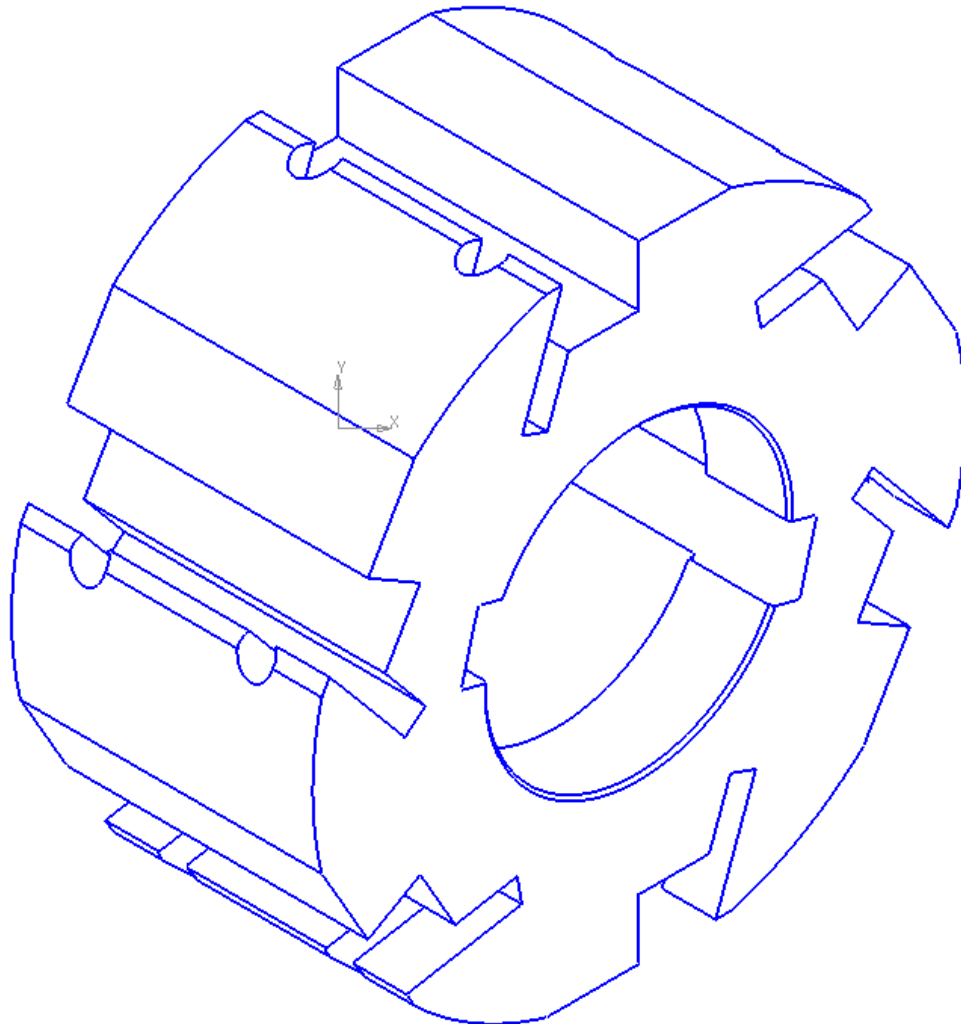


Рисунок 1.1 – Корпус фрезы

Деталь работает в условиях высоких скоростей и неравномерных нагрузок. Эти условия задают требования к изготовлению. Заготовка

выполнена из стали 40X ГОСТ 8479-70, обладает необходимыми механическими свойствами.

Таблица 1.1 - Химический состава в % стали 40X

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Cu	Fe
0,36 - 0,44	0,17 - 0,37	0,5 – 0,8	> 0,3	> 0,035	> 0,035	0,8 – 0,11	>0,3	~97

Таблица 1.2 – Механические свойства стали 40X

$\sigma_{0,2}$, МПа	σ_B , МПа	δ_5 , %	Ψ , %	НВ
245	470	15	30	180

Фреза оснащена сменными пластинами, их крепление осуществляется затяжным клином, при завинчивании крепежного винта клин прижимает нож. Такая система зажима надежно фиксирует ножи от вылета при вращении фрезы.

Деталь устанавливают на оправку и затягивают винтом, чтобы фреза не проворачивалась на оправке имеется шпонка, другой конец оправки устанавливается в шпиндель станка.

1.2 Классификация поверхностей по служебному назначению

Пронумеруем каждую поверхность детали (Рисунок 1.2.) и, исходя из служебного назначения поверхности, проклассифицируем. Результаты занесем в таблицу.

Таблица 1.3. –Классификация поверхностей

Вид поверхности	Номер поверхности
Основная	9, 11, 10
Вспомогательная	9,
Исполнительная	12, 13,18
Свободная	Остальные

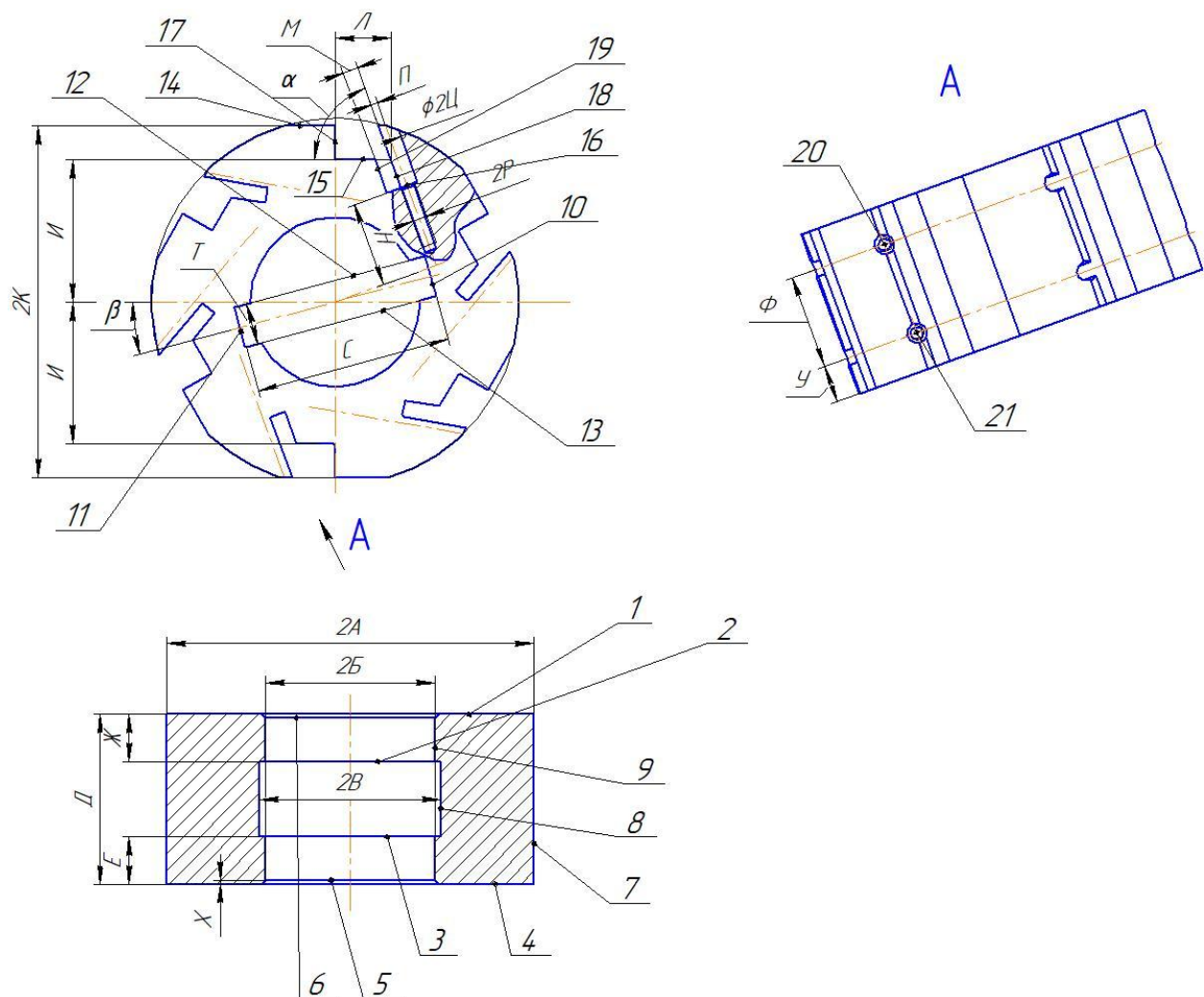


Рисунок 1.2. – Поверхности детали

1.3 Анализ технологичности детали

Деталь является телом вращения, что не вызывает трудностей при получении заготовки, а наличие отверстия повышает коэффициент использования материала.

Конструкция детали предоставляет доступность инструмента при обработке. Это дает нам возможность вести обработку детали стандартными инструментами, а также обеспечивает свободный доступ для средств контроля.

Базовые поверхности обладают достаточной точностью и шероховатостью для обеспечения требуемой точности обработки.

Таким образом, деталь можно считать технологичной

2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

2.1 Выбор типа производства

Тип производства (единичное, серийное, массовое) на этапе проектирования определяется в зависимости от годовой программы выпуска изделий их габаритов, веса. Тип производства достаточно точно можно установить по источнику [6].

Годовая программа $N_r=1000$ дет/год, масса детали $m=12,6$ кг, из этого следует производство – среднесерийное.

2.2 Проектирование заготовки

2.2.1 Выбор метода получения заготовки

В машиностроении различают следующие виды заготовок: заготовки из проката, литые заготовки, кованные и штампованные заготовки, комбинированные заготовки и заготовки, получаемые методом порошковой металлургии

Учитывая материал детали, ее размеры и форму, условия работы и тип производства целесообразно применять заготовки полученные методом:

- 1)Проката
- 2)Поковки или штамповки

Определим стоимости заготовок и выберем более выгодный метод.

2.2.2 Расчет проката

Определим габариты заготовки из проката:

Диаметр проката

$$d_{\text{пр}} = d_{\text{д}}^{\text{max}} * 1,05 = 195 * 1,05 = 204,75 \text{ мм} \quad (2.1)$$

где $d_{\text{д}}^{\text{max}}$ – максимальный диаметр заготовки

ближайшее большее значение $d_{\text{пр}} = 210$ мм

Длинна проката

$$l_{\text{пр}} = l_{\text{д}}^{\text{max}} * 1,05 = 90 * 1,05 = 94,5 \text{ мм} \quad (2.2)$$

Где $l_{\text{д}}^{\text{max}}$ – максимальная толщина заготовки

ближайшее большее значение $l_{\text{пр}} = 95$

Объём заготовки из круглого проката

$$V = \pi * \frac{d_{\text{пр}}^2}{4} * l_{\text{пр}} = 3,14 * \frac{210^2}{4} * 95 = 3290425,6 \text{ мм}^3 \quad (2.3)$$

Определим массу проката

$$m_{\text{заг}} = V * \rho = 3290425,6 * 0,0078 = 25665,3 \text{ г} \quad (2.4)$$

Где ρ – плотность материала заготовки, г/мм³

По расчётным данным, выбираем необходимый размер горячекатаного проката обычной точности по ГОСТ 4543-71

Круг $\frac{\text{В} - 210 \text{ ГОСТ } 2590 - 88}{\text{Сталь } 40\text{X} - 1 - \text{ГОСТ } 4543 - 71}$

Стоимость заготовки

$$S_{\text{заг}} = m_{\text{заг}} * \frac{C_i}{1000} - m_{\text{заг}} - m_{\text{дет}} * \frac{S_{\text{отх}}}{1000} = 25,665 * \frac{260}{1000} - 25,665 - 12,626 * \frac{35}{1000} = 6,21 \text{ руб.} \quad (2.5)$$

где $m_{\text{дет}}$ – масса конечной детали, кг,

$m_{\text{заг}}$ – масса исходной заготовки, кг,

C_i – начальная цена 1т заготовки, руб [7],

$S_{\text{отх}}$ – цена 1т отходов в виде стружки, руб [7].

Расчет проводился в ценах на 1985 год, для перерасчета цен на 2018 воспользуемся поправочным коэффициентом

$$S_{\text{заг}} = S_{\text{заг}} * K = 6,21 * 100 = 621 \text{ руб.} \quad (2.6)$$

2.2.3 Расчет штамповки

89: Конструктивные характеристики штамповки назначим по ГОСТ 7505-

- Класс точности Т3
- Группа стали М2

- Степень сложности С2
- Исходный индекс 14

Ориентировочная масса поковки

$$m_{\text{заг}} = m_{\text{дет}} * K_p = 12,6 * 1,5 = 18,9 \text{т} \quad (2.6)$$

где $m_{\text{дет}}$ – масса дет, кг

K_p – расчетный коэффициент

Стоимость заготовки

$$S_{\text{заг}} = \frac{C_i}{1000} m_{\text{заг}} k_T k_C k_B k_M k_{\Pi} - m_{\text{заг}} - m_{\text{дет}} \frac{S_{\text{отх}}}{1000} \quad (2.7)$$

где $C_i = 373$ – цена 1т штампованных заготовок, руб. [7],

$S_{\text{отх}} = 35$ – цена 1т отходов, руб. [7],

$k_T = 0,8$ - значение коэффициента, который зависит от класса точности штампованной заготовки;

$k_C = 1,15$ - значение коэффициента, который зависит от степени сложности штампованной заготовки;

$k_B = 0,9$ - значение коэффициента, который учитывающий массу штампованной заготовки;

$k_M = 0,9$ - значение коэффициента, который зависит от того из какого материала сделана заготовка;

$k_{\Pi} = 1,0$ - значение коэффициента, который учитывает серию производства.

$$S_{\text{заг}} = \frac{373}{1000} * 18,9 * 0,8 * 1,15 * 0,9 * 0,9 * 1 - 18,9 - 12,6 \frac{35}{1000} = 5,03 \text{руб}$$

Расчет проводился в ценах на 1985 год, для перерасчета цен на 2018 воспользуемся поправочным коэффициентом

$$S_{\text{заг}} = S_{\text{заг}} * K = 5,03 * 100 = 503 \text{руб}$$

2.2.4 Сравнение экономической эффективности в выборе типа

производства заготовки

При изменении метода получения заготовки меняется и технологический процесс. Поэтому примем в расчет изменяемую стоимость на обработку заготовки резанием.

$$C_{обр} = C_{уд} * m_{заг} - m_{дет} / K_0 \quad (2.8)$$

Где $C_{уд}$ – стоимость удаления стружки при черновой механической обработке, руб./кг

$K_0=0,8$; коэффициент обрабатываемости материала

Штамповка

$$C_{обр.п} = 26 * \frac{18,9-12,6}{0,8} = 204,7 \text{руб.}$$

Прокат

$$C_{обр.пр} = 26 * \frac{25,6-12,6}{0,8} = 422,5 \text{руб.}$$

Тогда затраты на получение заготовки и механической обработки

$$C = S_{заг} + C_{обр} \quad (2.9)$$

Штамповка

$$C_{п} = 503 + 204,7 = 707,7 \text{руб}$$

Прокат

$$C_{пр} = 621 + 422,5 = 1043,5$$

Из расчетов видно, что затраты на штампованную заготовка меньше. Определим экономический эффект выбранного варианта.

$$\Delta_r = C_{пр} - C_{п} * N_r \quad (2.10)$$

где N_r – годовая программа выпуска, шт

$$\Delta_r = 1043,5 - 707,7 * 1000 = 336000 \text{руб.}$$

2.4 Выбор методов обработки поверхности

По методике, изложенной в источнике [1] составим маршрут обработки поверхностей в зависимости от шероховатости и точности поверхностей.

Таблица 2.1. – маршрут обработки поверхностей

Номер поверхности	Шероховатость Ra, мкм	Точность, качество	Маршрут обработки
1,4	1,6	11	О, Шп, Шч
2,3	6,3	14	С
10	6,3	12	П
5,6	6,3	14	О
7	6,3	11	Оп, Оч, ТО
8	12,5	14	О
9	1,6	7	РТп, РТч
11,12	3,2	8	Ф,П
13	6,3	14	Ф
17	1,6	7	Ф,П
18,15	6,3	14	Ф
14,16	3,2	13	Фп,Фч
19,20	6,3	14	С
Обозначения: О – обтачивание, Ш – шлифование, ТО – термическая обработка, РТ – растачивание, П – протягивание, СТ – строгание, Ф – фрезерование : п – предварительное, ч – чистовое, т – тонкое.			

2.5 Расчет припусков

Для определения оптимального размера заготовки при котором отход металла в стружку будет минимальный, нам необходимо рассчитать операционные припуски. Для этого воспользуемся методикой, которая изложена в справочном пособии [2]

Расчет операционных припусков будем рассчитывать на самую точную поверхность. Для данной детали — это внутренняя поверхность $\varnothing 90H7^{(+0,035)}$.

Таблица 2.2 – Расчет припуска

№ операции	Технологические переход	Элементы припуска, мкм				Операционный допуск Td/JT	Предельные размеры, мм		Предельные Припуски, мм	
		Rz^{i-1}	h^{i-1}	$\Delta_{\text{пр}}^3$	ε_e^{i-1}		d_{\min}	d_{\max}	$2Z_{\min}$	$2Z_{\max}$
1	Штампование	200	250	853	0	1600	85,52	87,12	-	-
2	Точение черновое	80	100	0,005	0	220	89,208	89,428	2,308	4,688

Продолжение таблицы 2.2

3	Точение чистовое	50	40	0,004	0	140	98,685	89,798	0,370	0,450
4	Шлифование	10	20	0,002	0	140	89,788	89,938	0,188	0,188
5	Шлифование	5	10	0,001	0	35	89,965	90	0,062	0,167

Параметры припуска – шероховатость Rz и глубину слоя дефектов h назначаем по данным, представленным в источнике [2].

Суммарные отклонения по расположению Δ_0 , мм., штампованной заготовки.

Определяем величину коробления:

$$\Delta_{\text{кор}} = \Delta_{\text{к}} * l = 2,4 \cdot 32,5 = 0,078 \text{ мм}; \quad (2.11)$$

где $\Delta_{\text{к}}$ – удельная величина изогнутости нашей штамповки, мкм/мм;

l – самое большое расстояние от обрабатываемой поверхности до одного из торцев с края заготовки, мм.

Значение пространственного отклонения:

$$\Delta_{\text{пр}}^3 = \sqrt{\Delta_{\text{см}}^2 + \Delta_{\text{кор}}^2} = \sqrt{0,7^2 + 0,078^2} = 0,853 \text{ мм} \quad (2.12)$$

где $\Delta_{\text{см}}^2 = 0,7$ – смещение оси обрабатываемой шейки относительно базы.

Остаточное суммарное расположение заготовки, после предварительной обработки:

$$\Delta_{\text{пр}}^i = K_{\text{у}} * \Delta_{\text{пр}}^3 \quad (2.13)$$

где $K_{\text{у}}$ – значение коэффициента уточнения.

Тогда:

$$\Delta_{\text{пр точение черн}} = 0,06 \cdot 0,078 = 0,005 \text{ мм.};$$

$$\Delta_{\text{пр точение чистовое}} = 0,05 \cdot 0,078 = 0,004 \text{ мм.};$$

$$\Delta_{\text{пр шлифование черновое}} = 0,03 \cdot 0,078 = 0,002 \text{ мм.};$$

$$\Delta_{\text{пр шлифование чистовое}} = 0,01 \cdot 0,078 = 0,001 \text{ мм.};$$

Погрешность установки Δ_{ε_y} приравниваем к нулю.

Занесем полученные величины Δ_{ε_y} в таблицу 2.2.

Минимальный припуск на операции: [2, с 48]

$$2Z_{\min}^i = 2[R_z^{i-1} + h^{i-1} + \sqrt{\Delta_{\text{пр}}^{i-1}{}^2 + \Delta_{\varepsilon_y}^i{}^2}] \quad (2.14)$$

Минимальный припуск на точение черновое:

$$2Z_{\min \text{ точение черновое}}^i = 2 \cdot 200 + 250 + \sqrt{0,704^2 + 0^2} = 2,308 \text{ мм.}$$

Минимальный припуск на точение чистовое:

$$2Z_{\min \text{ точение чистовое}}^i = 2 \cdot 80 + 100 + \sqrt{5^2 + 0^2} = 0,370 \text{ мм.}$$

Минимальный припуск на шлифование черновое:

$$2Z_{\min \text{ шлифование черновое}}^i = 2 \cdot 50 + 40 + \sqrt{4^2 + 0^2} = 0,188 \text{ мм.}$$

Минимальный припуск на шлифование чистовое:

$$2Z_{\min \text{ шлифование чистовое}}^i = 2 \cdot 30 + 25 + \sqrt{1^2 + 0^2} = 0,062 \text{ мм.}$$

Расчет минимальных размеров:

$$d_{\max}^{i-1} = d_{\max}^i - 2Z_{\min}^i \quad (2.15)$$

$$d_{\min \text{ шлифование чистовое}}^{i-1} = 90 \text{ мм}$$

$$d_{\max \text{ шлифование черновое}}^{i-1} = 90 - 0,062 = 89,938 \text{ мм};$$

$$d_{max}^{i-1} \text{ точение чистовое} = 89,938 - 0,140 = 89,798 \text{ мм};$$

$$d_{max}^{i-1} \text{ точение черновое} = 89,978 - 0,370 = 89,428 \text{ мм};$$

$$d_{max}^{i-1} \text{ заготовительная} = 89,428 - 2,308 = 87,12 \text{ мм}.$$

Расчет максимальных размеров:

$$d_{min}^{i-1} = d_{max}^i - Td^i \quad (2.20)$$

$$d_{min}^{i-1} \text{ шлифование чистовое} = 90 - 0,035 = 89,965 \text{ мм}$$

$$d_{min}^{i-1} \text{ шлифование черновое} = 89,938 - 0,140 = 89,788 \text{ мм};$$

$$d_{min}^{i-1} \text{ точение чистовое} = 89,798 - 0,140 = 89,685 \text{ мм};$$

$$d_{min}^{i-1} \text{ точение черновое} = 89,428 - 0,220 = 89,208 \text{ мм};$$

$$d_{min}^{i-1} \text{ заготовительная} = 87,120 - 1,600 = 85,52 \text{ мм}.$$

Максимальные значения операционных припусков:

$$2Z_{max}^i = d_{max}^i - d_{max}^{i-1} \quad (2.21)$$

$$2Z_{max}^i \text{ шлифование чистовое} = 89,965 - 89,788 = 0,167 \text{ мм}$$

$$2Z_{max}^i \text{ шлифование черновое} = 89,788 - 89,685 = 0,188 \text{ мм};$$

$$2Z_{max}^i \text{ точение чистовое} = 89,685 - 89,208 = 0,477 \text{ мм};$$

$$2Z_{max}^i \text{ точение черновое} = 89,208 - 85,52 = 3,688 \text{ мм}.$$

Минимальные значения операционных припусков:

$$2Z_{min}^i = d_{min}^i - d_{min}^{i-1} \quad (2.22)$$

$$2Z_{\min}^i \text{шлифование чистовое} = 90 - 89,938 = 0,062 \text{ мм};$$

$$2Z_{\min}^i \text{шлифование черновое} = 89,938 - 89,798 = 0,140 \text{ мм};$$

$$2Z_{\min}^i \text{точение чистовое} = 89,798 - 89,428 = 0,370 \text{ мм};$$

$$2Z_{\min}^i \text{точение черновое} = 89,428 - 87,12 = 2,308 \text{ мм}$$

Проверка результатов расчета:

$$2Z_{\max}^i - 2Z_{\min}^i = Td^{i-1} - Td^i \quad (2.23)$$

$$2Z_{\max}^i - 2Z_{\min}^i = 0,167 - 0,062 = 0,105 \text{ мм};$$

$$TD^{i-1} - TD^i = 0,140 - 0,035 = 0,105 \text{ мм}.$$

Проверка выполняется, следовательно, припуски рассчитаны верно.

Схема расположения всех рассчитанных параметров представлена на рисунке.

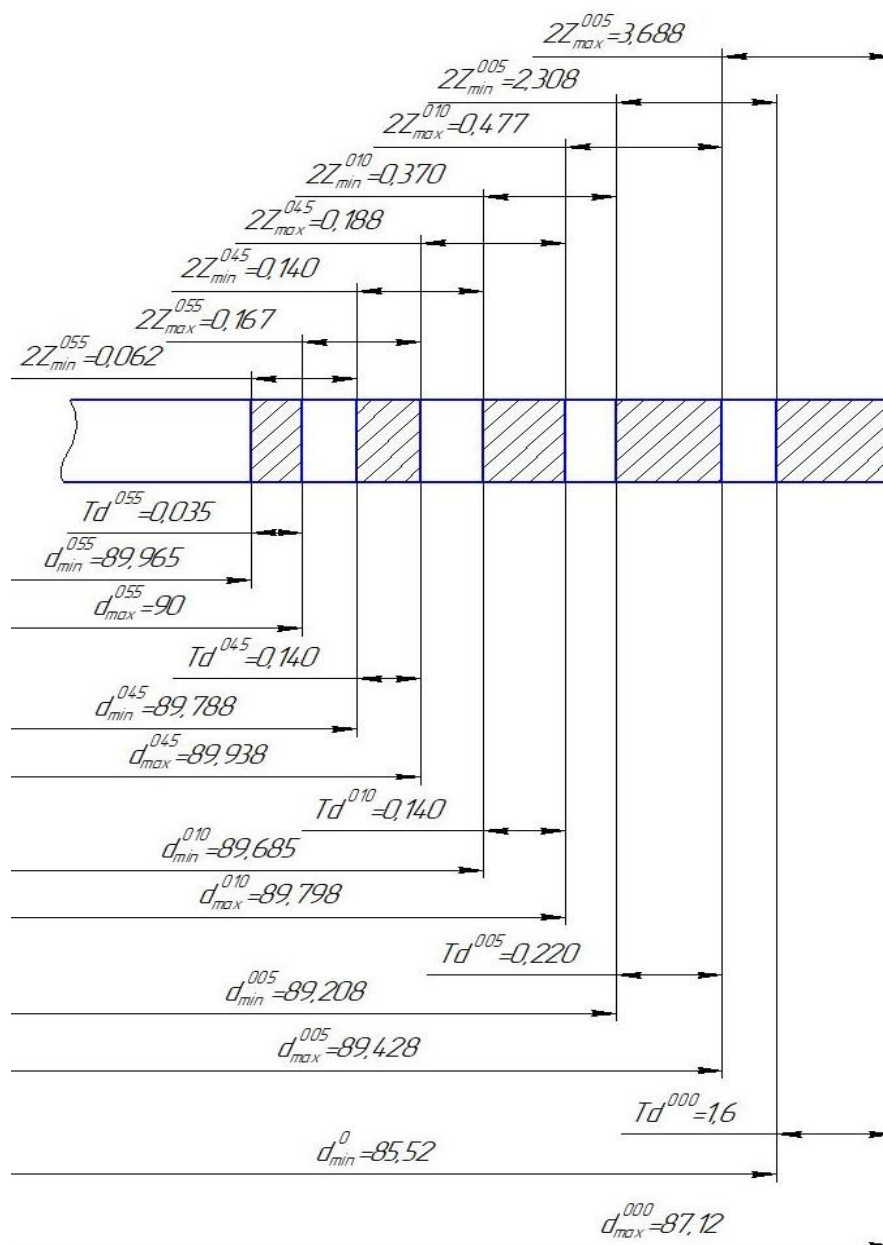


Рисунок 2.1 - Схема расположений допусков, припусков и операционных размеров

На остальные поверхности для определения промежуточных припусков, воспользуемся табличным методом, изложенным в источнике [8]. Все данные занесем в таблицу 2.3.

Таблица 2.3 – Расчет припусков табличным методом

Операции	Поверхность	Припуск
$T_{\text{черн}} + T_{\text{чист}} + Ш_{\text{черн}} + Ш_{\text{чист}}$	1	$2 + 1 + 0,3 + 0,1$
$T_{\text{черн}}$	2	2
$T_{\text{черн}}$	3	2
$T_{\text{черн}} + T_{\text{чист}} + Ш_{\text{черн}} + Ш_{\text{чист}}$	4	$2 + 1 + 0,3 + 0,1$
$T_{\text{черн}} + T_{\text{чист}}$	5	$2 + 1$

Продолжение таблицы 2.3

$T_{\text{черн}} + T_{\text{чист}} + Ш_{\text{черн}} + Ш_{\text{чист}}$	6	2+1+0,3+0,1
$T_{\text{черн}} + T_{\text{чист}} + Ш_{\text{черн}} + Ш_{\text{чист}}$	7	2+1+0,3+0,1
$T_{\text{черн}}$	8	2
$T_{\text{черн}} + T_{\text{чист}} + Ш_{\text{черн}} + Ш_{\text{чист}}$	9	2+1+0,2+0,06
$T_{\text{черн}} + T_{\text{чист}} + Пр$	10	2+1+0,3+0,5
$T_{\text{черн}} + T_{\text{чист}} + Пр$	11	2+1+0,3+0,5
$T_{\text{черн}} + T_{\text{чист}} + Пр$	12	2+1+0,3+0,5
$T_{\text{черн}} + T_{\text{чист}} + Пр$	13	2+1+0,3+0,5
$\Phi_{\text{черн}}$	14	3
$\Phi_{\text{черн}} + \Phi_{\text{чист}}$	15	3+0,85
$\Phi_{\text{черн}} + \Phi_{\text{чист}}$	16	3+0,85
$\Phi_{\text{черн}} + \Phi_{\text{чист}}$	17	3+0,85
$\Phi_{\text{черн}} + \Phi_{\text{чист}} + Ш_{\text{чист}}$	18	3+0,85+0,1
$\Phi_{\text{черн}} + \Phi_{\text{чист}}$	19	3+0,85
Φ	20	4
Φ	21	4

2.6. Проектирование заготовки

На основании расчетов и данным из источника [3] определим размеры заготовки. Чертеж заготовки представлен в графической части.

Параметры заготовки определим по источнику [3] представлены в таблице.

Таблица 2.4. – Параметры штамповки

Группа стали	М-2
Класс точности	Т-3
Степень сложности	С-2
Исходный индекс	14

В качестве оборудования принимаем кривошипный горячештамповочный пресс.

2.7 Разработка технологического маршрута

2.7.1 Выбор схем базирования

Для устранения погрешности базирования, необходимо стремиться к совмещению технологической и измерительной. Схемы базирования приведём в плане обработки.

2.7.2 Технологический маршрут обработки детали

Таблица 2.5 – Технологический маршрут обработки детали

Код и название операции	Обрабатываемые поверхности
000 Заготовительная	Все поверхности
005 Точение (черновое)	1, 2, 3, 4, 7, 8, 9
010 Точение (чистовое)	1, 2, 3, 4, 7, 9
015 Протягивание	10, 12, 13
020 Фрезерование (черновое)	14, 15, 17, 18
025 Фрезерование (черновое)	16, 18, 19
030 Фрезерование (чистовое)	15, 16, 17, 18, 19
035 Фрезерование	20, 21
040 Термическая	Все поверхности
045 Внутреннее шлифование (черновое)	9
050 Шлифование (черновое)	1, 4, 7
055 Внутреннее шлифование (чистовое)	9
060 Шлифование (чистовое)	1, 4, 7
065 Шлифование (чистовое)	18
070 Мойка	
075 Контроль	

2.7.3 План обработки детали

Разработаем план обработки детали исходя из полученных данных, где указывается: перечень операций, эскиз обработки, промежуточные допуски размеров.

План обработки нашей детали представлен в графической части.

2.8 Выбор средств технологического оснащения

Таблица 2.5 – Средства технического оснащения

№ оп.	Наименование операции	Инструмент	Станок	Приспособление	Средство контроля
005	Точение (черновое)	Резец проходной с механическим креплением, режущая пластина Т5К10; Резец расточной упорный с механическим креплением, режущая пластина Т5К10	Токарно-револьверный обрабатывающий центр Haas ST-35	Оправка специальная	Штангенциркуль ГОСТ 166-89
010	Точение (чистовое)	Резец проходной с механическим креплением, режущая пластина Т5К10;			Микрометр рычажный ГОСТ 4381-80, Калибр-пробка ГОСТ 14815-69, Калибр-скоба ГОСТ 18360-93
015	Протягивание	Шпоночная протяжка специальная	Горизонтально протяжной станок 7А534	Патрон для протяжки ГОСТ 16885-71	Калибр предельный ГОСТ 2534—67
020	Фрезерование (черновое)	Фреза Концевая \varnothing 20,0 P6M5K5 Z=3, Фреза Торцевая насадная 40x32x16 P18 Z=10	Вертикально-фрезерный обрабатывающий центр Haas DT-1	Делительная головка ГОСТ 8615-89	Штангенциркуль ГОСТ 166-89, Шаблон ГОСТ 2534-79
025	Фрезерование (черновое)	Фреза концевая \varnothing 8 мм P6M5K5 Z=4			
030	Фрезерование (чистовое)	Фреза концевая \varnothing 8 мм P6M5K5			

Продолжение таблицы 2.5

035	Фрезерование	Сверло \varnothing 10,6 P6M5 ГОСТ 10902-77 Сверло \varnothing 8,0 P6M5K5 ГОСТ 10902-77	Вертикально-фрезерный обрабатывающий центр Haas DT-1	Делительная головка ГОСТ 8615-89	Калибр-пробка ГОСТ 14815-69
045	Внутреннее шлифование (черновое)	Круг 63x50x40 25A ГОСТ Р 52781-2007,	Вертикальный шлифовальный станок Vertical Mate 35 компании DMG MORI	Трехкулачковый самоцентрирующий патрон ГОСТ 2675-80	Калибр-пробка ГОСТ 14815-69,
050	Шлифование (черновое)	Круг 200x32x32 ГОСТ Р 52781-2007			Калибр-скоба ГОСТ 18360-93
055	Внутреннее шлифование (чистовое)	Круг 63x50x40 25A ГОСТ Р 52781-2007,			Калибр-пробка ГОСТ 14815-69
060	Шлифование (чистовое)	Круг 200x32x32 ГОСТ Р 52781-2007			Калибр-скоба ГОСТ 18360-93, Микрометр рычажный ГОСТ 4381-80
065	Шлифование (чистовое)	Круг шлифовальный 20x6x6 ГОСТ Р 52781-2007			Средство активного контроля с индикатором

2.7 Расчет режимов резания

Расчет режимов резания аналитическим методом будем проводить для токарной операции 005 по методике [1].

Исходные данные:

Материал заготовки (поковки) – сталь 40Х ГОСТ4543-71.

Вид обработки – точение черновое (005)

Инструмент: Резец с механическим креплением пластины, имеющий 3-х гранную сменную пластину Т5К10 $\varphi=93^\circ$

Глубину резания t принимаем равную припуску $t=2,0$ мм

Подача на оборот заготовки $S=0,5$ мм/об

Определим величину скорости резания V , м/мин

$$V = \frac{C_V * K_V}{T^m * t^x * S^y} \quad (2.24)$$

Где C_V – коэффициент, зависящий от условий работы и механических качеств обрабатываемого материала и инструмента $C_V = 350$

K_V – поправочный коэффициент, характеризующий конкретные условия работы

T – период стойкости инструмента, мин; $T=60$ мин

m, x, y – табличные величины; $m=0.2, x=0.15, y=0.35$

$$K_V = K_{MV} * K_{PV} * K_{IV} \quad (2.25)$$

Где K_{MV} – коэффициент зависящий от материала заготовки

K_{PV} – значение коэффициента который учитывает состояние поверхности заготовки; $K_{PV} = 0.8$

K_{IV} - значение коэффициента который учитывает свойства режущей пластины; $K_{IV} = 0.65$

$$K_{MV} = K_r * \left(\frac{750}{\sigma_B}\right)^{n_v} \quad (2.26)$$

Где K_r – коэффициент характеризующий группу стали $K_r = 1$

$$n_v = 1$$

$$K_{MV} = 1 * \frac{750^1}{470} = 1,6$$

$$K_V = 1,6 * 0,65 * 0,8 = 0,832$$

$$V = \frac{350 * 0,832}{60^{0,2} * 2^{0,15} * 0,5^{0,35}} = 147,49 \text{ м/мин}$$

Определим скорость вращения заготовки

$$n = \frac{1000 * V}{\pi * D} = \frac{1000 * 147,49}{3,14 * 208} = 225,8$$

Определим координатные составляющие усилия резания

$$P_z = 10C_p t^x S^y V^n K_p \quad (2.27)$$

Где C_p – коэффициент учитывающий условия обработки; $C_p = 300$;

x, y, n – показатели степени; $x=1, y=0.75, n=-0.15$;

K_p – поправочный коэффициент

$$K_p = K_{mp} K_{\varphi p} K_{\gamma p} K_{\lambda p} K_{rp} \quad (2.28)$$

Где $K_{\varphi p}, K_{\gamma p}, K_{\lambda p}, K_{rp}$ – коэффициенты учитывающие геометрию режущей пластины; $K_{\varphi p} = 0.89, K_{\gamma p} = 1.0, K_{\lambda p} = 1.0, K_{rp} = 1.0$

K_{mp} – коэффициент учитывающий качество обрабатываемого материала

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n \quad (2.29)$$

Где n – показатель степени; $n=0.75$;

$$K_{mp} = \left(\frac{470}{750}\right)^{0.75} = 0,704$$

$$K_p = 0,704 * 0,89 * 1,0 * 1,0 * 1,0 = 0,626$$

$$P_z = 10 * 300 * 2^1 * 0,5^{0.75} * 147,49^{-0.15} * 0,704 = 1187,5 \text{ Н}$$

Определим требуемую мощность N , кВт

$$N = \frac{P_z * V}{1020 * 60} = \frac{11875 * 147,5}{1020 * 60} = 2,8 \text{ кВт}$$

Вертикально-фрезерный обрабатывающий центр Haas DT-1 имеет максимальную мощность шпинделя 8,9 кВт, что больше требуемой мощности, а значит обработка возможна.

Режимы резания для остальных операций назначим табличным методом [9]. Результаты расчета занесем в таблицу.

Таблица 2.6. – Режимы резания

№	Операция	Переход	t, мм	S, мм/об	V, м/мин	n, об/мин
005	Точение черновое	Растачивание $\varnothing 90$ и $\varnothing 92$ Подрезание торца $\varnothing 195$ Обтачивание $\varnothing 195$	2,0	0,5	147,5	225,8
010	Точение чистовое	Растачивание $\varnothing 90$ Растачивание фаски по $\varnothing 90$ Подрезание торца $\varnothing 195$ Обтачивание $\varnothing 195$	0,2 0,5 0,2 0,2	0,2	112 112 192 112	171 171 294 171

Продолжение таблицы 2.6

015	Протяжная	Протягивание паза	7,4	0,08***	10	-
020	Фрезерная черновая	Фрезерование поверхности	3	0,1***	28,3	225
		13 Фрезерование паза 14	3	0,09***	21,42	341
025	Фрезерная черновая	Фрезерование паза 15	3	0,04***	24,48	974
030	Фрезерно чистовая	Фрезерование паза 14	0,3	0,04***	20,36	320
		Фрезерование паза 15	0,3	0,02***	22,60	891
035	Сверлильная	Сверление отверстия Ø10,6	5,3	0,1	23,1	694
		Сверление отверстия Ø7	3,5	0,1	19,4	882
		Нарезание резьбы М8	0,5	0,5	12,6	502
045	Шлифовальная черновая	Шлифование Ø90	0,1	0,7** 0,51*	35	176
050	Шлифовальная черновая	Шлифование Ø195	0,1	0,47*	35	55,7
		Шлифование торцев	0,1	1,04*		55,7
055	Шлифовальная чистовая	Шлифование Ø90	0,05	0,7** 0,17*	35	176
060	Шлифовальная чистовая	Шлифование Ø195	0,05	0,15	35	55,7
		Шлифование торцев				55,7
065	Шлифовальная чистовая	Шлифование поверхности 18	0,05	0,004*	35	55,7

*-Минутная поперечная подача в мм/мин

** -Продольная подача мм/мин

***- Подача на зуб мм

2.9 Определение норм времени

Для того чтобы оценить затраты времени на изготовление детали, воспользуемся расчетно-аналитическим методом.

Норма штучного времени для производства одной детали.

$$T_{шт} = T_o + T_v + T_{об} + T_{пер} \quad (2.30)$$

Где T_o – основное время;

T_v – вспомогательное время;

$T_{об}$ – время обслуживания рабочего места;

$T_{пер}$ – время перерывов в работе.

Основное технологическое время – время, при котором инструмент воздействует на заготовку.

$$T_o = \frac{L_{px} * i}{S_{мин}} \quad (2.31)$$

Где L_{px} - длина обработки;

i – число проходов;

$S_{мин}$ - минутная подача инструмента.

Вспомогательное время – время, затрачивающее на: закрепление и открепление заготовки, управление механизмами технологического оборудования, подвод (отвод) инструмента, измерение размеров

$$T_B = T_{y.c} + T_{з.о} + T_{уп} + T_{из} \quad (2.32)$$

где $T_{y.c}$ – время на установку и снятие детали, мин;

$T_{з.о}$ – время на закрепление и открепление детали, мин;

$T_{уп}$ – время на приемы управления, мин;

$T_{из}$ – время на проверку размеров, мин

Оперативное время – время, затрачиваемое непосредственно на выполнение операции

$$T_{оп} = T_o + T_B \quad (2.33)$$

Время обслуживания – время на смену и правку инструмента, размерной подналадки оборудования, а также время на подготовку рабочего места к началу работы и обслуживание оборудования.

$$T_{об} = T_{тех} + T_{орг} \quad (2.34)$$

Где $T_{тех}$ – затраты времени на техническое обслуживание;

$T_{орг}$ – затраты времени на организационное обслуживание.

Затраты времени на техническое обслуживание определяется по следующим формулам:

Для токарных операций

$$T_{тех} = T_o * \frac{t_{см}}{T}; \quad (2.35)$$

Для абразивных операций

$$T_{тех} = T_o * \frac{t_{п}}{T}; \quad (2.36)$$

Для остальных операций

$$T_{\text{тех}} = T_o * \frac{P_{\text{тех}}}{T} \quad (2.37)$$

Где T_o – основное время, мин;

$t_{\text{см}}$ – время, затрачиваемое на смену инструментов и регулировку оборудования, мин;

$t_{\text{п}}$ – время, затрачиваемое на одну правку абразивного инструмента, мин;

$P_{\text{тех}}$ – затраты на техническое обслуживание рабочего места в процентах от основного;

T – период стойкости инструмента.

Штучно-калькуляционное время – полное штучное время на изготовление единицы изделия (с учетом затрат подготовительно-заключительного времени)

$$T_{\text{шт-к}} = \frac{T_{\text{п-з}}}{n} + T_{\text{шт}} \quad (2.38)$$

Где $T_{\text{п-з}}$ – подготовительно-заключительное время;

n – объём партии запуска заготовок.

Приведенные выше формулы для определения штучно-калькуляционного времени можно привести в виде:

Для всех операций

$$T_{\text{шт}} = \frac{T_{\text{п-з}}}{n} + T_o + T_{\text{у.с}} + T_{\text{з.о}} + T_{\text{уп}} + T_{\text{из}} k + T_{\text{пер}} \quad (2.39)$$

Для абразивных операций

$$T_{\text{шт}} = \frac{T_{\text{п-з}}}{n} + T_o + T_{\text{у.с}} + T_{\text{з.о}} + T_{\text{уп}} + T_{\text{из}} k + T_{\text{пер}} + T_{\text{тех}} + T_{\text{орг}} + T_{\text{пер}} \quad (2.40)$$

Результаты запишем в таблицу 2.7

Таблица 2.7 – Нормы времени, мин

№ оп	Наименование операции	T_o	$T_{\text{в}}$	$T_{\text{оп}}$	$T_{\text{об}}$	$T_{\text{шт}}$	$T_{\text{п-з}}$	n	$T_{\text{шт-к}}$
050	Точение черновое	5,9	0,84	6,74	0,4	7,24	26	24	7,3

Продолжение таблицы 2.7

010	Точение чистовое	4,62	0,92	5,58	0,33	5,9	26	24	6,029
015	Протяжная	5,4	1,64	7,04	0,432	7,436	11	24	12,936
020	Фрезрная черновая	15,7	1,48	17,8	1,127	18,307	46	24	20,8
025	Фрезрная черновая	8,43	1,48	9,9	1,127	11,02	46	24	12,4
030	Фре-зерно чистовая	6,2	1,74	7,94	1,127	9,067	46	24	10,9
035	Сверлильная								
045	Шлифовальная черновая	2,033	0,662	2,695	0,371	3,066	21	24	3,941
050	Шлифовальная черновая	4,583	0,706	5,299	0,82	6,119	24	24	7,119
055	Шлифовальная чистовая	1,685	0,662	2,347	0,371	2,718	21	24	3,593
060	Шлифовальная чистовая	3,721	0,706	4,427	0,82	5,247	24	24	6,247
065	Шлифовальная чистовая	1,2	0,592	1,792	0,371	2,163	24	24	3,163

3 ПРОЕКТИРОВАНИЕ СТАНОЧНОГО ПРИСПОСОБЛЕНИЯ И РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА

3.1 Проектирование станочного приспособления

Для закрепления детали на токарных операциях применяется трехкулачковый самоцентрирующий патрон. Рассчитаем необходимое зажимное усилие и опишем работу конструкции.

3.1.1 Расчет усилия резания

Для расчета усилия зажима требуется определить главную составляющую силы резания P_z , которую мы определили в разделе 2.7. $P_z=1187,5$ Н

3.1.2 Расчет усилия зажима

При обработке заготовки на нее действует сила резания, стремящаяся ее сдвинуть, а препятствует этому сила зажима. Из условия равновесия моментов сил определим необходимое зажимное усилие.

$$W_z = \frac{K * P_z * d_1}{f * d_2} \quad (3.1)$$

Где K – гарантированный коэффициент запаса;

P_z – тангенциальная составляющая силы резания, Н;

d_1 – диаметр обработки, мм;

f – коэффициент трения; $f = 0,4$;

d_2 – диаметр поверхности касания кулачков, мм.

Рассчитаем значение коэффициента запаса K , который берет в расчет значение фактических условий при резании

$$K = K_0 * K_1 * K_2 * K_3 * K_4 * K_5 \quad (3.2)$$

Где K_0 – значение коэффициента, который берет во внимание то, как качество материала при обработке влияет на силовые зависимости; $K_0=1,5$

K_1 – значение коэффициента, который учитывает влияние угла в плане резца на приложенные силы; $K_1=1,2$;

K_2 – значение коэффициента, который учитывает влияние переднего угла резца на приложенные силы; $K_2=1,0$;

K_3 – значение коэффициента, который учитывает влияние угла наклона режущей кромки резца; $K_3=1,2$;

K_4 – учитывает стабильность силы зажима; $K_4=1,0$;

K_5 – характеризует удобство ручного зажима; $K_5=1,0$;

$$K = 1,5 * 1,2 * 1 * 1,2 * 1 * 1 = 2,16$$

$$W_z = \frac{2,16 * 1187,5 * 195}{0,4 * 90,928} = 13751,9 \text{ Н,}$$

Найдем величину зажимного усилия W_1 прикладываемого к постоянным кулачкам, которое увеличивается по сравнению с усилием зажима W и рассчитывается по формуле:

$$W_1 = \frac{W}{\left(1 - \frac{2l_k}{H_k} * f_1\right)} \quad (3.3)$$

Где W – значение зажимной силы;

l_k – вытел кулачков;

H_k - длина направляющей постоянного кулачка;

f_1 – коэффициент трения в направляющих постоянного кулачка и корпуса; $f_1=0,1$.

$$W_1 = \frac{13751,9}{\left(1 - 3 * \frac{62}{80} * 0,1\right)} = 17917,7 \text{ Н,}$$

3.1.3. Расчет зажимного механизма

Сначала попытаемся рассчитать привод пневматического типа следуя по методике, изложенной в источнике [4]

Рассчитаем усилие Q , создаваемое силовым приводом:

$$Q = W_1 / i_c \quad (3.4)$$

Где i_c – передаточное отношение по силе зажимного механизма, которое для клинового механизма определяется по формуле:

$$i_c = \frac{l}{l_1} \quad (3.5)$$

Где l, l_1 – плечи рычага, мм

$$i_c = \frac{48}{16} = 3$$

$$Q = \frac{17917,7}{3} = 5972,5 \text{ Н}$$

Диаметр поршня пневмоцилиндра определяется по формуле

$$D_{\text{п}} = 1,13 \sqrt{\frac{Q}{0,4}} \quad (3.6)$$

$$D_{\text{п}} = 1,13 \sqrt{\frac{5972,5}{0,4}} = 138$$

Принимаем стандартный размер поршня по ГОСТ 15608-81 $D=160$

3.1.4. Расчет погрешности установки

Погрешность установки рассчитаем по формуле:

$$E_y = \sqrt{E_B^2 + E_3^2 + E_{\text{ПР}}^2} \quad (3.7)$$

Где E_B – погрешность базирования, в нашем случае равна 0 потому, что технологическая база совпадает с измерительной.

E_3 – погрешность закрепления, в данном расчете приравниваем к нулю;

$E_{\text{ПР}}$ – погрешность элементов приспособления.

Используя размерную схему патрона, найдем:

$$E_y = \frac{\omega A}{2} = 0,5 \sqrt{\Delta_1^2 + \Delta_2^2 + \dots + \Delta_5^2} \quad (3.8)$$

Где ωA – колебание замыкающего размера;

Δ_1, Δ_5 -погрешности, возникающие вследствие неточности изготовления;

$\Delta_2, \Delta_3, \Delta_4$ -значение погрешностей, возникающих в сопряжениях из-за колебания зазоров;

$$E_y = 0,5 \sqrt{10^2 + 60^2 + 10^2} = 30,8$$

Рассчитываем максимальное значение погрешности установки по формуле:

$$E_{\text{доп}} = 0,3 \cdot T_d, \quad (3.9)$$

Где T_d – допуск на размер, мм

$$E_{\text{доп}} = 0,3 \cdot 14 = 0,042 \text{ мм} = 42 \text{ мкм}$$

$$E_y < E_{\text{доп}} - \text{условие выполнено}$$

3.1.5 Описание конструкции и принципа работы приспособления

Патрон устанавливается на переднем конце шпинделя и крепко закрепляется шпилькой 23, гайкой 31 через байонетную шайбу 20. Патрон состоит из сменных кулачков 22, которые жёстко крепятся к постоянным кулачкам 10. Для точной установки сменных кулачков применяется паз, а для их закрепления винты 28 и 29.

Пневмопривод состоит из поршня 17, который монтируется на шток 18. Для снижения ударных нагрузок поршня, устанавливается демпфер 34. На заднюю крышку 16 устанавливается втулка 19 с уплотнительными кольцами 36 для обеспечения герметичности. Для фиксации положения в пространстве внутреннего корпуса применяют подшипники качения 38. Поршень 17 и шток 18 закрепляются в гильзе 15. Гильза жёстко закрепляется винтами 27 к крышке 16. Вся конструкция помещена в корпус 14, с помощью винтов 28 закрепляется с коробкой скоростей. Для подачи воздуха используется штуцер, который монтируется в наружный корпус. В штуцер поступает сжатый воздух, который распределяется по каналам в полость поршня и под давлением действует на него, заставляя его линейно перемещаться.

Движение поршня пневмоцилиндра передается на шток патрона 4 через тягу, расположенную внутри шпинделе станка. Тяга связана с штоком патрона винтом 3. От самоотвинчивания в процессе работы патрона винт удерживается пружинным стопором, помещенный в гайке, последняя закреплена на винте стопором. Перемещение штока патрона приводит в действие рычаг 9, который перемещается по направляющим в обоиме 2. Штифты 21, помещенные в отверстиях рычагов, предохраняют их от произвольного смещения. Рычаг приводит в действие рейку 8. Рейка перемещается по спиральному диску 7 происходит линейное движение кулачков.

3.2 КОНСТРУИРОВАНИЕ ШПОНОЧНОЙ ПРОТЯЖКИ

3.2.1 Исходные данные

В отверстиях $\varnothing 90H7^{+0.035}$ длиной 90 протянуть канавку $20F8^{+0.053}_{+0.020}$

Протягивание производится на горизонтально протяжном станок 7A523.

3.2.2 Схема резания

При протягивании канавок применяется схема резания при которой боковые стороны профилируются по генераторной схеме, а дно – по профильной.

Припуск на протягивание определяется по формуле:

$$A = t_2 + f_0 \quad (3.10)$$

Где t_2 – глубина паза

f_0 – стрелка дуги, которая выбирается из стандартных значений;
 $f_0=1,12$.

$$A = 7,4 + 1,25 = 8,65 \text{ мм}$$

3.2.3 Параметры зубьев и стружечных канавок

Ширину протяжки B рассчитаем по формуле

$$B = b + 2 \dots 6 \quad (3.11)$$

$$B = 20 + 6 = 26$$

Величина подъема на зуб S_z у шпоночных протяжек принимаем $S_z=0,08$

Число Z_p режущих зубьев у протяжек с равномерным подъемом на зуб определяется по формуле

$$Z_p = \frac{A}{S_z} + 2 \dots 4 \quad (3.12)$$

$$Z_p = \frac{8,65}{0,08} + 2 = 109$$

Число Z_k калибрующих зубьев принимаем $Z_k=5$. Общее число зубьев протяжки:

$$Z = Z_p + Z_k \quad (3.13)$$

$$Z = 109 + 5 = 114$$

Стружечные канавки для шпоночных протяжек делают с плоской спинкой зуба и радиусной передней поверхностью.

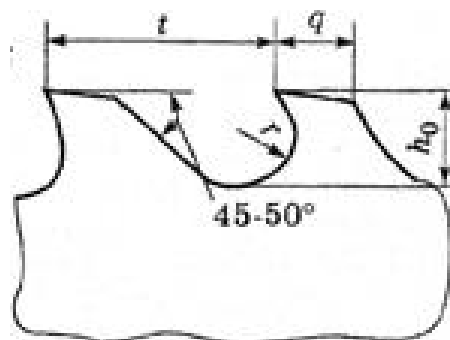


Рисунок 3.1 – Профиль стружечной канавки

Размеры стружечных канавок определяются по формулам:

$$h_0 = 0,35 \dots 0,4 t \quad (3.14)$$

$$r = (0,5 \dots 0,55)h_0 \quad (3.15)$$

$$q = 0,3 \dots 0,35 t \quad (3.16)$$

Где t – шаг режущих зубьев, мм

$$t = 1,25 \dots 1,5 \bar{L} \quad (3.17)$$

Где L – длина обработки, мм.

$$t = 1,25 * \bar{90} = 11,85$$

Принимаем стандартное значение $t=12$ мм

$$h_0 = 0,4 * 12 = 4,8$$

$$r = 0,5 * 4,8 = 2,4$$

$$q = 0,3 * 12 = 3,6$$

Принимаем стандартные значения: $h_0=5$, $q=4$, $r=2,5$

Принимаем одинаковый шаг режущих и калибрующих зубьев.

Размеры стружечной канавки на калибрующей части в данном случае имеют такую же форму, как и на режущей части

3.2.4 Геометрические параметры зубьев

Передний угол протяжки выбирают в зависимости от обрабатываемого материала. Значение переднего и заднего угла назначаем из справочника [5, 479]. В нашем случае $\gamma_k = \gamma_p = 5^\circ$; $\alpha_k = 4^\circ$; $\alpha_p = 2^\circ$.

Для снижения трения на боковых зубьях, их делают под углом $\varphi = 1^\circ$. При этом оставляется калибрующая фаска $f=0,7$ мм.

Ширина стружкоразделительной канавки $S_k=1$ мм, глубина $h_k=0,5$ мм, угол канавки $\omega_k = 45^\circ$. У данной протяжки делают по две стружкоразделительные канавки

Расстояние до канавки b_k должно быть не менее $2 \dots 2,5$ мм, из-за повышенного износа. Канавки должны быть направлены по движению протяжки.

3.2.3 Усилие протягивания

Усилие P протягивания рассчитывается по формуле:

$$P_{max} = C_p S_z^x B Z_{imax} K_y K_c K_u \quad (3.19)$$

Где C_p – величина, зависящая от обрабатываемого материала и формы;

S_z – подъем на зуб;

$K_y K_c K_u$ - коэффициенты, зависящие от переднего угла, состава смазочно-охлаждающей жидкости и степени износа зубьев протяжки на усилие протягивании;

B – длина режущего лезвия;

Z_{imax} - наибольшее число одновременно работающих зубьев.

$$Z_{imax} = \frac{Z}{t} \quad (3.20)$$

$$Z_{imax} = \frac{114}{12} = 9.5 \approx 9$$

Тогда

$$P_{max} = 315 * 0,08^{0,85} * 26 * 9 * 1,1 * 1 * 1 = 9474,27 \text{ кг,}$$

Расчет протяжки на прочность осуществляется по формуле:

$$\sigma = \frac{P_{max}}{F_{min}} \leq [\sigma_b] \quad (3.21)$$

Где $[\sigma_b]$ – допустимое напряжение в материале протяжки; $\sigma_b = 20 \dots 25 \text{ кг/мм}^2$;

F_{min} – наименьшая площадь поперечного сечения

$$F_{min} = H * b \quad (3.22)$$

$$F_{min} = 45 * 20 = 900 \text{ мм}^2$$

Таким образом, наибольшее напряжение в протяжке

$$\sigma = \frac{9474}{900} = 10,5 \text{ кг/мм}^2$$

Для изготовления протяжки выбираем сталь Р6М5, для которой $\sigma_b = 25 \text{ кг/мм}^2$. Таким образом, условие $\sigma \leq [\sigma_b]$ выполняется.

3.2.4 Длина протяжки

Общая длина протяжки определяется:

$$L_{\text{п}} = l_{\text{гл}} + l_{\text{р}} + l_{\text{к}}; \quad (3.23)$$

Где $l_{\text{гл}}$ – длина гладких частей;

$l_{\text{р}}$ – размер режущей части;

$l_{\text{к}}$ – размер калибрующей части.

Длина режущей части протяжки определяется по зависимости

$$l_{\text{р}} = t_{\text{р}} * Z_{\text{р}} \quad (3.24)$$

$$l_{\text{р}} = 12 * 109 = 1308 \text{ мм};$$

Длина калибрующей части протяжки

$$l_{\text{к}} = Z_{\text{к}} + 0,5 t_{\text{к}} \quad (3.25)$$

$$l_{\text{к}} = 5 + 0,5 * 12 = 66 \text{ мм};$$

Длина гладкой части протяжки

$$l_{\text{гл}} = l_1 - l_3 + l_c + l_d + l_a + l_b \text{ мм}; \quad (3.26)$$

Где l_1 - длина хвостовика, выбирается из стандартных значений; $l_1 = 80 \text{ мм}$;

l_3 - размер элемента патрона в шпинделе станка, мм. $l_3 = 0 \text{ мм}$;

l_c - размер плиты стола станины, мм; $l_c = 60 \text{ мм}$;

l_d - размер выходящей части фланца оправки; $l_d = 6 \text{ мм}$;

l_a - размер выходящей части опорного кольца, мм; $l_a = 30 \text{ мм}$;

l_b - размер посадочной части оправки, мм; $l_b = 95 \text{ мм}$.

$$l_{\text{гл}} = 80 - 0 + 60 + 6 + 30 + 95 = 271 \text{ мм}$$

Общая длина протяжки

$$L_{\text{п}} = 1308 + 66 + 271 = 1645 \text{ мм}$$

3.2.5 Допуски на элементы и размеры протяжки

1) отклонение размеров ленточки f_1 на боковой поверхности зубьев не должно превышать +0,2 мм;

2) допустимое отклонение угла $\varphi_1 = +0^\circ 30'$.

Требования к геометрической форме:

1. Прогиб на опорной и боковой плоскости протяжек не должен превышать 0,06 мм на каждые 300 мм длины. Так же прогиб не должен совпадать с направлением вогнутости.

2. Общая непараллельность боковых поверхностей не должна превышать допуск на размер между этими сторонами.

3. Продольная кривизна и несимметричность расположения зубьев у протяжек с утолщенным телом допускается в пределах $3/4$ допуска на ширину режущего выступа протяжки, но не более 0,015 мм.

4. Поперечная кривизна зубьев у протяжек с утолщенным телом не должна быть более 0,002 мм на каждый миллиметр высоты зубчатого выступа.

5. Отклонение от перпендикулярности к телу протяжки заплечиков у хвостиков с боковыми выемками допускается в пределах $\pm 10'$, а взаимное смещение их - не более 0,05 мм на всей длине опорной поверхности заплечика.

4 КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

Выясним возможна ли деформация заготовки при зажиме в патроне. Для этого используем прочностной расчет в КОМПАС 3D. Для начала приложим давление кулачков $P = 17,9$ МПа (Рис 5.1).

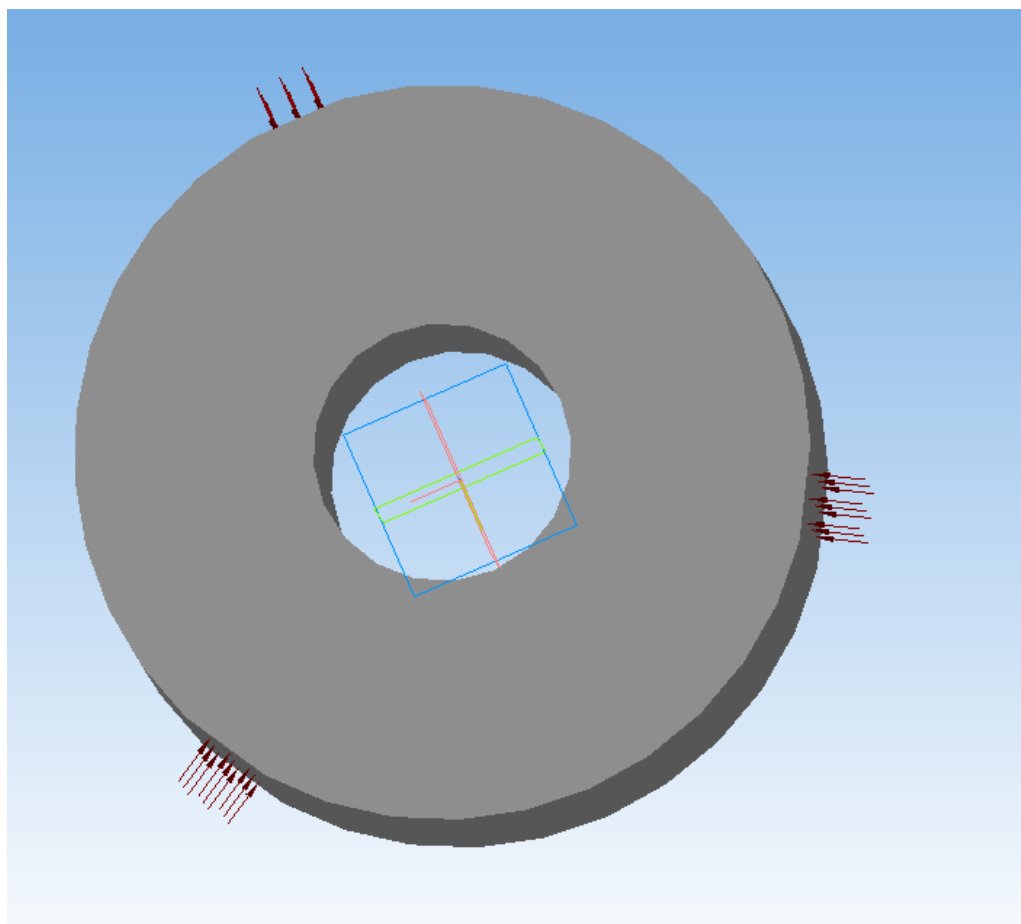


Рисунок 5.1 – Давление кулачков

Наложим на заготовку ограничение - зафиксируем нашу заготовку (Рис 5.2)

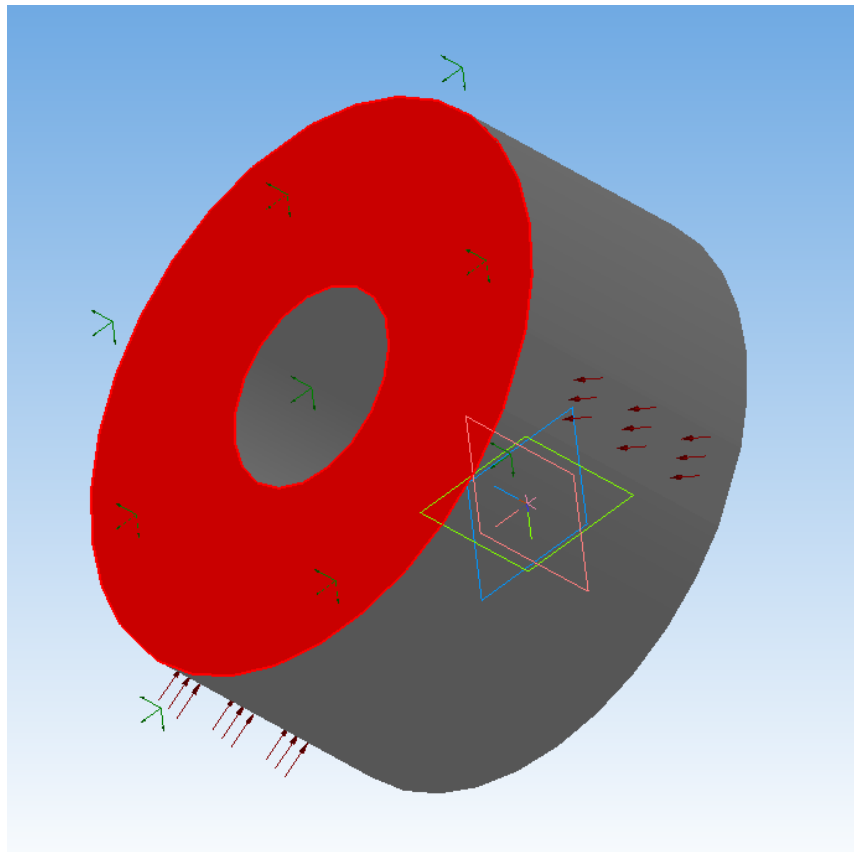


Рисунок 5.2 – Базирование

Рассчитаем заготовку на напряжение (Рис 5.3)

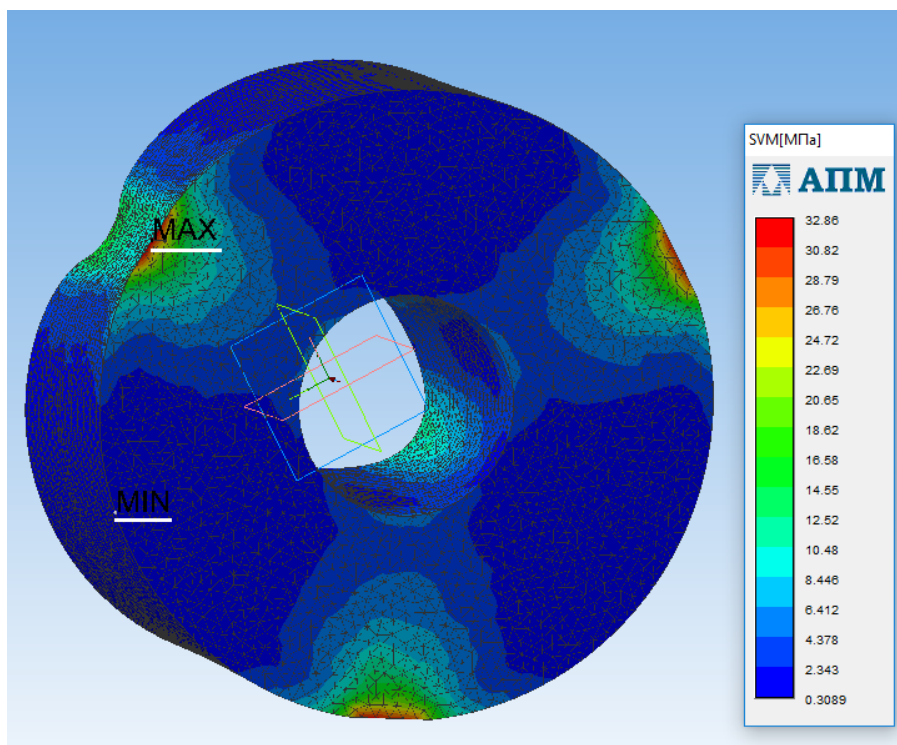


Рисунок 5.3 – Напряжения

Далее рассчитаем деформацию (Рис 5.4.)

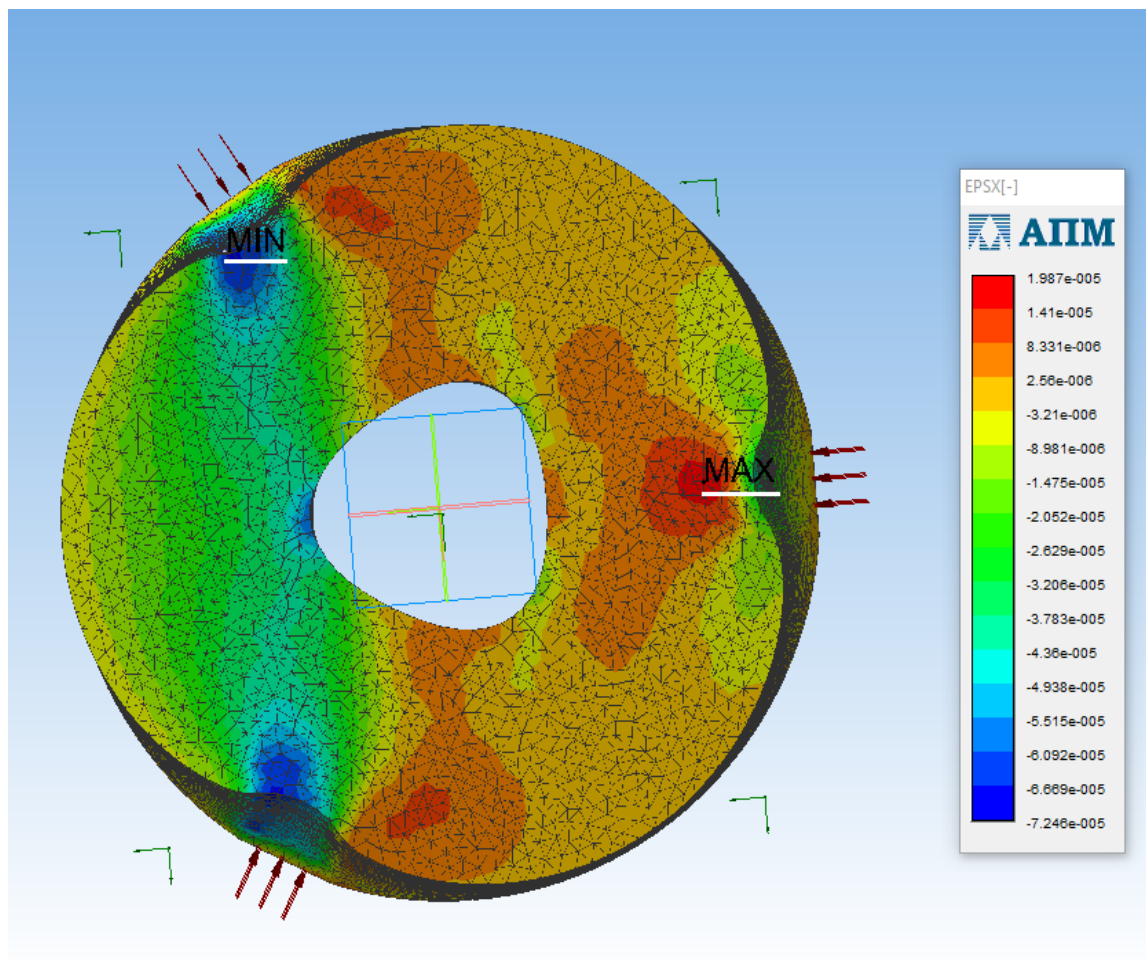


Рисунок 5.4 – Деформации

В результате прочностного анализа, мы выяснили что максимальное напряжение на заготовке 33 МПа, максимальная деформация меньше 1 микрона. Из этого можно сделать вывод, усилие зажима кулачков не приведет к значимой деформации детали.

5 БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА

В процессе выполнения рабочими своих должностных обязанностей они могут подвергать себя рискам и в конечном итоге не исключено получение производственных травм. В данном разделе представлено задействованное оборудование и вредные воздействия, которые могут возникнуть при несоблюдении техники безопасности. Описаны мероприятия, выполнение которых сведет получение производственных травм к минимуму.

Тема ВКР: “Технологический процесс изготовления корпуса фрезы ф200”

Анализ был проведен в соответствии с методикой [9].

5.1 Назначение участка

Данный участок предназначен для изготовления детали “Корпус фрезы ф200”

5.2 Планировка рассматриваемого участка

Производственная площадь – представляет собой площадь, которая занята производственным оборудованием и местами для рабочих возле этого оборудования.

Вспомогательная площадь – представляет собой площадь, на которой располагаются вспомогательные подразделения, такие как: ремонтные и инструментальные службы, лаборатории, склады, служебно-бытовые помещения, а также межцеховые магистральные проезды.

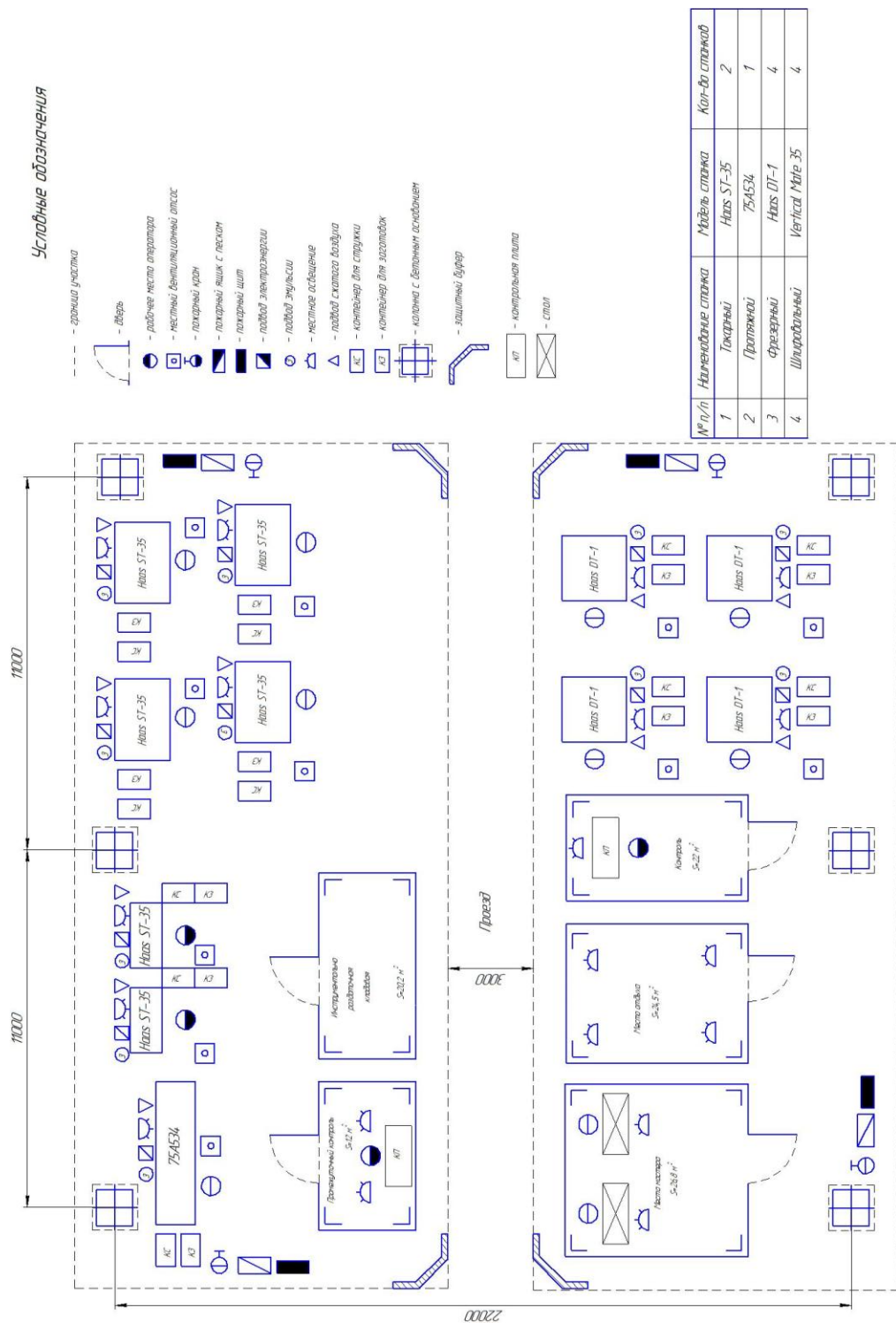


Рисунок 5.1 – План участка

5.3 Состав оборудования

Наименование и количество оборудования представлено в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Состав оборудования

№ п/п	Оборудование	количество
1	Токарно-револьверный обрабатывающий центр Haas ST-35	2
2	Горизонтально протяжной станок 7A534	1
3	Вертикально-фрезерный обрабатывающий центр Haas DT-1	4
4	Вертикальный шлифовальный станок Vertical Mate 35 компании DMG MORI	4
Итого:		12

Таблица 5.2 – Технологический маршрут обработки детали “Корпус фрезы ф200”

Наименование цеха	Номер операции	Наименование операции	Применяемое оборудование	Содержание операции
Кузнечный	000	Заготовительная	КГШП	Получение заготовки
Механический	050	Точение черновое	Токарно-револьверный обрабатывающий центр Haas ST-35	Черновое точение поверхностей : 1, 2, 3, 4, 7, 8, 9
Механический	010	Точение чистовое	Токарно-револьверный обрабатывающий центр Haas ST-35	Чистовое точение поверхностей : 1, 2, 3, 4, 7, 9
Механический	015	Протягивание	Горизонтально протяжной станок 7A534	Протягивание паза 10, 11, 12, 13
Механический	020	Фрезерование черновое	Вертикально-фрезерный обрабатывающий центр Haas DT-1	Черновое фрезерование поверхностей : 14, 15, 17, 18
Механический	025	Фрезерование черновое	Вертикально-фрезерный	Черновое фрезерование

			обрабатывающий центр Haas DT-1	поверхностей : 16, 18, 19
--	--	--	--------------------------------	---------------------------

Продолжение таблицы 5.2

Механический	030	Фрезерование	Вертикально-фрезерный обрабатывающий центр Haas DT-1	Чистовое фрезерование поверхностей: 16, 18, 19
Механический	035	Фрезерование	Вертикально-фрезерный обрабатывающий центр Haas DT-1	Сверление отверстий: 20, 21
Термический	040	Термообработка	-	Закалка заготовки
Механический	045	Внутришлифование черновое	Вертикальный шлифовальный станок Vertical Mate	Черновое шлифование поверхностей: 9
Механический	050	Круглошлифование черновое	Вертикальный шлифовальный станок Vertical Mate	Шлифование поверхностей: 1, 4, 7
Механический	055	Внутришлифование чистовое	Вертикальный шлифовальный станок Vertical Mate	Чистовое шлифование поверхностей: 9
Механический	060	Круглошлифование чистовое	Вертикальный шлифовальный станок Vertical Mate	Чистовое шлифование поверхностей: 1, 4, 7
Механический	065	Круглошлифование чистовое	Вертикальный шлифовальный станок Vertical Mate	Чистовое шлифование поверхностей: 18

5.4 Анализ вредных производственных факторов

Таблица 5.3 – Идентификация профессиональных рисков

№ п/п	Технологическая операция	Вредные производственные факторы	Источник опасного фактора
-------	--------------------------	----------------------------------	---------------------------

Продолжение таблицы 5.3

1	Заготовительная операция	1) Высокая температура на поверхности оборудываемого 2) Высокий уровень шума и вибрации при работе	Кривошипный горячешпяпованный пресс
2	Токарная операция	1) Подвижные части станка; 2) Продвигающиеся изделия 3) Испарения СОЖ при обработке 4) Высокий уровень шума и вибрации при работе	Токарно-револьверный обрабатывающий центр Haas ST-35
3	Протяжная операция	1) Подвижные части станка; 2) Продвигающиеся изделия 3) Испарения СОЖ при обработке 4) Высокий уровень шума и вибрации при работе 5) Отлетающая сружка	Горизонтально протяжной станок 7A534
4	Фрезерная операция	1) Подвижные части станка; 2) Продвигающиеся изделия 3) Испарения СОЖ при обработке 4) Высокий уровень шума и вибрации при работе 5) Отлетающая стружка	Вертикально-фрезерный обрабатывающий центр Haas DT-1
6	Шлифовальная операция	1) Подвижные части станка; 2) Продвигающиеся изделия 3) Испарения СОЖ при обработке 4) Высокий уровень шума и вибрации при работе 5) Попадание частиц абразивных материалов на изделие и в рабочую зону	Вертикальный шлифовальный станок Vertical Mate 35 компании DMG MORI

Опишем организационно-технические методы и технические средства защиты от опасных и вредных производственных факторов. Результаты приведем в таблице 5.3.

Таблица 5.4 - Методы и средства снижения воздействия опасных и вредных производственных факторов

Вредные производственные факторы	Мероприятия по снижению вредных факторов	Средства индивидуальной защиты
1) Высокие температуры на	Защитное ограждение	Перчатки для

поверхностях оборудования		металурга
---------------------------	--	-----------

Продолжение таблицы 5.4

2) Движущие машины и механизмы	Соблюдение правил безопасности при выполнении работ	Защитные очки и каска
3) Подвижные части производственного оборудования; передвижающиеся изделия	Защитное ограждение	Защитные очки и каска
4) Фиброгенное воздействие (пыль и абразивная стружка, металлическая пыль)	Приточно-вытяжная вентиляционная система	Распиратор
5) Повышенный уровень шума, вибрации на рабочем месте	Подналадка оборудования для снижения уровня шума, использование виброизолирующих опор	Беруши, наушники

При выполнении данного раздела были выявлены вредные и опасные факторы, определены методы и средства защиты, которые помогут снизить воздействие этих факторов.

6 Экономическая эффективность работы

Задачей раздела является расчет технико-экономических показателей проектируемого процесса, себестоимости, капитальных вложений и срока окупаемости продукта

В данной работе был спроектирован технологический процесс изготовления корпуса фрезы Ф200. В процессе использовалось современное оборудование и оснастка. Более подробная информация представлена в таблице 2.5.

Для оценки экономической эффективности необходимы следующие исходные данные:

- Годовая программа выпуска 1000 шт
- Масса детали 12,6 кг
- Масса заготовки 19,8кг
- Стоимостные, эксплуатационные и размерные характеристики применяемого оборудования, технологического оснащения и режущего инструмента.
- Тарифы на расходы (Вода, электроэнергия и т.д)
- Часовая тарифная ставка

Используя полученные данные по методике [15] определим полную себестоимость детали. С помощью программного обеспечения Microsoft Excel были произведены все необходимые расчеты, себестоимость составила

Поскольку технологический процесс изготовления разрабатывался с нуля, то особое внимание уделялось расчету капитальных вложений, которые составили 1961496,12 руб. и другие затраты на основное технологическое оборудование;

- проектирование;
- доставку и монтаж;
- транспортные средства;
- приспособление;
- инструмент;
- производственную площадь;
- управляющую аппаратуру;
- величину незавершенного производства;
- сопутствующие капитальные вложения;
- удельные капитальные вложения в единицу изделия.



Рис 6.1

Рисунок 6.1 - Капитальные вложения

Выполним расчет по определению эффективности следуя методике [15]. Проведем анализ значений, который предоставит возможность сделать вывод о целесообразности внедрения. Результаты представлены в таблице 6.1.

Таблица 6.1 - Результаты показателей эффективности внедрения предложения

№ п/п	Наименование показателей	Условное обозначение и единица измерения	Значение показателей
1	Ожидаемая прибыль	<i>П_{чист}, руб.</i>	1097970,0
2	Налог на прибыль	<i>Н_п, руб.</i>	219594,0
3	Срок окупаемости	<i>Т_{ок}, лет</i>	4
4	Общий дисконтированный доход	<i>Д_{общ.диск}, руб.</i>	2273237,09
5	Интегральный экономический эффект	<i>Э_{инт}, руб.</i>	311740,97
6	Индекс доходности	<i>ИД, руб.</i>	1,16

В результате анализа можно сделать вывод, что внедрение проекта эффективно. Об этом говорит положительное значение интегрального эффекта, индекса доходности. При капитальном вложении 1961496,12 руб. срок окупаемости составит 4 года.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате выполнения выпускной квалификационной работы были достигнуты следующие результаты:

- Разработан технологический процесс изготовления корпуса фрезы Ф200
- Спроектирована заготовка, полученная методом штамповки
- Применен современный режущий инструмент
- Применено оборудование с ЧПУ
- Спроектирован патрон с пневмоприводом для токарной операции
- Спроектирована шпоночная протяжка
- Экономическая эффективность предложенного техпроцесса

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Проектирование технологических операций [Электронный ресурс]: электрон. учеб.-метод. пособие / Д.А. Расторгуев; ТГУ; Ин-т машиностроения; каф. «Оборудование и технологии машиностроит. пр-ва». – Тольятти: ТГУ, 2015. – 140 с
2. Технология машиностроения: учеб. для студ. вузов, обуч. По спец. 151001 напр. «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроит. производств» / А.А. Маталин. - Изд. 3-е, стер.; Гриф УМО. – Санкт-Петербург [и др.]: Лань, 2010. – 512 с
3. ГОСТ 7505-1989 Поковки стальные штампованные. Допуски, припуски и кузнечные напуски
4. ГОСТ 2590-2006. Прокат сортовой горячекатаный круглый. Сортамент. – Введ. 2009–07–01. М.: Стандартинформ, 2009. – 8 с
5. Технологическая оснастка машиностроительных производств: учеб. пособие для студентов вузов, обуч. по направлению «Конструкторско-технол. обеспечение машиностр. пр-в». Т. 2 / А.Г. Схиртладзе, С.Н. Григорьев, В.П. Борискин. – 4-е изд., перераб. и доп.; гриф УМО. – Старый Оскол: ТНТ, 2016. – 517 с
6. Справочник инструментальщика. /Под общ. ред. И.А. Ординцева. - Л.: Машиностроение. Ленигр. отд-ние, 1987. - 846 с.
7. Бурцев, В.М. Технология машиностроения. Т. 1. Основы технологии машиностроения: Учебник/В.М. Бурцев.-М.: МГТУ им.Баумана, 2011.-478с
8. Боровков, В.М. Экономическое обоснование выбора заготовки при проектировании технологического процесса. Метод. Указания / В.М. Боровков, Тол-ПИ, 1990
9. Обработка металлов резанием: Справочник технолога. /А.А. Панов [и др.]; под общ. ред. А.А. Панова, 2-е изд., перераб. И доп. – М.: Машиностроение, 2005 –784с
10. Горина, Л.Н. Раздел выпускной квалификационной работы «Безопасность и экологичность технического объекта». Уч.-методическое пособие. - Тольятти: изд-во ТГУ, 2016. –52 с.
- 11.. Схиртладзе, А. Г. Технологическая оснастка машиностроительных производств: учеб. пособие для студентов вузов, обуч. по направлению "Конструкторско-технол. обеспечение машиностр. пр-в". Т. 1 / А. Г. Схиртладзе, С. Н. Григорьев, В. П. Борискин. - 3-е изд., перераб. и доп.; гриф УМО. - Старый Оскол: ТНТ, 2016. – 547 с.

12. Дмитриев, В.А. Проектирование заготовок в машиностроении: учеб. пособ. / В.А. Дмитриев. – Самара: Самар. гос. техн. ун-т, 2008. – 174 с.
13. Кузнецов, Ю. Н. Зажимные механизмы и технологическая оснастка для высокоэффективной токарной обработки: [монография] / Ю. Н. Кузнецов [и др.]. - Старый Оскол: ТНТ, 2016. – 476 с.
14. Зубкова, Н.В. – к.э.н., доцент. Учебно-методическое пособие по выполнению экономического раздела дипломного проекта для студентов, обучающихся по специальности 151001 «Технология машиностроения». Тольятти: ТГУ, 2012. – 123 с.
15. Клименко, С.С. Проектирование заготовок в машиностроении [Электронный ресурс]: практикум: учеб. пособие / С.С. Клименков. - Минск: Новое знание, 2013; Москва: ИНФРА-М, 2013. – 269 с.
16. Станочные приспособления: Справочник. В 2-х кн. Кн. 1./ Б.Н. Вар-дашкин; под ред. Б.Н. Вардашкина [и др.];-М.: Машиностроение, 1984
17. Нефедов, Н.А. Дипломное проектирование в машиностроительных техникумах: Учеб. Пособие для техникумов 2-е изд. перераб. и доп./Н.А. Нефедов, 76-М.: Высш. Школа, 1986-239 с
18. Горина, Л.Н. Раздел выпускной квалификационной работы «Безопасность и экологичность технического объекта». Уч. - методическое пособие. - Тольятти: изд-во ТГУ, 2016. –52 с.
19. Davim J.P. (ed.) Sustainable Machining. Springer, 2017—82 p.
20. Jackson Mark. Machining with Abrasives Springer, New York 2011. 439 p. ISBN 978-1-4419-7301-6
21. Chryssolouris, George. Manufacturing Systems: Theory and Practice. George Chryssolouris – Patras: Publishing University of Patras, 2005. – 603 page
22. Davim J. Paulo (editor). Machining. Fundamentals and Recent Advances. London: Springer, 2008,-361 page
23. Graham, T.Smith. Cutting tool technology. T.Smith. Graham – Southampton: Publishing Southampton Solent University, 2008. – 599 page.
24. www.int.haascnc.com
25. www.columbuss.ru

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Спецификации к сборочным чертежам

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
<u>Документация</u>						
A1			8БР.ОТМП.196.61.000.СБ		1	
<u>Сборочные единицы</u>						
		1	8БР.ОТМП.196.61.100	Корпус	1	
		2	8БР.ОТМП.196.61.200	Обоюма	1	
		3	8БР.ОТМП.196.61.300	Винт	1	
<u>Детали</u>						
		4	8БР.ОТМП.196.61.001	Спиральный диск	2	
		5	8БР.ОТМП.196.61.002	Шток патрона	1	
		6	8БР.ОТМП.196.61.003	Фланец	1	
		7	8БР.ОТМП.196.61.004	Вставка	1	
		8	8БР.ОТМП.196.61.005	Рейка	3	
		9	8БР.ОТМП.196.61.006	Рычаг	3	
		10	8БР.ОТМП.196.61.007	Кулачек	3	
		11	8БР.ОТМП.196.61.008	Ось	1	
		12	8БР.ОТМП.196.61.009	Палец	1	
		13	8БР.ОТМП.196.61.010	Заслонка	1	
		14	8БР.ОТМП.196.61.011	Гильза	1	
		15	8БР.ОТМП.196.61.012	Крышка	1	
		16	8БР.ОТМП.196.61.013	Поршень	1	
		17	8БР.ОТМП.196.61.014	Шток пневмоцилинда	1	
		18	8БР.ОТМП.196.61.015	Гайка	1	
		19	8БР.ОТМП.196.61.016	Байонетная шайба	1	
18.БР.ОТМП.196.61.000						
Изм./Лист		№ докум.		Подп.		Дата
Разраб.		Луцкьянов В.Н.				
Проб.		Логинов Н.Ю.				
Н.контр.		Виткалов В.Г.				
Утв.		Логинов Н.Ю.				
				Лит. Лист Листов		
				В 1 3		
				ТГУ ИМ		
				гр. ТМБ-1401		

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
		20	8.БР.ОТМП.196.61017	Штифт	1	
		21	8.БР.ОТМП.196.61018	Сменный кулачек	3	
		22	8.БР.ОТМП.196.61019	Шпилька	4	
				<u>Стандартные изделия</u>		
		26		Винт М6х25	6	
				ГОСТ 13378-84		
		27		Винт М12х35	6	
				ГОСТ 13378-84		
		28		Винт М12х45	12	
				ГОСТ 13378-84		
		29		Винт М12х95	18	
				ГОСТ 13378-84		
		30		Гайка М16	4	
				ГОСТ 5915-70		
		31		Гайка М20	1	
				ГОСТ 5915-70		
		32		Гайка стопарная М18	1	
				ГОСТ 11871-88		
		33		Демпфер	1	
				ГОСТ Р 55184-2012		
		34		Кольцо уплотнительное 30	3	
				ГОСТ 9833-73		
		35		Кольцо уплотнительное 60	3	
				ГОСТ 9833-73		
		36		Кольцо уплотнительное 160	3	
				ГОСТ 9833-73		
		37		Подшипник качения	2	

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

18.БР.ОТМП.196.61.000

Лист

2

Изм Лист № докум. Подп. Дата

Копировал

Формат А4

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Маршрутные карты

А	Цех	Уч.		
Б				
А 86	XX XX XX	060	0130	Маячная
Б 87				
0 88	XX XX XX	065	0200	Контрольная
Т 89				
Т 90				
91				
А 92				
Б 93				
0 94				
Т 95				
Т 96				
97				
А 98				
99				
А100				
101				
102				
103				
104				
105				
106				
107				
108				
МК5				

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Операционные карты

