

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»
Институт машиностроения
Кафедра «Оборудование и технологии машиностроительного производства»
Направление подготовки 15.03.01 «Машиностроение»
Профиль «Технология машиностроения»

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)

на тему Технологический процесс изготовления детали «Золотник шасси вертолета»

Студент

А.Ю. Прохоров

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

Д.Г. Левашкин

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Консультанты

К.Ш. Нуров

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

В.Г. Виткалов

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Н.В. Зубкова

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Допустить к защите

И.о. заведующего кафедрой

К.Т.Н, ДОЦЕНТ

А.В. Бобровский

(личная подпись)

« » 2016 г.

Тольятти 2016

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»
Институт машиностроения
Кафедра «Оборудование и технологии машиностроительного производства»

УТВЕРЖДАЮ

И.о. _____ зав. _____ кафедрой

_____ А.В.Бобровский

«___» _____ 2016г.

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

(уровень бакалавра)

направление подготовки 15.03.01 «Машиностроение»

профиль «Технология машиностроения»

Студент Прохоров Андрей Юрьевич _____ гр. МСб-1203 _____

1. Тема Технологический процесс изготовления детали «Золотник шасси вертолета»
2. Срок сдачи студентом законченной выпускной квалификационной работы «__» ____ 2016 г.
3. Исходные данные к выпускной квалификационной работе годовая программа выпуска 140 шт в год; режим работы участка – односменный

4. Содержание выпускной квалификационной работы (объем 40-60 с.)

Титульный лист.

Задание. Аннотация. Содержание.

Введение, цель работы

- 1) *Описание исходных данных*
- 2) *Технологическая часть работы*
- 3) *Проектирование приспособления*
- 4) *Компьютерное моделирование*
- 5) *Описание графической части работы*
- 6) *Безопасность и экологичность технического объекта*
- 7) *Экономическая эффективность работы*

Заключение. Список используемой литературы.

Приложения: технологическая документация

АННОТАЦИЯ

Объект разработки - технологический процесс изготовления детали «Золотник шасси вертолета».

Цель разработки – комплексное проектирование технологического процесса изготовления детали, включая все стадии подготовки производства от заготовки до готового изделия.

Для достижения цели бакалаврской работы необходимо решить следующие задачи:

- провести анализ конструкции и технологичности детали;
- выбрать способ получения заготовки;
- разработать технологический процесс изготовления детали;
- выбрать технологическое оборудование, оснастку, режущий и мерительный инструменты;
- рассчитать режимы обработки, пронормировать технологические операции;
- разработать технологические наладки.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
1 Описание исходных данных.....	5
1.1 Служебное назначение детали.....	5
1.2 Анализ технологичности конструкции детали.....	5
1.3 Определение типа производства и формы его организации.....	8
2 Технологическая часть работы.....	10
2.1 Анализ технологического процесса базового завода.....	10
2.2 Выбор и экономическое обоснование способа получения заготовки.....	13
2.3 Выбор методов обработки.....	15
2.4 Выбор технологических и измерительных баз.....	17
2.5 Формирование маршрута изготовления детали.....	17
2.6 Выбор технологического оборудования.....	19
2.7 Расчет припусков.....	22
2.8 Выбор приспособлений.....	30
2.9 Выбор режущего и вспомогательного инструмента.....	31
2.10 Выбор средств технического контроля.....	31
2.11 Определение режимов обработки.....	32
2.12 Нормирование операций.....	40
3 Проектирование приспособления	43
4 Компьютерное моделирование.....	47
5 Описание графической части работы	52
6 Безопасность и экологичность технического объекта	54
7 Экономическая эффективность работы	61
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	65
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	66
ПРИЛОЖЕНИЕ А.....	71
ПРИЛОЖЕНИЕ Б.....	73

ВВЕДЕНИЕ

Повышение надежности и стабильности технологических процессов – это один из важнейших путей повышения производительности труда и качества выпускаемой продукции, что означает повышение экономической эффективности производства.

Обеспечение надежности технологических процессов в условиях современного производства является важным вопросом, актуальность которого постоянно возрастает с учетом интенсивного развития информационных технологий и их внедрения в процесс производства.

Решение задачи стабильности и безотказности различных методов обработки должно привести к снижению материальных затрат на брак, а также к возможности сокращения объема функций человека в производственном процессе, т.е. к роботизации и автоматизации технологического процесса.

Бакалаврская работа посвящена усовершенствованию технологического процесса изготовления детали «Золотник шасси вертолета», входящей в сборку шасси вертолета.

1 Описание исходных данных

1.1 Служебное назначение детали

Деталь «Золотник шасси вертолета» входит в состав изделия «Шасси вертолета». Шасси обеспечивает передвижение вертолета по земле во время взлета, а также движения после посадки. Также шасси – это своего рода арматура, принимающая на себя огромные нагрузки, действующие на вертолет, особенно во время его посадки. Данная деталь является телом вращения и служит для передачи вращательного движения другим деталям узла (см. рисунок 1.1).

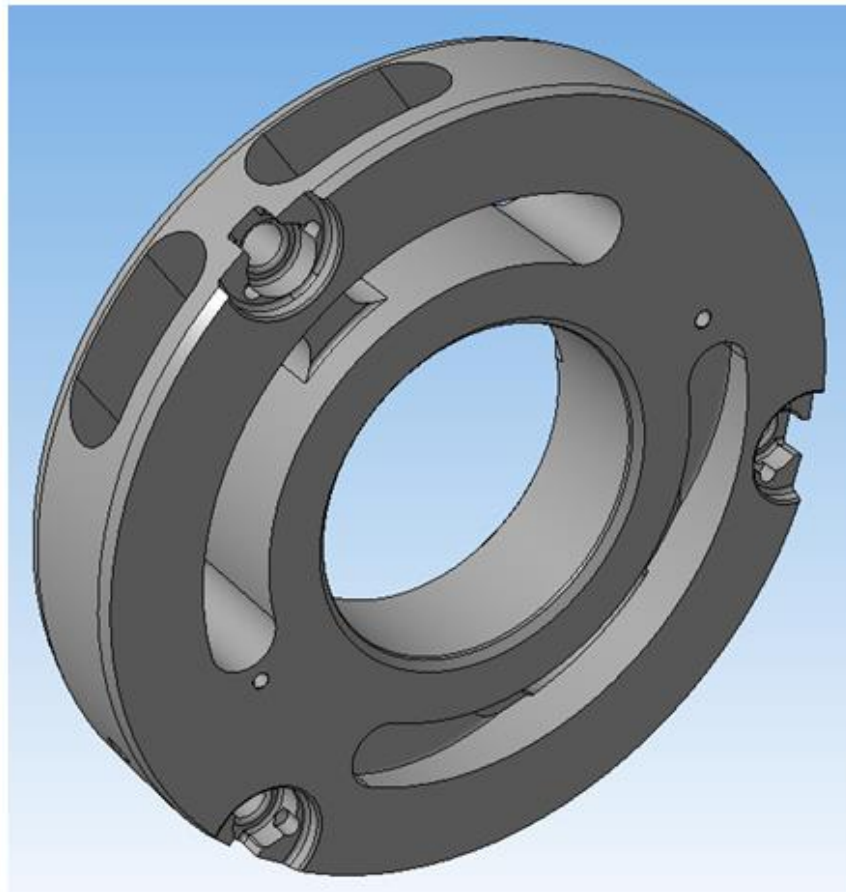


Рисунок 1.1 – Трехмерная модель детали «Золотник шасси вертолета»

1.2 Анализ технологичности конструкции детали

Технологичность определяется степенью соответствия конструкции детали условиям ее изготовления [1]. ГОСТ 2.121-73 предусматривает качественную и количественную оценку технологичности конструкции.

Деталь «Золотник шасси вертолета» изготавливается из стали Х12Ф1-Ш, что обуславливает получение заготовок ковкой. Для получения требуемой микротвердости HRCэ 56...61 необходимо предусмотреть термическую обработку (старение холодом, термообработка в печи). Поверхности детали удобные для механической обработки и обеспечиваются применением стандартного режущего инструмента. Деталь «Золотник» имеет поверхности удобные для базирования при обработке, что дает возможность применения стандартизованной оснастки.

Обозначение требований по точности, шероховатости и взаимному расположению поверхностей соответствует требованиям ЕСКД. Самым точным является габаритный размер Ø82g5 с шероховатостью Ra=0,05 мкм.

При разработке технологического процесса обработки необходимо обеспечить требования по форме и взаимному расположению поверхностей, а именно угол между габаритами должен быть строго 90°.

Простановка линейных координирующих размеров предусматривает принцип единства баз. Поверхности детали являются доступными для обработки и измерения.

Кроме качественных показателей рекомендуется выполнить оценку следующих количественных показателей:

- трудоемкости изготовления детали [1]:

$$K_{y.t.} = T_p / T_{п.б.}, \quad (1.1)$$

где T_p – проектная трудоемкость изготовления детали, мин;

$T_{п.б.}$ – трудоемкость базового технологического процесса, мин.

$$K_{y.t.} = \frac{1713}{2365} = 0.72$$

- технологическая себестоимость изготовления детали [1]:

$$K_y = C_{\pi} / C_{\delta}, \quad (1.2)$$

где C_{π} – проектная себестоимость изготовления детали, руб;

C_{δ} – себестоимость детали на базовом предприятии, руб.

$$K_v = \frac{813,57}{1349,53} = 0.60$$

- коэффициент унификации конструктивных элементов [1]:

$$K_{y.\varepsilon} = Q_{y.\varepsilon} / Q_{\varepsilon}, \quad (1.3)$$

где $Q_{y.\varepsilon}$ – число унифицированных элементов (ряды нормальных диаметров валов и отверстий, зубья, шпонки, резьбы, фаски, галтели и т.п.), шт;

Q_{ε} – общее количество размеров, проставляемых на чертеже, шт.

При этом $K_{y.\varepsilon} \geq 0,6$.

$$K_{y.\varepsilon} = \frac{25}{38} = 0.65$$

- коэффициент использования материала [1]:

$$K_{им} = G_d / G_3, \quad (1.4)$$

где G_d – масса детали, кг;

G_3 – масса заготовки, кг.

$$K_{им} = \frac{0,345}{1,353} = 0.26$$

В соответствии с количественной и качественной оценкой деталь «Золотник шасси вертолета» является технологичной.

1.3 Определение типа производства и формы его организации

Тип производства определяется размером заказа продукции. Определяем, что тип производства для детали «Золотник» мелкосерийный в соответствии с заказом $N=140$ шт. и массой детали $m=0,345$ кг [1].

Тип производства можно определить тактом выпуска и коэффициентом серийности [1]:

$$K_{сер} = \frac{\tau}{T_{шт.ср.}} \quad (1.5)$$

где: τ - такт выпуска.

Определяется по формуле [1]:

$$\tau_{вып} = \frac{60 \cdot \Phi_d \cdot K_H}{N} \quad (1.6)$$

где: Φ_d – действительный годовой фонд времени работы оборудования при двухсменной работе $\Phi_d=3810$ ч.

K_H – коэффициент, учитывающий потери времени по организационно-техническим причинам, $K_H=0,7$

$$\tau_{вып} = \frac{60 \cdot 3810 \cdot 0,7}{120} = 1333 \text{ мин / шт}$$

$T_{шт.ср.}$ – среднее штучное время по основным операциям

$$T_{шт.ср.} = \frac{\sum_{i=1}^n T_{шт i}}{n} \quad (1.7)$$

$$T_{шт.ср.} = \frac{2365}{103} = 22,96 \text{ мин}$$

$$K_{ср} = \frac{1333}{22,96} = 58,1$$

Следовательно, производство мелкосерийное.

В условиях мелкосерийного производства величину партии деталей, которая одновременно запускается в производство, определяем по формуле [1]:

$$n = \frac{N \cdot a}{\Phi} \quad (1.8)$$

где N – годовая программа выпуска деталей, N=140 шт

Φ – число рабочих дней в году, Φ=253 дня

a – периодичность запуска деталей в производство, a=3.

$$n = \frac{120 \cdot 3}{253} = 1 \text{ шт.}$$

В условиях мелкосерийного производства изделия выпускают небольшими партиями. Номенклатура изделий ограниченная и стойкая. За каждым станком закреплено несколько однотипных деталей и операций, используется в основном специальное, полуавтоматическое и автоматическое оборудование [2].

2 Технологическая часть работы

2.1 Анализ технологического процесса базового завода

Таблица 2.1 - Анализ технологического процесса базового завода

№ операции	Наименование операции	Наименование и модель оборудования
1	2	3
005	Отрезная	ППС-8
010	Кузнечная	Пресс
015	Контрольная	Контрольный стол
020	Термообработка	
022	Контрольная	
025	Транспортировочная	
030	Токарная	16K20
035	Токарная	16K20
038	Токарная	16K20
040	Сдаточная	Верстак
045	Контрольная	Контрольный стол
050	Контрольная	
055	Транспортировочная	
060	Термообработка	20..35 HRC
065	Транспортировочная	
075	Токарная с ЧПУ	1ББ16Т1
080	Токарная с ЧПУ	1ББ16Т1
085	Плоскошлифовальная	3В711В
090	Промывка	Ванна
092	Токарная	
095	Координатно-расточная	2А450
100	Сверлильная	2А125
102	Зачистная	
105	Токарная	16K20
110	Токарная	16K20
115	Координатно-расточная	2А450
120	Сверлильная	2А125
125	Сверлильная	2А125
130	Координатно-расточная	2А450
135	Сверлильная	2А125
140	Фрезерная с ЧПУ	Обр центр ВМФ-220
142	Фрезерная с ЧПУ	АV650
145	Зачистная	Верстак
155	Фрезерная с ЧПУ	Обр центр ВМФ-220
165	Зачистная	Верстак
175	Програмнокомбинированная	Обр центр ВМФ-220 и АV650
180	Зачистная	Верстак

Продолжение таблицы 2.1

1	2	3
185	Координатно-расточная	2A450
190	Сверлильная	2A125
195	Транспортировочная	
200	Электроэрозионная	4E723
205	Транспортировочная	
207	Зачистная	
212	Промывка	
215	Сдаточная	
220	Контрольная	
225	Транспортировочная	
230	Термообработка холодом	Вакуумная печь 56..61 HRC
235	Гидропескоструйная	
240	Контрольная	
245	Транспортировочная	
255	Доводочная	
260	Моечная	
265	Круглошлифовальная	RU 100x500
270	Старение по ТП	в ванне
275	Моечная	
280	Внутришлифовальная	ВДИ-50
285	Старение по ТП	
290	Моечная	
295	Доводочная	
300	Моечная	
302	Токарная	16K20
305	Круглошлифовальная	RU 100x500
310	Старение по ТП	
315	Моечная	
320	Плоскошлифовальная	3E711B
325	Старение по ТП	
330	Моечная	
333	Маркирование	
335	Круглошлифовальная	RU 100x500
340	Старение по ТП	
345	Моечная	
350	Размагничивание	РУ-2
352	Маркировочная	
355	Зачистная	
360	Моечная	
365	Транспортировочная	
370	Контроль прижёгов	
375	Транспортировочная	
380	Координатно-расточная	2A450
382	Старение по ТП	

Продолжение таблицы 2.1

1	2	3
385	Доводочная	
390	Моечная	
395	Координатно-расточная	2А450
400	Доводочная	
405	Промывка	
410	Координатно-расточная	2А450
415	Доводочная	
420	Промывка	
421	Фрезерная с ЧПУ	Обр центр НААС
424	Плоскошлифовальная	3Е711В
440	Старение по ТП	
445	Моечная	
450	Магнитный контроль	УМДЭ-2500
455	Моечная	
460	Токарная	16К20
465	Токарная	16К20
470	Токарная	16К20
471	Координатно-расточная	2А450
472	Зачистная	
475	Моечная	
480	Сдаточная	
485	Контрольная	
490	Плоскодоводочная	
495	Моечная	
500	Зачистная	
505	Доводочная	
510	Моечная	
515	Доводочная	
520	Моечная	
525	Притирочная	
530	Моечная	
535	Притирочная	
540	Моечная	
545	Размагничивание	РУ-2
550	Моечная	
555	Сдаточная	
560	Контрольная	
565	Консервация	

При анализе базового технологического процесса были выявлены следующие недостатки и найдены пути их решения:

- неоптимальная форма заготовки;

- в технологическом процессе используются универсальный режущий и мерительный инструмент, что приводит к увеличению трудоемкости обработки;

- применяем более продуктивное приспособление станка с ЧПУ, заменяет несколько видов станков и уменьшает время на обработку деталей, а также на установку детали и наладку станка;

На основании вышесказанного сформулируем задачи, которые необходимо решить в разрабатываемом технологическом процессе.

Эти мероприятия позволят снизить трудоемкость обработки и себестоимость готовой детали.

2.2 Выбор и экономическое обоснование способа получения заготовки

Способ получения заготовки выбирается на основании технико-экономического анализа двух возможных вариантов. В рассматриваемом случае сравниваем два способа получения заготовки [20]:

- поковка, изготовленная методом свободной ковки – (базовый вариант);
- поковка, изготовленная методом свободной ковки – (проектный вариант);

Допуски на заготовки и общие припуски на обработку принимаем исходя из стандартных значений рядов проката [20].

По двум выбранным вариантам определяется масса заготовки с учетом припусков и напуска на механическую обработку.

Массу заготовки определяем по формуле [20]:

$$Q_{за} = \frac{\pi D^2}{4} \cdot l \cdot \rho, \quad (2.1)$$

где D- диаметр заготовки, мм;

l – длина заготовки, мм

ρ – плотность стали, $\rho = 0,0078 \text{ г/см}^3$

Масса заготовки при базовом варианте:

$$Q_{33a_1} = \frac{\pi D_1^2}{4} \cdot l_1 \cdot \rho$$

$$Q_{33a_1} = \frac{3.14 \cdot 98^2}{4} \cdot 23 \cdot 0.0078 = 1353, \text{ г}$$

Масса заготовки при проектном варианте:

$$Q_{33a_1} = \frac{\pi D^2}{4} \cdot l_1 \cdot \rho - \frac{\pi d_1^2}{4} \cdot l_1 \cdot \rho$$

$$Q_{33a_2} = \frac{3.14 \cdot 96^2}{4} \cdot 23 \cdot 0.0078 - \frac{3.14 \cdot 20^2}{4} \cdot 23 \cdot 0.0078 = 1242, \text{ г}$$

Изготовление заготовки в проектном методе (с отверстием) приведет к повышению коэффициента использования материала, что способствует снижению стоимости заготовки и готовой детали.

Коэффициент использования материала [20]:

$$K_{\text{им}} = G_{\text{д}} / G_3, \quad (2.2)$$

где $G_{\text{д}}$ – масса детали, г;

G_3 – масса заготовки, г.

$$K_{\text{им}1} = \frac{345}{1353} = 0.26$$

$$K_{\text{им}2} = \frac{345}{1242} = 0.28$$

2.3 Выбор методов обработки

Применяемые методы обработки зависят от требований, которые предъявляются к поверхностям детали по точности, шероховатости и взаимному их расположению [6]. Для обрабатываемых поверхностей детали разрабатывается маршрут обработки поверхностей. Все результаты приводятся в таблице 2.2.

Таблица 2.2 - План обработки основных поверхностей детали

Поверхности детали	Чертежные требования к поверхности		Параметры поверхности после обработки		
	Точность	Шероховатость	Технологические переходы (операции)	Точность	Шероховатость
1	2	3	4	5	6
20×8	$20^{+0.52}$, $8^{+0.36}$	Rz40	Сверление	IT12	Ra12,5
			Черновое фрезерование	$20^{+0.52}$, $8^{+0.36}$	Rz40
R8	$R8 \pm 0,2$ $2 \pm 0,15$	Rz40	Черновое фрезерование	$R8 \pm 0,2$, $2 \pm 0,15$	Rz40
Ø82	Ø82g5 (-0.012 , -0.027)	Ra1,25	Черновое точение	IT9	Ra12,5
			Чистовое точение	IT8	Ra6,3
			Шлифование предварительное	IT7	Ra4,0
			Чистовое шлифование	IT6	Ra3,2
			Доводочная	IT5	Ra1,6
			Полирование	g5	Ra1,25
Ø35	Ø35H8($+0.039$)	Ra0,16	Черновое растачивание	IT9	Ra12,5
			Чистовое растачивание	IT8	Ra6,3
			Предварительное шлифование	IT7	Ra3,2
			Чистовое шлифование	IT7	Ra1,6
			Доводочная	IT7	Ra0,4
			Полирование	H6	Ra0,16

Продолжение таблицы 2.2

1	2	3	4	5	6
Ø17	Ø17H7(^{+0.18})	Ra1,25	Сверление	IT12	Ra16
			Черновое растачивание	IT9	Ra12,5
			Чистовое растачивание	IT 8	Ra6,3
			Чистовое шлифование	H7	Ra3,2
			Полирование	H7	Ra1,25
14	14h10(_{-0.07})	Ra0,63	Черновое точение	IT10	Ra12,5
			Получистовое точение	IT9	Ra6,3
			Чистовое точение	IT8	Ra3,2
			Предварительное шлифование	IT7	Ra1,6
			Чистовое шлифование	IT6	Ra0,8
			Доводочная	h6	Ra0,4
Ø4,3	Ø4,3H11(^{+0.18})	Rz40	Сверление	H11	Ra12,5
			Притирочная	H11	Ra0,8
8	8±0,1	Rz40	Черновое фрезерование	±0,1	Rz40
4	4H11(^{+0.18})	Rz40	Черновое фрезерование	H11	Rz40
Ø9	Ø9H7(^{+0.015})	Ra1,25	Сверление	IT12	Ra12,5
			Черновое растачивание	IT9	Ra6,3
			Получистовое растачивание	IT 8	Ra3,2
			Чистовое растачивание	IT 7	Ra1,25
			Полирование	H6	Ra0,8
Ø1,8	Ø1,8(^{+0.14})	Rz40	Сверление	IT12	Rz40

Продолжение таблицы 2.2

1	2	3	4	5	6
6×2	6 ^{+0.3} , 2±0,15	Rz40	Электроэрозионная обработка	6 ^{+0.3} 2±0.15	Rz40
Ø2	Ø2 ^{+0.14} -0,07	Rz40	Сверление	Ø2 ^{+0.14} -0,07	Rz40
Ø7,2	Ø7,2H11(+0.09)	Rz40	Сверление	IT12	Rz40
			Черновое фрезерование	H11	Rz40

2.4 Выбор технологических и измерительных баз

При выборе баз необходимо руководствоваться следующими соображениями [6]:

- базовые поверхности должны иметь достаточную протяженность для обеспечения стойкого положения детали при обработке;
- черновые технологические базы должны использоваться только на первых операциях с целью получения чистовых баз;
- необходимо придерживаться принципов постоянства и единства баз.

Для базирования детали на всех операциях принят стандартный комплект баз для тел вращения, который включает двойную направляющую и опорную базу.

2.5 Формирование маршрута изготовления детали

Проектирование технологических процессов начинается с разработки маршрута обработки детали на основании анализа типового и базового технологического процесса с учетом требований чертежа детали и программы выпуска. Маршрут обработки детали дает общий план обработки детали и намечает содержание операций на основании разработанных методов обработки поверхностей [6].

Маршрут обработки детали «Золотник шасси вертолета» представлен в таблице 2.3.

Таблица 2.3 – Маршрут обработки детали

Наименование операции	Содержание операции	Способ установки на станке	Технологические базы
1	2	3	4
Заготовительная	Получение заготовки	-	-
Токарная с ЧПУ	Обдирка заготовки	3х кулачковый самоцентрирующий патрон	Наружный и внутренний диаметр
Токарно-фрезерная с ЧПУ	Ужесточение размеров После обдирки	3х кулачковый самоцентрирующий патрон	Наружный и внутренний диаметр
Круглошлифовальная	Обработка базовых поверхностей	3х кулачковый самоцентрирующий патрон	Наружный и внутренний диаметр
Плоскошлифовальная	Обработка базового торца	Спец. тиски с призматическими губками	Торец, наружный диаметр
Токарно-фрезерная с ЧПУ	Формирование основного количества размеров с припуском, некоторые окончательно	Оправка центровая переналаживаемая с гофрированными втулками	Внутренний диаметр
Токарно-фрезерная с ЧПУ	Формирование основного количества размеров с припуском, некоторые окончательно	Цанговый патрон	Наружный диаметр
Электроэрозионная	Соединение двух отверстий	Прижимы	Торцы
Электрохимическая	Снятие заусенец	По ТП	По ТП
Доводочная	Обработка базовых поверхностей	Цанговый патрон	Наружный диаметр
Круглошлифовальная	Обработка наружного диаметра	Оправка центровая переналаживаемая с гофрированными втулками	Внутренний диаметр
Токарно-фрезерная с ЧПУ	Калибровочный проход	Цанговый патрон	Наружный диаметр

Продолжение таблицы 2.3

1	2	3	4
Маркировочная	Маркировать	Слесарный стол	-
Плоскошлифовальная	Обработка торцов	Спец. тиски с призматическими губками	Второй торец, Наружный диаметр
Круглошлифовальная	Обработка внутреннего диаметра	Цанговый патрон	Наружный диаметр
Круглошлифовальная	Обработка наружного диаметра	Оправка центровая переналаживаемая с гофрированными втулками	Внутренний диаметр
Плоскодоводочная	Обработка торцов	Спец. тиски с призматическими губками	Второй торец, Наружный диаметр
Притирочная	Обработка внутреннего диаметра, паза	Цанговый патрон	Наружный диаметр
Притирочная	Обработка наружного диаметра, 5ти отверстий	Оправка центровая переналаживаемая с гофрированными втулками	Внутренний диаметр
Размагничивание	Размагничивание	Спец установка	-

2.6 Выбор технологического оборудования

Решающим при выборе оборудования является обеспечение заданной точности и качества обрабатываемых поверхностей при максимальной производительности труда [22-31].

Для разрабатываемого технологического процесса принимаем станки требуемых типоразмеров и параметров точности [22-31].

Токарный станок с ЧПУ JET GHB-1310S

Мах диаметр обработки над станиной	400
Мах диаметр обработки над суппортом	220
Мах длина обрабатываемой заготовки	750/1000/1500/2000/3000

Мах длина обтачивания	950/1450/1950/2450/2950
Скорость вращения шпинделя 24 ступени	9 – 1600 об/мин
Наибольшее допустимое усилие резания	14000N
Тип главного двигателя,	
Мощность, кВт	7.5
Скорость	1450 об/мин (50 Гц)
Масса нетто станка, кг	2450
Габариты станка (Д*Ш*В), мм	3632*975*1230

Круглошлифовальный 3А110В

Наибольшие размеры заготовки, мм	
Диаметр	140
Длина	200
Наибольшие диаметр шлифования, мм	
Наружного	3-30
Внутреннего	5-25
Наибольшие длина шлифования, мм	
Наружного	180
Внутреннего	50
Частота вращения шпинделя заготовки, мм/об	100-1000
Частота вращения шпинделя круга, мм/об	2500-10000
Мощность электродвигателя, кВт	2,2
Масса нетто станка, кг	2000
Габариты станка (Д*Ш*В), мм	1880*2025*1750

Плоскошлифовальный станок 3Е711В

Размеры рабочей поверхности стола, мм	200x630
Рабочая подача стола, м/мин	2...35
Перемещение стола/суппорта, мм	670/245
Размеры шлифовального круга, мм	300x76x40(63)

Мощность привода главного движения, кВт	4
Масса, кг	2950
Габариты, мм	2595x1775x2035
Электроэрозионный копировально-прошивочный 4E723	
Класс точности:	H
Длина рабочей поверхности стола, мм	630
Ширина стола, мм -	400
Мощность, кВт:	30,6
Размеры (Д_Ш_В), мм:	1580_1260_2470
Масса станка с выносным оборудованием, кг:	4900

Многофункциональный станок с ЧПУ MacTurn 350

Макс. обрабатываемая длина, мм	1625
Макс. диаметр обработки, Ø мм	550
Скорость вращения шпинделя, об/мин	5000
Револьверная головка, тип	H1 ATC/V12
Мощность двигателя переменного тока, кВт	22/15

Особенности:

- 9-осевая обработка деталей
- Токарные и фрезерные работы в одном цикле
- Роликовые направляющие
- Скоростная автоматическая смена инструмента
- Эффективное удаление стружки

Плоскофрезерный станок ПД2С-905

Размеры обрабатываемых деталей, мм:	
Высота	0,1...160 0,1...100
Длина и ширина должны вписываться в круг	160-500
Качество обработанных поверхностей, мкм:	
шероховатость	Rz 0,05 Ra 0,04

плоскостность	1/500 0,3/50
параллельность	5/500 1/50
размерная точность	5 - 2
Размеры притиров, мм	Ж 400; Ж 500 Ж 500 x Ж 200
Усилия прижима, кгс	5...50
Число оборотов основных звеньев, об/мин	10...30
Длина штриха по оси шпинделя, мм	0...200
Величина параллельного и перпендикулярного штрихов, мм	100
Потребляемая мощность, кВт	~3,0
Масса, кг	800
Габаритные размеры, мм	1200 x 950 x 1800

2.7 Расчет припусков

При выполнении бакалаврской работы производим расчет припусков на поверхность $\varnothing 82g5 \begin{pmatrix} -0.012 \\ -0.027 \end{pmatrix}$ аналитически, а на остальные поверхности табличным методом [19].

Расчетно-аналитический метод основан на суммировании промежуточных припусков при всех выполняемых технологических переходах данного технологического процесса. Определенный в результате расчета минимальный припуск является достаточным для устранения всех возникающих при обработке погрешностей и дефектов заготовки и сокращает отход материала в стружку.

Наружная цилиндрическая поверхность $\varnothing 82g5 \begin{pmatrix} -0.012 \\ -0.027 \end{pmatrix}$ имеет шероховатость $Ra 1,25$ мкм, поэтому будет обрабатываться на токарном станке с ЧПУ и токарно-фрезерном с ЧПУ, круглошлифовальном, шлифовально-полировочном станке

Принимаем следующий план обработки заданной поверхности:

1-й переход – черновое точение с допуском $T1=87$ мкм и шероховатостью $Ra=12,5$ мкм;

2-й переход – чистовое точение с допуском $T_2=54$ мкм и шероховатостью $Ra=6,3$ мкм;

Предельные отклонения промежуточных размеров на первых двух переходах принимаем в тело детали, как для вала, т.е. $es_1=es_2=es_3=es_4=0$, $es_5=+38$ мкм, $es_3=-12$ мкм; $ei_1=-87$ мкм, $ei_2=-54$ мкм, $ei_3=-35$ мкм, $ei_4=-22$ мкм, $ei_5=+23$ мкм, $ei_6=-27$ мкм.

3-й переход – шлифование предварительное с допуском $T_3=35$ мкм и шероховатостью $Ra=4,0$ мкм;

4-й переход – чистовое шлифование с допуском $T_4=22$ мкм и шероховатостью $Ra=3,2$ мкм;

5-й переход – доводочная с допуском $T_4=15$ мкм и шероховатостью $Ra=1,6$ мкм;

6-й переход – полирование с допуском $T_4=15$ мкм и шероховатостью $Ra=1,25$ мкм;

Расчет минимальных припусков производим по формуле [3]:

$$2Z_{\min} = 2 \left[(R_z + h)_{i-1} + \sqrt{\Delta_{\Sigma(i-1)}^2 + \varepsilon_i^2} \right], \quad (2.3)$$

где $R_{Z(i-1)}$ – высота неровностей профиля на предшествующем переходе (операции)

- для заготовки [19]
- для механической обработки [19];

h_{i-1} – глубина дефектного поверхностного слоя на предшествующем переходе (операции)

- для заготовки [19]
- для механической обработки [19];

$\Delta_{\Sigma(i-1)}$ – суммарное отклонение расположения и формы поверхности на предшествующем переходе (операции)

для заготовки [19]:

$$\Delta_{\Sigma \text{ заг}} = \Delta_{см} \quad (2.5)$$

где $\Delta_{\text{см}}$ – смещение стержня в горизонтальной или вертикальной плоскости

$$\Delta_{\Sigma \text{ заг}} = \Delta_{\text{см}} = 800 \text{ мкм} [19]; \quad (2.6)$$

для механической обработки

$$\Delta_{\Sigma} = \Delta_{\Sigma \text{ заг}} \cdot K_y \quad (2.7)$$

где K_y – коэффициент уточнения, каждый переход имеет свой значение [3];

ε_i – погрешность установки заготовки на выполняемом переходе (операции) [19];

Для чернового точения

$$R_{Z(i-1)} = 200 \text{ мкм} \quad h_{i-1} = 200 \text{ мкм} \quad \varepsilon_i = 200 \text{ мкм} \quad \Delta_{\Sigma \text{ заг}} = 800 \text{ мкм}$$

$$2Z_{1\min} = 2 \left[(200 + 200) + \sqrt{800^2 + 200^2} \right] = 2449 \text{ мкм}$$

Для чистового точения

$$R_{Z(i-1)} = 50 \text{ мкм} \quad h_{i-1} = 75 \text{ мкм} \quad \varepsilon_i = 150 \text{ мкм}$$

$$\Delta_{\Sigma} = 800 \cdot 0,6 = 480 \text{ мкм}$$

$$2Z_{2\min} = 2 \left[(50 + 75) + \sqrt{480^2 + 150^2} \right] = 1256 \text{ мкм}$$

Для предварительного шлифования

$$R_{Z(i-1)} = 25 \text{ мкм} \quad h_{i-1} = 40 \text{ мкм} \quad \varepsilon_i = 100 \text{ мкм}$$

$$\Delta_{\Sigma} = 800 \cdot 0,5 = 400$$

$$2Z_{3\min} = 2 \left[(25 + 40) + \sqrt{400^2 + 100^2} \right] = 954 \text{ мкм}$$

Для чистового шлифования

$$R_{Z(i-1)} = 16 \text{ мкм} \quad h_{i-1} = 25 \text{ мкм} \quad \varepsilon_i = 30 \text{ мкм}$$

Принимаем минимальный припуск на черновое точение $2Z_{4\min} = 875 \text{ мкм}$

$$\Delta_\Sigma = 800 \cdot 0,05 = 40 \text{ мкм}$$

$$2Z_{2\min} = 2 \left[(16 + 25) + \sqrt{40^2 + 30^2} \right] = 873 \text{ мкм}$$

Для доводочной операции

$$R_{Z(i-1)} = 12,5 \text{ мкм} \quad h_{i-1} = 15 \text{ мкм} \quad \varepsilon_i = 10 \text{ мкм}$$

$$\Delta_\Sigma = 800 \cdot 0,03 = 24 \text{ мкм}$$

$$2Z_{2\min} = 2 \left[(12,5 + 15) + \sqrt{24^2 + 10^2} \right] = 107 \text{ мкм}$$

Для полирования

$$R_{Z(i-1)} = 6,3 \text{ мкм} \quad h_{i-1} = 7 \text{ мкм} \quad \varepsilon_i = 10 \text{ мкм}$$

$$\Delta_\Sigma = 800 \cdot 0,02 = 16 \text{ мкм}$$

$$2Z_{2\min} = 2 \left[(6,3 + 7) + \sqrt{16^2 + 10^2} \right] = 64 \text{ мкм}$$

Номинальный припуск на обработку наружных поверхностей [19]:

$$2Z_{i \text{ ном}} = 2Z_{i \min} + |ei_{d(i-1)}| - |ei_{di}| \quad (2.8)$$

Черновое точение

$$2Z_{1\text{н.о.м}} = 2450 + 1500 - |-87| = 3863 \text{ мкм}$$

Чистовое точение

$$2Z_{2\text{н.о.м}} = 1260 + |-87| - |-54| = 1293 \text{ мкм}$$

Шлифование предварительное

$$2Z_{3\text{н.о.м}} = 955 + |-54| - |-35| = 974 \text{ мкм}$$

Шлифование чистовое

$$2Z_{4\text{н.о.м}} = 875 + |-35| - |-22| = 888 \text{ мкм}$$

Доводочная операция

$$2Z_{5\text{н.о.м}} = 107 + |-22| - |+23| = 106 \text{ мкм}$$

Полирование

$$2Z_{6\text{н.о.м}} = 65 + |+23| - |-27| = 61 \text{ мкм}$$

Максимальный припуск на обработку наружных поверхностей [19]:

$$2Z_{i\text{max}} = 2Z_{i\text{min}} + Td_{(i-1)} + Td_i \quad (2.9)$$

Черновое точение

$$2Z_{1\text{max}} = 2450 + 3000 + 87 = 5537 \text{ мкм}$$

Чистовое точение

$$2Z_{2\max} = 1260 + 87 + 54 = 1401 \text{ мкм}$$

Шлифование предварительное

$$2Z_{3\max} = 955 + 54 + 35 = 1044 \text{ мкм}$$

Шлифование чистовое

$$2Z_{4\max} = 875 + 35 + 22 = 932 \text{ мкм}$$

Доводочная операция

$$2Z_{5\max} = 107 + 22 + 15 = 144 \text{ мкм}$$

Полирование

$$2Z_{6\max} = 65 + 15 + 15 = 95 \text{ мкм}$$

Схема расположения припусков и допусков на данную поверхность представлена на рисунке 2.1.

Припуски и предельные размеры по операциям (переходам) показаны в таблице 2.4.

Припуски и допуски на межоперационные размеры на остальные размеры приведены в таблице 2.5.

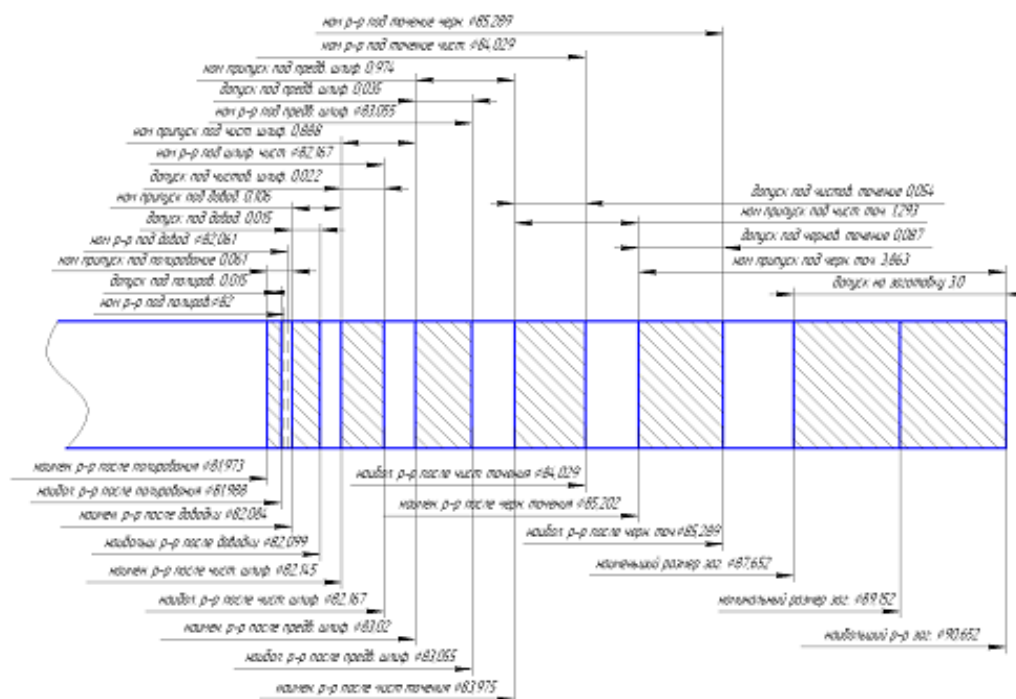


Рисунок 2.1 – Схема расположения припусков и допусков при обработке поверхности Ø82g5

Таблица 2.4 - Припуски и предельные размеры по операциям (переходам) на поверхность Ø82g5

Технологические операции (переходы) обработки	Допуск T, мкм	Элементы припуска, мкм				Значения припусков, мкм			Расчетный (номинальный) размер, Ø мм	Предельные размеры, мм	
		Rz	h	Δ_{Σ}	ϵ_y	2Z _{imin}	2Z _{ином}	2Z _{imax}		Ø min	Ø max
Заготовка	3000	800	20 0	80 0	-	-	-	-	89,152	87,652	90,652
Точение черновое	87	50	75	48 0	20 0	2450	3863	5537	85,289	85,202	85,289
Точение чистовое	54	25	40	40 0	15 0	1260	1293	1401	84,029	83,975	84,029
Шлифование предварительное	35	16	25	40	10 0	955	974	1044	83,055	83,02	83,055
Чистовое шлифование	22	12,5	15	24	30	875	888	932	82,167	82,145	82,167
Доводочная	15	6,3	7	16	10	107	106	144	82,061	82,084	82,099
Полирование	15	5	5	10	10	65	61	95	82	81,973	81,988

Таблица 2.5 - Межоперационные припуски и размеры с допусками

Наименование поверхности	Припуск 2Z	Размеры поверхности	Допуск	Квалитет
1	2	3	4	5
20×8 Заготовка Сверление Черн. фрезерование	- 1	- Ø6 20 ^{+0.52} , 8 ^{+0.36}	-	-
R8 Заготовка Черновое фрезерование	-	- R8±0,2 2±0,15	- 0,4 и 0,3	- 0,4 и 0,3
Ø35H8(^{+0.039}) Заготовка Черн. растачивание Чист. растачивание Предв. шлифование Доводочная Чистовое шлиф. Доводочная Полирование	15 7 3 1,5 1,0 1,5 0,6 0,4	Ø20 Ø27 Ø30 Ø31,5 Ø32,5 Ø34 Ø34,6 Ø35	3,0 0,052 0,033 0,027 0,027 0,027 0,027 0,016	±1,5 H9 H8 H7 H7 H7 H7 H7 H6
Ø17H7(^{+0.18}) Заготовка Сверление Черн. растачивание Чист. растачивание Чистовое шлиф. Полирование	- - 3,5 2,1 1,0 0,4	- Ø10 Ø13,5 Ø15,6 Ø16,6 Ø17,0	- 0,15 0,043 0,027 0,018 0,018	- H12 H9 H8 H7 H7
14h10(_{-0.07}) Заготовка Черновое точение Получист. точение Чист. точение Предвар. шлиф. Чистовое шлиф. Доводочная	9,0 3,1 2,4 1,6 1,0 0,7 0,2	23 19,9 17,5 15,6 14,6 14,2 14,0	3,0 0,084 0,043 0,027 0,018 0,011	±1,5 h10 h9 h8 h7 h6 h6
Ø4,3H13(^{+0.18}) Заготовка Сверление Притирочная	- - 0,1	- Ø4,2 Ø4,3	- 0,18 0,18	- H13 H13
8 Заготовка Черновое фрезерование	- -	- 8	- 0,2	- -
4H11(^{+0.18})	-	-	-	-

Продолжение таблицы 2.5

1	2	3	4	5
Заготовка Черновое фрезерование	4	4	0,18	H11
$\varnothing 9H7(^{+0.015})$	-	-	-	-
Заготовка	4	5	0,12	H12
Сверление	1,8	6,8	0,036	H9
Черн. растачивание	1,2	8,0	0,022	H8
Получист. растач.	0,8	8,8	0,015	H7
Чист. растач.	0,2	9,0	0,015	H7
Полирование				
$\varnothing 1,8(^{+0.14})$		-	-	-
Заготовка		1,8	0,14	H13
Сверление				
6×2				
Заготовка	-	-	-	-
Электроэрозионная обработка	-	6, 2	$6^{+0.3}, 2\pm 0,15$	-
$\varnothing 2^{+0.14}_{-0,07}$		-	-	-
Заготовка		$\varnothing 2^{+0.14}_{-0,07}$	0,21	H12
Сверление				
$\varnothing 7,2\pm 0,2$				
Заготовка	-	-	-	-
Черновое фрезерование	-	$\varnothing 7,2$	0,4	Js13

2.8 Выбор приспособлений

Выбор приспособлений должен производиться с учетом обеспечения необходимой точности обработки детали, достижения наибольшей производительности труда и экономичности, безопасности в работе [27-31].

В разрабатываемом технологическом процессе с учетом вышеизложенных требований предусмотрено для большинства операций применение специальных приспособлений. Для фрезерных и расточных операций применяются опоры постоянные с плоской головкой и пластина опорная [27-31].

2.9 Выбор режущего и вспомогательного инструмента

При выборе типа и конструкции режущего инструмента учитываются: характер производства, метод обработки, тип станка, размер, конфигурация и материал обрабатываемой заготовки, качество поверхности и точность обработки, которые требуются [35].

Деталь является технологичной, поэтому в технологическом процессе применяется универсальный режущий инструмент.

Параллельно с выбором режущих инструментов производим выбор вспомогательного инструмента. Для закрепления резцов применяются резцедержатели, для закрепления осевого инструмента – быстросъемные патроны, а для фрез применяем оправки.

Применяемый режущий и вспомогательный инструмент на все операции представлен в технологическом процессе [37].

2.10 Выбор средств технического контроля

В соответствии с мелкосерийным типом производства для большинства операций предусмотрено применение специальных контрольных приспособлений для контроля взаимного расположения поверхностей. Для контроля диаметральных размеров предусмотрены калибры-пробки и калибры скобы. Линейные размеры контролируются специальными шаблонами [32].

Средства технического контроля на все операции приведены в технологическом процессе.

На основании принятого маршрута обработки детали разрабатывается технологический процесс на каждую операцию.

При разработке технологической документации описание содержания операций и переходов оформляем в соответствии с ГОСТ 3.1702-79, ГОСТ 3.1703-79. Графические обозначения опор, зажимов и установочных приспособлений принимаем по ГОСТ 3.1107-81.

При разработке технологических процессов предусмотрены мероприятия по охране труда, механизации установки, крепления и снятия деталей; по

транспортировке деталей между рабочими местами, удалению стружки, по научной организации труда и автоматизации систем управления производством.

Технологическая документация к разрабатываемому технологическому процессу представлена в приложении к пояснительной записке.

2.11 Определение режимов обработки

Расчет режимов резания аналитическим методом производим для двух операций: 065 Плоскошлифовальная и 050 Токарная [16].

Операция 050 – Токарная

Позиция I

Подрезать торец Ø82 предварительно

Глубина резания $t=1.5$ мм

Подача на оборот $S_T=0.4$ мм/об [16]

Принимаем по паспорту станка $S=0.4$ мм/об

Скорость резания [16]:

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v, \quad (2.10)$$

где C_v – эмпирический коэффициент, учитывающий вид обработки, механические свойства обрабатываемого материала, материала режущей части резца и величину подачи, $C_v=350$ [16];

m , x , y - эмпирические показатели степени, $m=0,2$, $x=0,15$, $y=0,35$ [16];

T – стойкость инструмента, мин; $T=45$ мин

K_v – поправочный коэффициент, определяемый по формуле [16]:

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{iv}, \quad (2.11)$$

где K_{mv} – коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала, принимается по [26]:

$$K_{mv} = K_r \cdot \left(\frac{750}{\sigma_{\sigma}} \right)^{n_v}, \quad (2.12)$$

где K_r и n_v – коэффициент и показатель степени, характеризующие группу стали по обрабатываемости $K_r=1$ и $n_v=1,75$ [16]

σ_{σ} – предел прочности стали X12Ф1-Ш, $\sigma_{\sigma}=750$ МПа

$$K_{mv} = 1 \cdot \left(\frac{750}{750} \right)^{1.75} = 1.0$$

K_{nv} – коэффициент, отражающий состояние поверхности заготовки, принимается $K_{nv}=0,85$ [16];

K_{iv} – коэффициент, учитывающий качество материала инструмента, принимается $K_{iv}=0,65$ [16].

$$K_v = 1,0 \cdot 0,85 \cdot 0,65 = 0,55$$

$$V = \frac{350}{45^{0.2} \cdot 1.5^{0.15} \cdot 0.4^{0.35}} \cdot 0.54 = 68 \text{ м/мин}$$

Частота вращения шпинделя [16]:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}, \quad (2.13)$$

где D – диаметр обрабатываемой поверхности, $D=82$ мм;

$$n = \frac{1000 \cdot 70}{3.14 \cdot 82} = 271,87 \text{ об/мин}$$

Принимаем по паспорту станка $n_n=270$ об/мин

Фактическая скорость резания [16]:

$$V_\phi = \frac{\pi \cdot D \cdot n_n}{1000}, \quad (2.14)$$

$$V_\phi = \frac{3,14 \cdot 82 \cdot 270}{1000} = 70 \text{ м/мин}$$

Минутная подача

$$S_{\text{мин}} = n \cdot S = 82 \cdot 0,4 = 32,8 \text{ мм/мин}, \quad (2.15)$$

Основное машинное время на обработку [16]:

$$T_o = \frac{L}{S_{\text{мин}}}, \quad (2.16)$$

где L – длина обработки, мм [16]:

$$L=l+y+\Delta, \quad (2.17)$$

где l – длина обрабатываемой поверхности, $l=82$ мм

y и Δ - величины врезания и перебега, принимаем $y=\Delta=2$ мм

$$L=2+82+2=86 \text{ мм}$$

$$T_o = \frac{86}{32,8} = 2,62 \text{ мин}$$

Позиция II

Точить фаску $1,5 \times 15^\circ$

$t=1,5$ мм

$S_T=0.3$ мм/об

$$V = \frac{420}{45^{0.2} \cdot 1,5^{0.15} \cdot 0.3^{0.35}} \cdot 0.54 = 112 \text{ м / мин}$$

$$n = \frac{1000 \cdot 112}{3.14 \cdot 82} = 435 \text{ об / мин}$$

По паспорту станка принимаем $n_n=435$ об/мин

$$V_\phi = \frac{3.14 \cdot 82 \cdot 435}{1000} = 112 \text{ м / мин}$$

$$S_{мин} = 112 \cdot 0.3 = 33,6 \text{ мм / мин}$$

$$T_o = \frac{86}{33,6} = 2,55 \text{ мин}$$

Позиция III

Расточить отверстие Ø34 предварительно

$t=1,2$ мм

$S=0,2$ мм/об

$$V = \frac{420}{45^{0.2} \cdot 1,2^{0.15} \cdot 0.2^{0.35}} \cdot 0.54 = 58 \text{ м / мин}$$

$$n = \frac{1000 \cdot 58}{3.14 \cdot 34} = 288 \text{ об / мин}$$

Принимаем частоту вращения $n=300$ об/мин

$$S_{мин} = 300 \cdot 0.2 = 60 \text{ мм / мин}$$

$$T_o = \frac{2 + 34 + 2}{60} = 0,63 \text{ мин}$$

Основное машинное время на операцию:

$$T_o = (T_{o1} + T_{o2} + T_{o3}) = (2,62 + 2,55 + 0,63) = 5,8 \text{ мин}$$

Операция 065 – Плоскошлифовальная

Шлифование торца $\varnothing 82 \text{ мм}$

Предварительное шлифование

$t = 0,15 \text{ мм}$

$S = 0,4 \text{ мм/об}$ [16]

1) По таблице [16] определяем скорость вращения инструмента и заготовки

$V_k = 20 \text{ м/мин}$

$V_z = 28 \text{ м/мин}$

Мощность шлифования рассчитываем по формуле:

$$N = C_n \cdot V_z^r \cdot t^x \cdot b^z \quad (2.18)$$

где b – ширина шлифования, $b = 82 \text{ мм}$

$C_n = 0.27$, $r = 0.5$, $x = 0.4$, $z = 1$ [16]

$$N = 0,27 \cdot 28^{0,5} \cdot 0,15^{0,4} \cdot 82^1 = 64,89, \text{ кВт}$$

$$n = \frac{1000 \cdot 20}{3,14 \cdot 82} = 77,5 \text{ об / мин}$$

По паспорту станка принимаем $n_n = 78 \text{ об/мин}$

$$V_{\phi} = \frac{3,14 \cdot 82 \cdot 78}{1000} = 20,1 \text{ м / мин}$$

$$S_{\text{мин}} = 78 \cdot 0,4 = 31,2 \text{ мм / мин}$$

$$L = 2 + 82 + 2 = 86 \text{ мм}$$

$$T_{o1} = \frac{86}{31,2} = 2,8 \text{ мин}$$

Окончательное шлифование

$$t = 0,05 \text{ мм}$$

$$S = 0,1 \text{ мм/об [16]}$$

По таблице [16] определяем скорость вращения инструмента и заготовки

$$V_k = 10 \text{ м/мин}$$

$$V_z = 18 \text{ м/мин}$$

$$N = 0,27 \cdot 18^{0,5} \cdot 0,05^{0,4} \cdot 82^1 = 42,4, \text{ кВт}$$

$$n = \frac{1000 \cdot 10}{3,14 \cdot 82} = 38,84 \text{ об / мин}$$

По паспорту станка принимаем $n_n = 40 \text{ об/мин}$

$$V_{\phi} = \frac{3,14 \cdot 82 \cdot 40}{1000} = 10,3 \text{ м / мин}$$

$$S_{\text{мин}} = 40 \cdot 0,1 = 4 \text{ мм / мин}$$

$$L = 2 + 82 + 2 = 86 \text{ мм}$$

$$T_{o2} = \frac{86}{4} = 21,5 \text{ мин}$$

Основное машинное время на операцию

$$T_o = T_{o1} + T_{o2} = 2,8 + 21,5 = 24,3 \text{ мин}$$

Расчет режимов резания на остальные операции сводим в таблицу 2.6

Таблица 2.6 – Режимы резания на операции технологического процесса

№ п/п	Наименование операции (перехода, позиции)	D или B, мм	L, мм	t, мм	i	S, мм/об (мм/зуб)	n, об/ми н	V м/мин	T _o , мин
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
030	Токарная								
	Позиция I	86	23	2	1	0.4	345	210	13.74
	Позиция II	27	22	1,8	1	0.4	320	250	7.14
	Позиция III	86	86	1,5	1	0.8	330	270	10.53
	Позиция IV	86	86	2	2	0.8	580	320	11,58
060	Токарно- фрезерная								
	Позиция I	31,5	20	1,8	1	0.4	320	250	12,18
	Позиция II	86	86	2	2	0.8	580	320	4,58
080	Токарно- фрезерная								
	Позиция I	10	23	5	1	0,8	430	233	2,89
	Позиция II	4,2	23	2,1	6	0,8	430	233	15,2
	Позиция III	8	20	1,8	3	0.6	280	115	13,23
	Позиция IV	16,5	8	2,3	4	0.6	280	115	5,23
	Позиция V	2x6	6	1,2	8	0,88	380	253	12,1
	Позиция VI	5	12	2.5	4	0,8	420	210	11,2
	Позиция VII	8x42	42	2	4	0.4	237	153	14.35
	Позиция VIII	5	12	2.5	4	0,8	420	210	11,2
	Позиция IX	8x42	42	2	4	0.4	230	110	15.35
	Позиция X	7	8	3.5	4	0,8	400	200	14,2
	Позиция XI	8x42	42	2	4	0.4	230	110	15.35
	Позиция XII	1,8	5	0,9	2	0,8	630	433	11,2
	Позиция XIII	1,6	5	0,8	2	0,8	630	433	10,7

Продолжение таблицы 2.6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Позиция XIV	3	5	1,5	2	0,8	630	453	11,1
095	Токарно-фрезерная								
	Позиция I	2x8	8	1,2	3	0,63	480	230	8,8
	Позиция II	6x28	28	4	4	0,8	337	160	18.35
	Позиция III	6x28	28	2	4	0,8	340	200	15.3
	Позиция IV	1x45	1	0,5	1	0,6	560	415	1,2
150	Доводочная	32,5	15	0,1	2	0,4	120	58	7,6
160	Круглошлифовальная	82,5	83	0,1	2	0,4	120	72	12,8
165	Токарно-фрезерная								
	Позиция I	6x28	28	4	4	0,8	337	160	18.35
	Позиция II	6x28	28	2	4	0,8	340	200	15.3
	Позиция III	2x6	6	1,2	8	0,88	380	253	12,1
210	Плоскошлифовальная								
	Позиция I	82	83	0,1	2	0,28	80	42	5,8
	Позиция II	82	83	0,1	2	0,28	80	42	5,8
225	Круглошлифовальная	34	14,5	0,05	2	0,4	80	38	10,6
240	Круглошлифовальная	82	82	0,05	2	0,28	70	32	5,8
260	Доводочная	34,6	14,2	0,05	2	0,4	60	40	8,6
265	Доводочная								
	Позиция I	82	82	0,05	2	0,28	70	32	5,8
	Позиция II	4,3	5	0,2	1	0,44	100	53	10,4
270	Плосколоводочная								
	Позиция I	82	82.1	0,05	2	0,2	50	20,3	8,2
	Позиция II	82	82.1	0,05	2	0,2	50	20,3	8,2
290	Полировальная	35	14,2	0,08	1	0,2	60	40	7,3

Продолжение таблицы 2.6

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
300	Полировальная								
	Позиция I	82	82.1	0,05	2	0,2	50	20,3	8,2
	Позиция II	9	8,3	0,05	2	0,18	42	20	2,3
	Позиция III	17	8,3	0,05	3	0,22	42	20	4,8

2.12 Нормирование операций

Нормирование технологического процесса осуществляем по каждой станочной операции методом технического расчета по нормативам. В условиях мелкосерийного производства рассчитываем норму штучного времени.

Подробный расчет нормы штучного времени производим для двух операций проектируемого технологического процесса: 050 Токарная и 065 Плоскошлифовальная.

Операция 050 – Токарная

Норма штучного времени рассчитывается по формуле [17]:

$$T_{шт} = T_{оп} + T_{тех} + T_{орг} + T_n, \quad (2.19)$$

где: $T_{оп}$ – оперативное время на операцию, мин [17]:

$$T_{оп} = T_o + T_{в}, \quad (2.20)$$

где: T_o – основное машинное время на операцию, $T_o=24,3$ мин

$T_{в}$ – вспомогательное время на операцию, мин [17]:

$$T_{в} = T_{в\ у} + T_{в\ пер} + T_{в\и}, \quad (2.21)$$

где: $T_{в\ у}$ – вспомогательное время на установку и снятие детали $T_{в\ у} = 3,8$ мин;

$T_{в\ пер}$ – вспомогательное время, связанное с переходом, $T_{в\ пер}=1,22$ мин;

$T_{ви}$ – вспомогательное время на измерения. При использовании в качестве измерительного инструмента предельные калибры-пробки и калибры-скобы для контроля диаметральных размеров, а для контроля линейных размеров – шаблоны [17]

$$T_{ви} = 3 \cdot 0.58 + 3 \cdot 0.883 = 4.39 \text{ мин}$$

$$T_{\epsilon} = 3,8 + 1,22 + 4,39 = 9,41 \text{ мин}$$

$$T_{он} = 24,3 + 9,41 = 33,71 \text{ мин}$$

$T_{тех}$ – время на техническое обслуживание рабочего места, $T_{тех}=6\%$ от оперативного времени [17], $T_{тех}=2,03$ мин;

$T_{орг}$ – время на организационное обслуживание рабочего обслуживания, $T_{орг}=8\%$ [17] от оперативного времени $T_{орг}=2,73$ мин;

$T_{п}$ – время перерывов, $T_{п}=2,5\%$ от оперативного времени $T_{п}=0,85$ мин;

$$T_{итт} = 33,71 + 2,03 + 2,73 + 0,85 = 39,32 \text{ мин}$$

Операция 065 – Плоскошлифовальная

Основное время на операцию $T_o=5,8$ мин

Вспомогательное время на установку и снятие детали $T_{ву}= 5$ мин [17]

Вспомогательное время, связанное с переходом $T_{в\ пер}= 4,1$ мин [17]

Вспомогательное время на измерения при использовании в качестве измерительных средств предельного калибра-пробки и специального приспособления для контроля допуска взаимного расположения поверхностей $T_{ви}=2,39$ мин [17]

$$T_{\epsilon} = 5 + 4.1 + 2,39 = 11,49 \text{ мин}$$

$$T_{on} = 5,8 + 11,49 = 17,29 \text{ мин}$$

Время на техническое обслуживание рабочего места $T_{тех} = 1,03$ мин;

Время на организационное обслуживание рабочего обслуживания $T_{орг} = 1,38$ мин;

Время на перерывы $T_{п} = 0,45$ мин

$$T_{шт} = 17,29 + 1,03 + 1,38 + 0,45 = 20,15 \text{ мин}$$

Расчет нормы штучного времени на остальные операции приведен в таблице 2.7.

Таблица 2.7 – Нормирование операций

№ п/п	Наименование операции	T_o	$T_{ву}$	$T_{в пер}$	$T_{ви}$	T_v	$T_{оп}$	$T_{тех}$ $6\%T_o$ $п$	$T_{орг}$ $8\%T_{оп}$	T_p $2,5\%T_{оп}$	$T_{шт}$
030	Токарная	42,99	5,2	3,1	1,71	10,01	53,00	3,18	4,24	1,32	61,74
060	Круглошлифовальная	16,76	3,1	2,8	1,54	7,44	24,20	1,45	1,94	0,61	28,19
080	Токарно-фрезерная	163,3	24,8	18,9	10,40	54,10	217,40	13,04	17,39	5,43	253,27
095	Токарно-фрезерная	43,65	8,3	5,8	3,19	17,29	60,94	3,66	4,88	1,52	71,00
150	Доводочная	7,6	3,8	1,3	0,72	5,82	13,42	0,80	1,07	0,34	15,63
160	Круглошлифовальная	12,8	4,5	2,2	1,21	7,91	20,71	1,24	1,66	0,52	24,13
165	Токарно-фрезерная	45,75	12,8	8,4	4,62	25,82	71,57	4,29	5,73	1,79	83,38
210	Плоскошлифовальная	11,6	5,8	4,8	2,64	13,24	24,84	1,49	1,99	0,62	28,94
225	Круглошлифовальная	10,6	2,7	1,7	0,94	5,34	15,94	0,96	1,27	0,40	18,56
240	Круглошлифовальная	5,8	1,2	0,53	0,29	2,02	7,82	0,47	0,63	0,20	9,11
260	Доводочная	8,6	2,4	1,7	0,94	5,04	13,64	0,82	1,09	0,34	15,88
265	Доводочная	16,2	3,2	2,6	1,43	7,23	23,43	1,41	1,87	0,59	27,30
270	Плоскодоводочная	16,4	3,2	2,4	1,32	6,92	23,32	1,40	1,87	0,58	27,17
290	Полировальная	7,3	1,5	0,8	0,44	2,74	10,04	0,60	0,80	0,25	11,70
300	Полировальная	15,3	1,9	0,99	0,54	3,43	18,73	1,12	1,50	0,47	21,83

3 Проектирование приспособления

Патрон предназначен для установки детали на многоцелевом станке на операции 050.

Патрон, рисунок 3.3, состоит из корпуса поз. 2, крепящегося к планшайбе поз. 1 с помощью болтов поз. 14, а угловое положение фиксируется штифтами 20.

В корпусе выполнены торы паза для крепления кулачков и центральное отверстие. В центральном отверстии установлена направляющая втулка поз. 5, в которой с возможностью осевого перемещения размещена втулка поз. 6, в центральном отверстии которой выполнена резьба для соединения с приводом. В пазах корпуса выполнены отверстия, в которые вставлены оси поз. 13. На оси установлен двуплечный рычаг поз. 4. Длинное плечо рычага сопрягается с выточкой на наружной поверхности втулки поз. 6, а короткое плечо сопрягается с пазом ползушки поз. 11. Ползушка содержит полость, внутри которой по посадке установлен подкулачник поз. 12. В сопряжении ползушки и подкулачника выполнена резьба, по которой установлен винт поз. 15. На рабочей поверхности подкулачника имеется поперечный паз. В паз входит направляющий выступ кулачка. Кулачек присоединен к подкулачнику двумя винтами 21 и 22 и точно фиксируется соединением шип-паз подкулачника. Кулачек имеет три степени, а на рабочей поверхности кулачка выполнены рифления для обеспечения надежного сцепления с обрабатываемой заготовкой. На нижнем конце винта по шпонке поз. 24 посажена коническая шестерня поз. 8, которая находится в зацеплении с конической шестерней поз. 9, расположенной в выточке направляющей втулки (с посадочной выточкой в корпусе). В посадочной выточке корпуса размещена центрирующая шейка планшайбы 1 с центральным отверстием, в котором выполнена точная расточка $\varnothing 90H7$ и резьба $M90 \times 6$.

При включении гидропривода, расположенного на внешней стенке передней бабки станка, тяга привода перемещает подвижную втулку поз. 6 вдоль оси (в сторону шпинделя). Перемещаясь вдоль оси втулка выточкой

действует на длинное плечо рычага поз. 4, поворачивая его. Короткое плечо рычага, поворачиваясь, перемещает ползушку 11, действуя рабочим кольцом на паз ползушки. Кулачки поз. 3 перемещаются к оси патрона, зажимая заготовку. Патрон устанавливают на планшайбе, которую монтируют на рабочем конусе шпинделя станка. При движении кулачков к центру происходит закрепление заготовки. При необходимости разжать крепление меняют направление движения тяги.

Патрон имеет несложную конструкцию, прост в обслуживании и надежен в работе. Гидропривод обеспечивает требуемое усилие зажима. Усилие зажима возрастает, если рычаг сделать неравноплечим – длинное плечо сопрягается с направляющей втулкой поз. 6. Такая конструкция патрона обеспечивает быстрое и надежное закрепление заготовки. Конструкция патрона приведена в графической части бакалаврской работы.

Выполним проверочный расчет патрона с целью проверки достаточности силы зажима для надежного закрепления заготовки и предотвращения её вырыва при обработке.

Окружная составляющая силы резания P_z определяется динамическим выражением:

$$P_z = C_z \times t^{X_z} \times S^{Y_z} \times V^{Z_z} \quad (3.1)$$

где C_z – постоянный коэффициент, учитывающий влияние на P_z усилие обработки;

t, S, V – элементы режима резания;

X_z, Y_z, Z_z – показатели степени при элементах режима.

Для нашего случая:

$$C_z = 3000; \quad X_z = 1; \quad Y_z = 0,75; \quad Z_z = -0,15;$$

$$P_z = 3000 \times 10^1 \times 0,5^{0,75} \times 100^{-0,15} = 900 \text{ Н}$$

Момент резания

$$M_p = P_z \times D / 2 \quad (3.2)$$

где D – диаметр обрабатываемой поверхности, $D_{\max} = 112,5$ мм

$$M_p = 90 \times 112,5 / 2 = 5062 \text{ кг} \times \text{мм}.$$

Момент трения на кулачках

$$M_{\text{тр}} = \mu \times P \times D / 2 \quad (3.3)$$

где μ – коэффициент трения между заготовкой и рабочей поверхностью кулачка, для рифленой поверхности, $\mu = 0,5$;

P – сила тяги привода, кГс;

$$P = p \times F \quad (3.4)$$

где p – давление масла в сети, $p = 4 \text{ кГс/см}^2 = 0,04 \text{ кГс/мм}^2$;

F – площадь поршня гидроцилиндра, мм^2

$$F = \pi \times d^2 / 4 \quad (3.5)$$

где d – диаметр поршня, $d = 100$ мм.

$$F = \pi \times 100^2 / 4 = 7850 \text{ мм}^2$$

$$P = 0,04 \times 7850 = 314 \text{ кГс}$$

$$M_{\text{тр}} = 0,5 \times 314 \times 112,5 / 2 = 8830 \text{ кГ} \times \text{мм}$$

Коэффициент запаса

$$K = M_{\text{тр}} / M_p \quad (3.6)$$

$K = 8830 / 5062 = 1,75$, что обеспечивает надежную работу патрона.

4 Компьютерное моделирование

Для проверки работоспособности фрезы проведен расчет на прочность методом конечных элементов фрезы концевой, применяемой на операции 080 многоцелевая.

4.1 Создание твердотельной модели

Для расчета методом конечных элементов необходимо создать твердотельную модель. Модель режущего инструмента была построена в системе трехмерного моделирования КОМПАС – 3D на основе двухмерного чертежа.

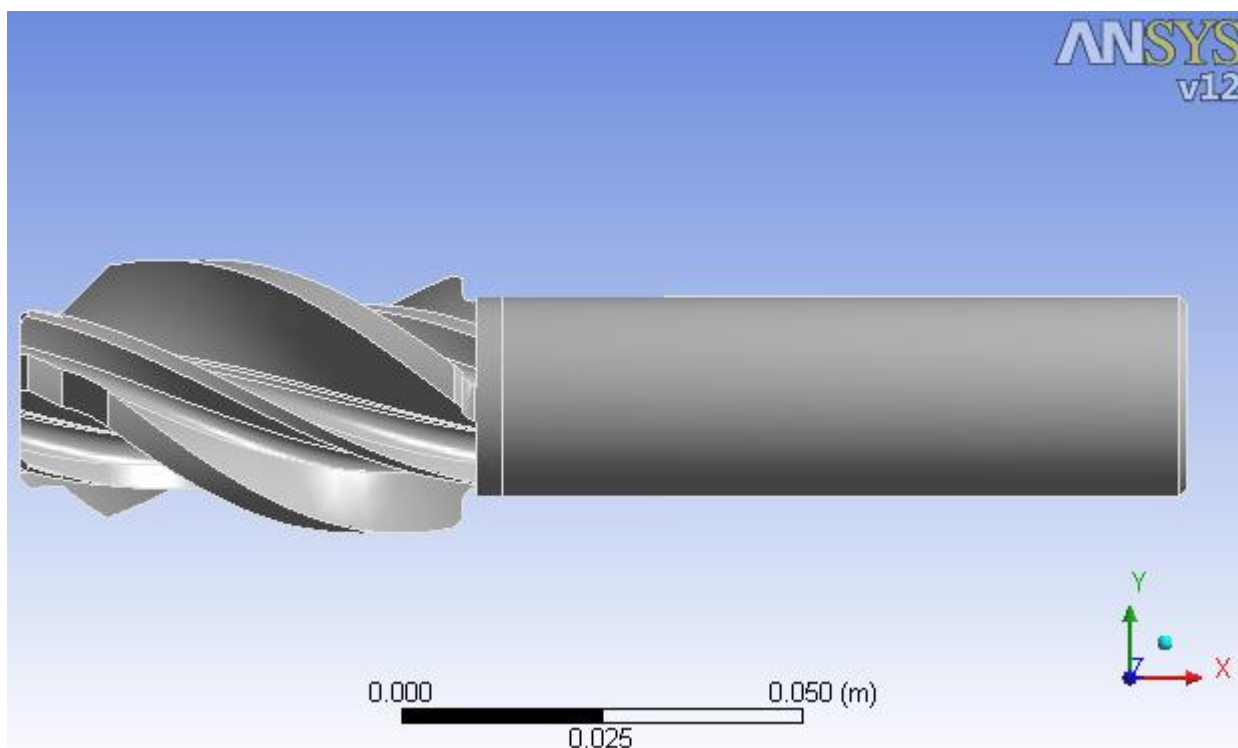


Рисунок 4.1 - 3D модель инструмента

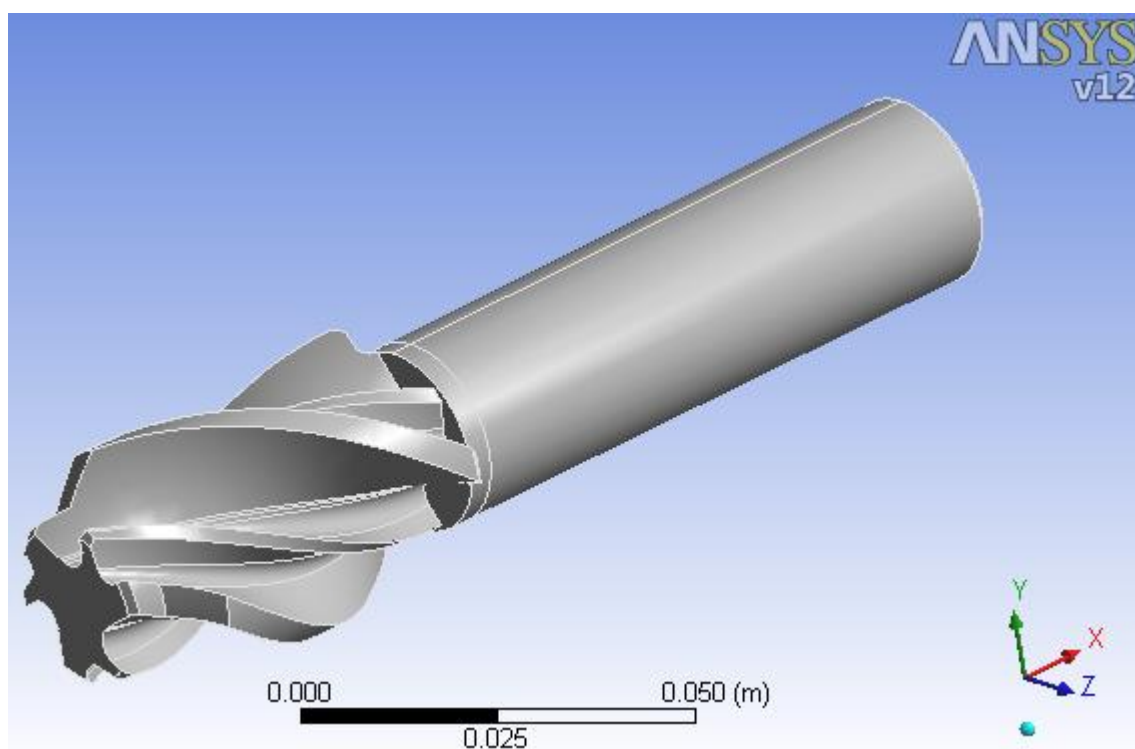


Рисунок 4.2 - 3D модель инструмента

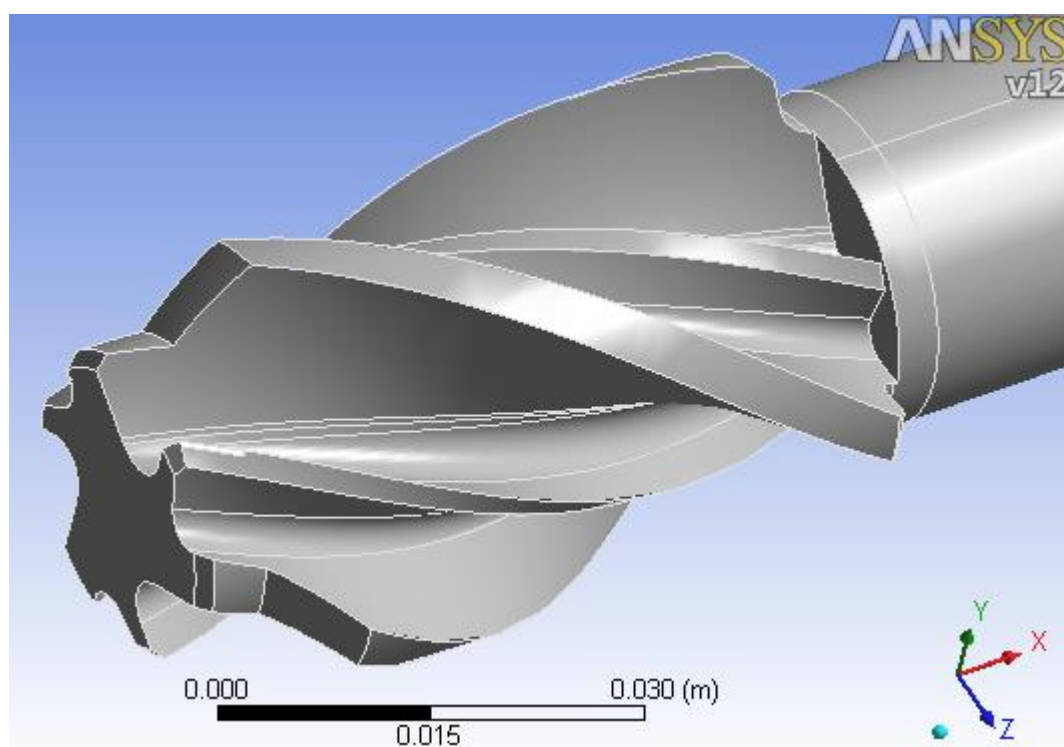


Рисунок 4.3 - 3D модель инструмента

4.2 Создание конечно-элементной модели

Конечно-элементная модель (КЭМ) инструмента (рисунок 4.4) выполнена в пакете ANSYS 12. Для построения сетки использовали параболические элементы TETRA 10.

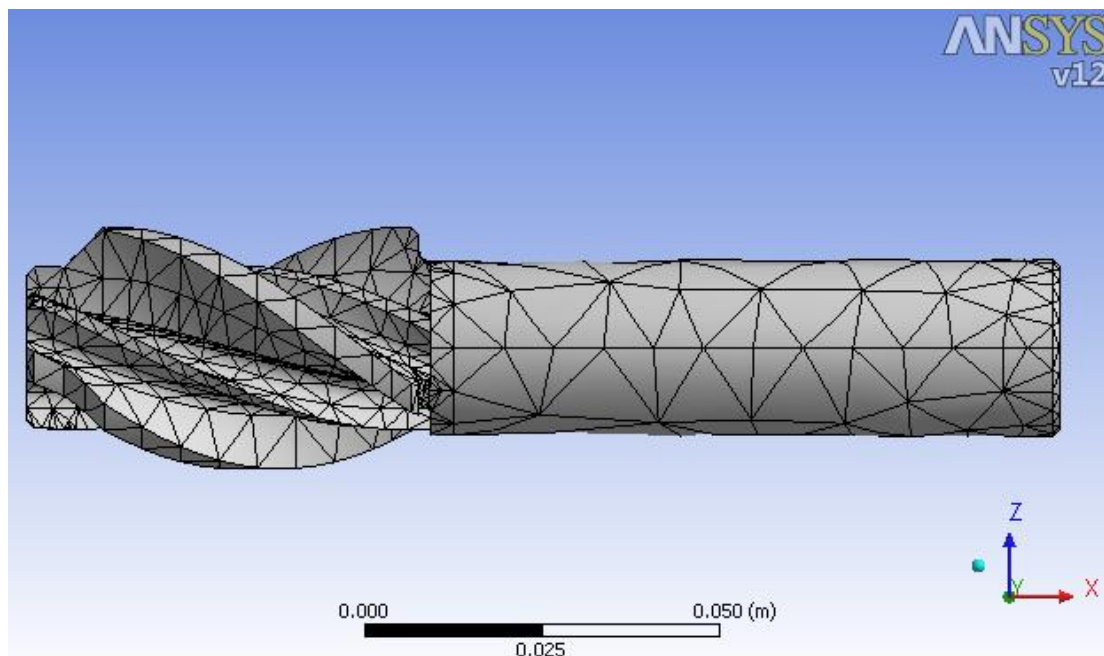


Рисунок 4.4 - Конечно-элементная модель инструмента

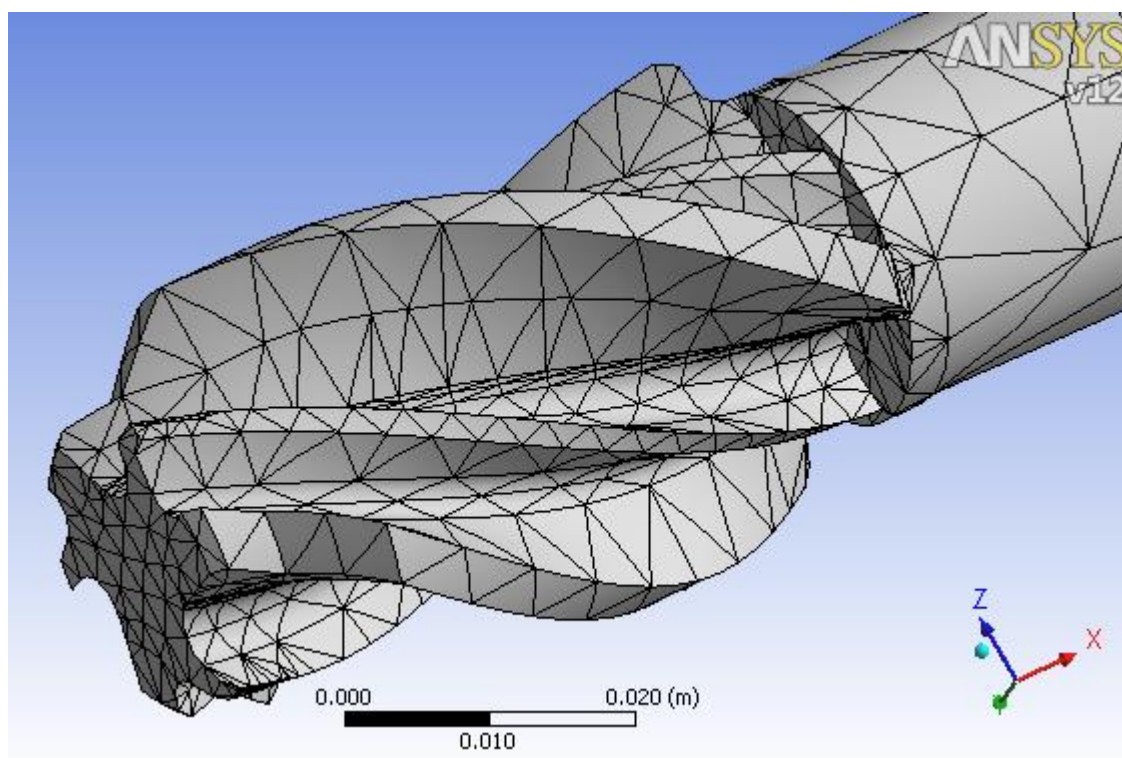


Рисунок 4.5 - Конечно-элементная модель инструмента

4.3 Расчет на прочность и анализ результатов

Далее необходимо задать свойства материалов инструмента. Вся фреза изготовлена из быстрорежущей стали. Свойства используемых при расчете материалов представлены в таблице 4.1.

Таблица 4.1 - Характеристики материалов

Наименование	Значение
Плотность, кг/см ³	8200
Модуль упругости, ГПа	83
Коэффициент Пуассона	0,3
Предел прочности, МПа	870

Далее необходимо задать граничные условия для расчета. При резании на инструмент действуют силы - крутящий момент M . Значения сил берем из литературы [15].

Напряженное состояние фрезы при фрезеровании показано на рисунке 4.6.

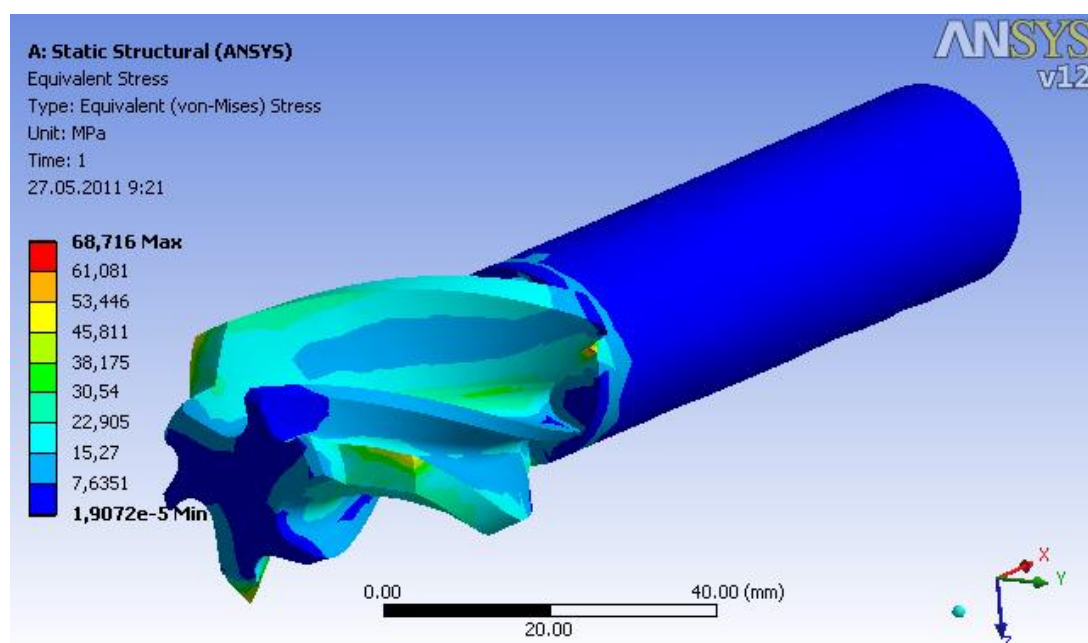


Рисунок 4.6 - Напряженное состояние при фрезеровании

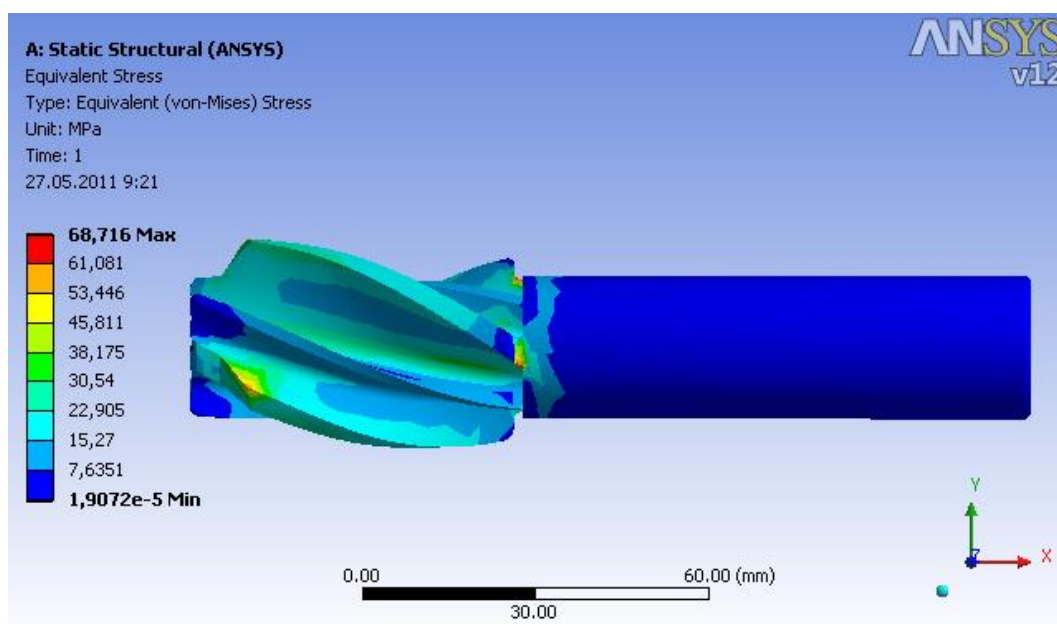


Рисунок 4.7 - Напряженное состояние при фрезеровании

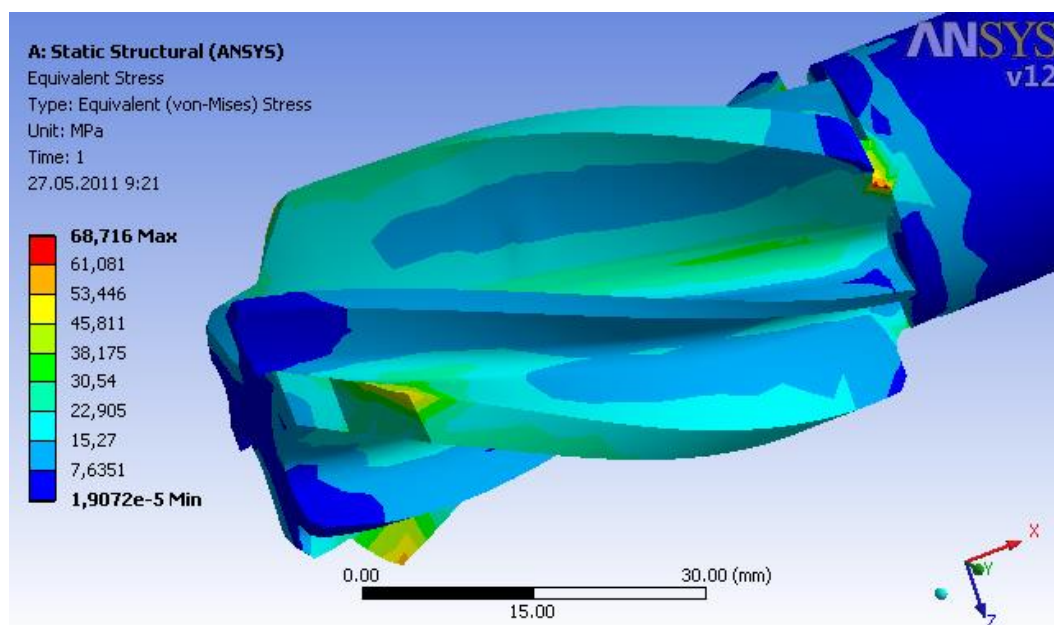


Рисунок 4.8 - Напряженное состояние при фрезеровании

Максимальное эквивалентное напряжение при фрезеровании составляет 68 МПа. Как видно из рисунка 4.6 максимальные значения напряжений приходятся на режущую поверхность инструмента.

Анализ напряженно-деформированного состояния разработанного инструмента показал, что местные напряжения в зонах концентрации и общие напряжения в элементах фрезы не превышают допустимых значений. Следовательно, условие прочности разработанного инструмента выполнено.

5 Описание графической части работы

На рисунках 5.1 – 5.4 показана графическая часть бакалаврской работы.

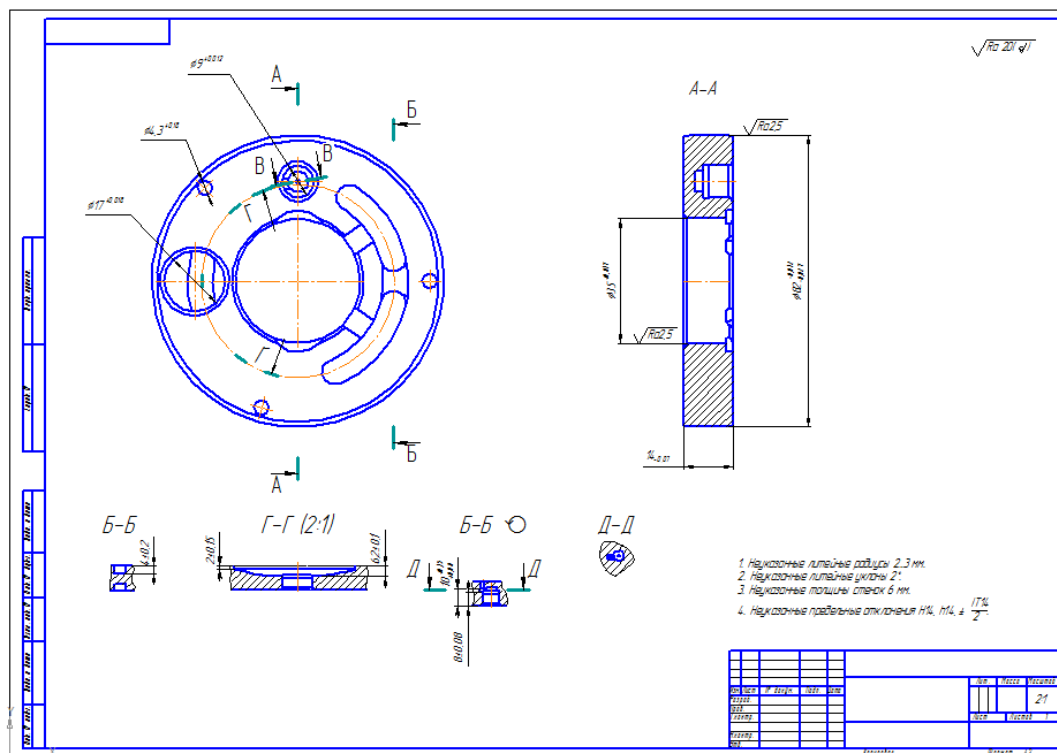


Рисунок 5.1 – Чертеж детали

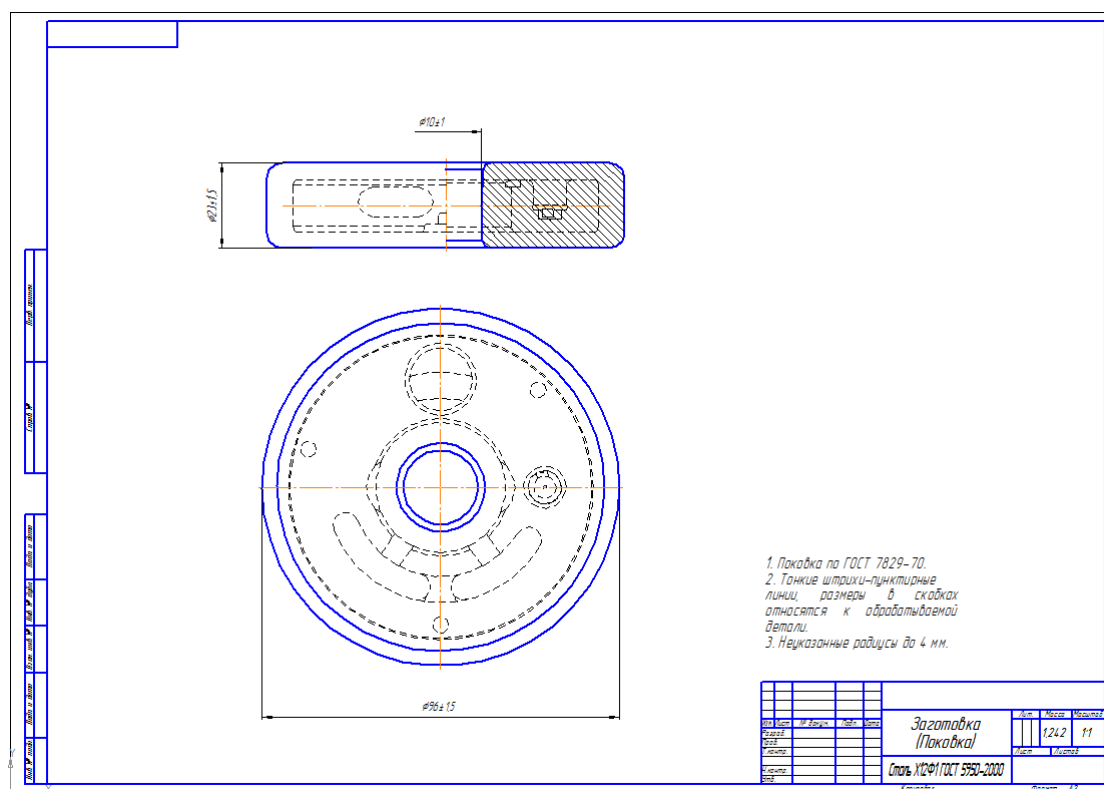


Рисунок 5.2 – Чертеж заготовки

6 Безопасность и экологичность технического объекта

6.1 Конструктивно-технологическая характеристика объекта

Таблица 6.1 - Технологический паспорт объекта

Технологический процесс	Технологическая операция, вид выполняемых работ	Наименование должности работника, выполняющего технологический процесс, операцию	Оборудование, устройство, приспособление	Материалы, вещества
Точение, шлифование, фрезерование, сверление, полирование	Токарная, шлифовальная, фрезерная, сверлильная, полировальная	Станочник 5-го разряда	Многоцелевой станок CNC OKUMA MAC TURN 350W, круглошлифовальный 3A110B	Металл, СОЖ

6.2 Идентификация производственно-технологических и эксплуатационных профессиональных рисков

Таблица 6.2 – Идентификация профессиональных рисков

Производственно-технологическая и/или эксплуатационно-технологическая операция, вид выполняемых работ	Опасный и /или вредный производственный фактор	Источник опасного и / или вредного производственного фактора
Токарная, шлифовальная, фрезерная, сверлильная, полировальная	Движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования;	Многоцелевой станок CNC OKUMA MAC TURN 350W, круглошлифовальный

Продолжение таблицы 6.2

	передвигающиеся изделия, заготовки; повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны; повышенная или пониженная температура поверхностей оборудования, материалов; повышенный уровень шума на рабочем месте	3A110B
--	--	--------

6.3 Методы и технические средства снижения профессиональных рисков

Таблица 6.3 – Методы и средства снижения воздействия опасных и вредных производственных факторов

Опасный и / или вредный производственный фактор	Организационные методы и технические средства защиты, снижения, устранения опасного и / или вредного производственного фактора	Средства индивидуальной защиты работника
Подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки	Ограждение оборудования	Очки защитные, каска защитная
Повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны	Применение приточно-вытяжной вентиляции	Респиратор, противогаз
Повышенная или пониженная температура поверхностей оборудования, материалов	Ограждение оборудования	Рукавицы
Повышенный уровень шума на рабочем месте	Наладка оборудования	Наушники

6.4 Обеспечение пожарной и техногенной безопасности рассматриваемого технического объекта (производственно-технологических эксплуатационных и утилизационных процессов)

6.4.1 Идентификация опасных факторов пожара

Таблица 6.4 – Идентификация классов и опасных факторов пожара

Участок, подразделение	Оборудование	Класс пожара	Опасные факторы пожара	Сопутствующие проявления факторов пожара
Участок механической обработки	Многоцелевой станок CNC OKUMA MAC TURN 350W, круглошлифовальный 3A110B	Пожары, связанные с воспламенением и горением жидкостей или плавящихся твердых веществ и материалов (В)	Пламя и искры; повышенная температура окружающей среды; токсичные продукты горения и термического разложения; дым; пониженная концентрация кислорода	Осколки, части разрушившихся аппаратов, агрегатов, установок, конструкций; радиоактивные и токсичные вещества и материалы, вышедшие из разрушенных аппаратов и установок; электрический ток, возникший в результате выноса высокого напряжения на токопроводящие части конструкций, аппаратов,

Продолжение таблицы 6.4

				агрегатов; опасные факторы взрыва по ГОСТ 12.1.010, происшедше го вследствие пожара; огнетушащи е вещества
--	--	--	--	---

6.4.2 Разработка технических средств и организационных мероприятий по обеспечению пожарной безопасности технического объекта (дипломного проекта)

Таблица 6.5 - Технические средства обеспечения пожарной безопасности.

Первич ные средств а пожаро тушени я	Моби льны е средс тва пожа роту шени я	Стаци онарн ые устано вки систем ы пожар отуше ния	Средст ва пожар ной автома тики	Пожар ное оборуд ование	Средства индивиду альной защиты и спасения людей при пожаре	Пожарный инструмент (механизир ованный и немеханизи рованный)	Пожарн ые сигнали зация, связь и оповеще ние
Огнету шители , внутрен ние пожарн ые краны, ящики с песком	Пожа рные авто моби ли, пожа рные лестн ицы	Обору довани е для пенног о пожар отуше ния	Прибо ры прием но- контро льные пожар ные, технич еские средств а	Напор ные пожар ные рукава , рукавн ые развет вления	Веревки пожарные , карабины пожарные , респирато ры, противога зы	Ломы, багры, топоры, лопаты, комплект диэлектрич еский	Автомат ические извещат ели

Продолжение таблицы 6.5

			оповещения и управления эвакуацией пожарные				
--	--	--	---	--	--	--	--

6.4.3 Организационные (организационно-технические) мероприятия по предотвращению пожара

Таблица 6.6 – Организационные (организационно-технические) мероприятия по обеспечению пожарной безопасности

Наименование технологического процесса, оборудования технического объекта	Наименование видов реализуемых организационных (организационно-технических) мероприятий	Предъявляемые требования по обеспечению пожарной безопасности, реализуемые эффекты
Токарная, шлифовальная, фрезерная, сверлильная, полировальная	участки ГСМ и СОЖ в отдельных помещениях с выходом на улицу отгорожены стеной с огнестойкостью 2,5 часа; ограждение сварочных кабин; хранение ветоши в негорючих ящиках; плавкие предохранители или автоматы в электроустановках.	Проведение противопожарных инструктажей, запрет на курение и применение открытого огня в недопущенных местах, соблюдение мер пожарной безопасности при проведении огневых работ, применение средств пожаротушения, применение средств пожарной сигнализации и средств извещения о пожаре

6.5 Обеспечение экологической безопасности рассматриваемого технического объекта

Таблица 6.7 – Идентификация экологических факторов технического объекта

Наименование технического объекта, технологического процесса	Структурные составляющие технического объекта, технологического процесса (производственного здания или сооружения по функциональному назначению, технологические операции, оборудование), энергетическая установка транспортное средство и т.п.	Воздействие технического объекта на атмосферу (вредные и опасные выбросы в окружающую среду)	Воздействие технического объекта на гидросферу (образующие сточные воды, забор воды из источников водоснабжения)	Воздействие технического объекта на литосферу (почву, растительный покров, недра) (образование отходов, выемка плодородного слоя почвы, отчуждение земель, нарушение и загрязнение растительного покрова и т.д.)
Точение, шлифование, фрезерование, полирование	Токарная, шлифовальная, фрезерная, сверлильная, полировальная	Пыль металлическая	Взвешенные вещества, нефтепродукты	Основная часть отходов хранится в металлических контейнерах емкостью

Таблица 6.8 – Разработанные организационно-технические мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия технического объекта на окружающую среду.

Наименование технического объекта	Фрезерование, точение, сверление, шлифование
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на атмосферу	Модернизация вентиляционных установок

Продолжение таблицы 6.8

Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на гидросферу	по	Модернизация очистных установок
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на литосферу	по	Регулярная проверка и очистка емкостей с отходами

6.6 Заключение по разделу «Безопасность и экологичность технического объекта»

Разработаны организационно-технические мероприятия, включающие технические устройства снижения профессиональных рисков, подобраны средства индивидуальной защиты для работников.

Разработаны мероприятия по обеспечению пожарной безопасности технического объекта. Проведена идентификация класса пожара и опасных факторов пожара и разработка средств, методов и мер обеспечения пожарной безопасности. Разработаны средства, методы и меры обеспечения пожарной безопасности. Разработаны мероприятия по обеспечению пожарной безопасности на техническом объекте.

Идентифицированы экологические факторы и разработаны мероприятия по обеспечению экологической безопасности на техническом объекте.

7 Экономическая эффективность работы

Таблица 7.1 – Показатели себестоимости базового варианта

Наименование показателей	Затраты на единицу, руб.
Материалы, покупные изделия и полуфабрикаты	75,49
Транспортно-заготовительные расходы	-
Основная з/п производственных рабочих	5,14
дополнительная з/п производственных рабочих	3,6
Отчисления в ЕСН	2,98
РСЭО	65,6
Общехозяйственные расходы	7,35
Итого цеховая себестоимость	160,16
Полная себестоимость	24024000

Для предлагаемого технологического процесса:

Произведем составление смет прямых и косвенных расходов участка.

Стоимость заготовки, включая транспортно-заготовительные расходы составляет:

$$C_3 = 77,38 \text{ руб.}$$

Расчет стоимости реализуемых отходов

$$C_{\text{отх.}} = Q - Q_{\text{чист.вес.}} \cdot C_{\text{отх}} = (1,25 - 0,59) \cdot 2,86 = 1,89 \text{ р}$$

Расчет общей суммы затрат на материал

$$C_{\text{м.общ}} = C_3 - C_{\text{отх}} = 77,38 - 1,89 = 75,49 \text{ руб.}$$

Расчет затрат на заработную плату производственных рабочих:

$$C_{\text{з.п.общ}} = C_{\text{о.з/п}} + C_{\text{д.з/п}}$$

Основная заработная плата производственных рабочих составит:

56,87 тарифная ставка по максимальному разряду.

$$C_{\text{о.з/п}} = T_{\text{общ}} \cdot T_{\text{ср.}} = 0,0708 \cdot (56,87 \cdot 2) = 8,05 \text{ руб.},$$

где: $T_{\text{общ.}}$ – суммарная трудоемкость изготовления одной детали, ч/час;

$T_{\text{ср.}}$ – средняя тарифная ставка на предприятии, руб.

Дополнительная заработная плата производственных рабочих составит:

$$C_{\text{д.з/п}} = C_{\text{о.з/п}} \cdot 0,7 = 8,05 \cdot 0,7 = 5,64 \text{руб.}$$

Определим отчисления в единый социальный налог (ЕСН):

$$C_{\text{ЕСН}} = (C_{\text{д.з/п}} + C_{\text{о.з/п}}) \cdot 0,26 = (8,05 + 5,64) \cdot 0,26 = 4,65 \text{ руб.}$$

Определим расходы, связанные с эксплуатацией оборудования:

$$C_{\text{РСЭО}} = C_{\text{з/П.общ}} \cdot 5 = 8,05 \cdot 5 = 40,25 \text{руб.}$$

Определим общецеховые расходы:

$$C_{\text{о.ц}} = C_{\text{о.з/п}} \cdot 1,43 = 8,05 \cdot 1,43 = 11,51 \text{ руб.}$$

Общецеховая себестоимость механической обработки одной детали составит:

$$\begin{aligned} C_{\text{ц.с/с}} &= C_{\text{з}} + C_{\text{Т.з.}} + C_{\text{о.з/п}} + C_{\text{д.з/п}} + C_{\text{ЕСН}} + C_{\text{РСЭО}} + C_{\text{о.ц}} = \\ &= 75,49 + 0 + 8,05 + 5,64 + 4,65 + 40,25 + 11,51 = 145,59 \text{ руб.} \end{aligned}$$

Годовой выпуск 140

Полная себестоимость: $160,16 \cdot 55000 + (145,59 \cdot 95000) = 22639850 \text{руб.}$

Таблица 7.2 Показатели себестоимости проектного варианта

Наименование показателей	Затраты на единицу, руб.
Материалы, покупные изделия и полуфабрикаты	75,49
Транспортно-заготовительные расходы.	-
Основная з/п производственных рабочих.	8,05
дополнительная з/п производственных рабочих	5,64
Отчисления в ЕСН	4,65
РСЭО.	40,25
Общецеховые расходы.	11,51
Итого цеховая себестоимость	145,59
Полная себестоимость	22639850

Условно-годовая экономия предлагаемых изменений составит:

$$\mathcal{E}_{y-\Gamma} = C_{\text{ПОЛ}1} - C_{\text{ПОЛ}2} = 24024000 - 22639850 = 1384150 \text{ руб.} \quad (7.1)$$

Налог на прибыль

$$H_{\text{ПРИБ}} = \Pi_{\text{Р.ОЖ}} \cdot K_{\text{НАЛ}} = 1384150 \cdot 0,2 = 276830 \text{ руб.} \quad (7.2)$$

$K_{\text{НАЛ}}$ – коэффициент налогообложения прибыли (принимается равный 0,2)

Чистая ожидаемая прибыль

$$\Pi_{\text{Р.ЧИСТ}} = \Pi_{\text{Р.ОЖ}} - H_{\text{ПРИБ}} = 1384150 - 276830 = 1107320 \text{ руб.}$$

После определения чистой прибыли определяется расчетный срок окупаемости капитальных вложений (инвестиций), необходимых для осуществления проектируемого варианта

$$T_{\text{ОК.РАСЧ}} = \frac{K_{\text{ВВ.ПР}}}{\Pi_{\text{Р.ЧИСТ}}} + 1 \text{ года} \quad (7.3)$$

где $K_{\text{ВВ.ПР}} = 4500000$ – капитальные вложения (инвестиции), необходимые для приобретения вновь вводимого оборудования, дорогостоящей оснастки, инструмента, а также затраты на эксплуатацию дополнительной площади.

$$T_{\text{ОК.РАСЧ}} = \frac{4500000}{1107320} + 1 = 5,06, \text{ лет}$$

Расчетный срок окупаемости инвестиций (капитальных вложений) принимается за горизонт расчета (максимально ожидаемое время окупаемости инвестиций), $T = 6$ лет.

Для этого в пределах принятого горизонта расчета (T) рассчитываем текущую стоимость будущих денежных доходов (денежных потоков), приведенных к текущему времени (времени начала осуществления проекта) через коэффициенты дисконтирования.

Общая текущая стоимость доходов (чистой дисконтированной прибыли) в течение принятого горизонта расчета определяется по формуле:

$$D_{\text{ДИСК.ОБЩ}} = \Pi_{\text{Р.ЧИСТ.ДИСК}}(T) = \sum_1^T \Pi_{\text{Р.ЧИСТ}} \cdot \frac{1}{(1+E)^t}, \quad (7.4)$$

T – горизонт расчета, лет (месяцев);

E – процентная ставка на капитал (например, при 10% $E = 0,1\%$; при 20% $E = 0,2\%$ и т.д.);

t – 1-ый, 2-ой, 3-й год получения прибыли в пределах принятого горизонта расчета.

Процентная ставка на капитал равна 10% в год ($E=0,1$), то процентный фактор (дисконт) для первого года составит $1/(1+0,1)^1 = 0,909$, для второго года – $1/(1+0,1)^2 = 0,826$, для третьего года – $1/(1+0,1)^3 = 0,751$, для четвертого года – $1/(1+0,1)^4 = 0,683$, для пятого года – $1/(1+0,1)^5 = 0,621$ и для шестого года – $1/(1+0,1)^6 = 0,564$, тогда ожидаемая за 6 лет общая чистая дисконтированная прибыль (текущая стоимость денежных доходов) составит:

$$D_{\text{ОБЩ.ДИСК}} = \Pi_{\text{Р.ЧИСТ.ДИСК}}(T) = 1107320 \cdot (0,909 + 0,826 + 0,751 + 0,683 + 0,621 + 0,564) = 4821271,3 \text{ руб}$$

Интегральный экономический эффект (чистый дисконтированный доход) составит в этом случае:

$$\mathcal{E}_{\text{ИНТ}} = \text{ЧДД} = D_{\text{ОБЩ.ДИСК}} - K_{\text{ВВ.ПР}} = 4821271,3 - 4500000 = 321271,3 \text{ руб.} \quad (7.5)$$

Общая стоимость доходов (ЧДД) больше текущей стоимости затрат ($K_{\text{ВВ.ПР}}$) – проект эффективен, поэтому определяем индекс доходности:

$$\text{ИД} = \frac{D_{\text{ОБЩ.ДИСК}}}{K_{\text{ВВ.ПР}}} = \frac{4821271,3}{4500000} = 1,07 \text{ руб./руб.} \quad (7.6)$$

Технико-экономические расчеты показали, что проектируемый вариант ТП можно считать эффективным, т.к. интегральный экономический эффект составит – 321271,3 руб. При внедрении предложенных изменений в проект, прибыль составит 1107320 руб., что позволит окупить проект в течение 6-и лет.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В процессе проектирования технологического процесса изготовления детали «Золотник шасси вертолета» были выполнены следующие работы:

- рассмотрено служебное назначение детали и ее конструктивные особенности;
- проведен анализ технологичности и даны предложения по ее улучшению;
- разработан чертеж заготовки и определены оптимальные припуски для ее обработки;
- определено, что производство данной детали является мелкосерийным;
- рассчитаны и подобраны по таблицам режимы резания и определены нормы времени на все операции;
- проведено технико-экономическое сравнение базового и проектируемого технологического процесса, выявлены недостатки и предложены пути их устранения;
- произведен расчет припусков и допусков на технологические размеры;
- приведены схемы наладок на 2 операции.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Горбачевич, А.Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: учебное пособие для вузов/ А.Ф. Горбачевич, В.А. Шкред. М: – ООО ИД «Альянс.», 2007 – 256 с.
- 2 Ковшов, А. Н. Технология машиностроения : учеб. для вузов / А. Н. Ковшов. - Изд. 2-е, испр. ; Гриф УМО. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2008. - 319 с.
- 3 Лебедев, В. А. Технология машиностроения : Проектирование технологий изготовления изделий : учеб. пособие для вузов / В. А. Лебедев, М. А. Тамаркин, Д. П. Гепта. - Гриф УМО. - Ростов-на-Дону : Феникс, 2008. - 361 с.
- 4 Маталин А. А. 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.
- 5 Суслов, А. Г. Технология машиностроения : учеб. для вузов / А. Г. Суслов. - 2-е изд., перераб. и доп. ; Гриф МО. - Москва : Машиностроение, 2007. - 429 с.
- 6 Расторгуев Д. А. 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.
- 7 Расторгуев Д. А. Разработка плана изготовления деталей машин : учеб.-метод. пособие / Д. А. Расторгуев ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Оборудование и технологии машиностроит. пр-ва". - ТГУ. - Тольятти : ТГУ, 2013. - 51 с.
- 8 Марочник сталей и сплавов / сост. А. С. Зубченко [и др.] ; под ред. А. С. Зубченко. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Машиностроение, 2003. - 782 с.
- 9 www.vniiinstrument.ru

10 Панов, А.А. Обработка металлов резанием: Справочник технолога / А.А.Панов, В.В.Аникин, Н.Г. Байм и др.; под общ. ред. А.А. Панова. – М. : Машиностроение, 1988.

11 Технология машиностроения : учеб. пособие для вузов. В 2 кн. Кн. 1. Основы технологии машиностроения / Э. Л. Жуков [и др.] ; под ред. С. Л. Мурашкина . - Изд. 3-е, стер. ; Гриф МО. - Москва : Высш. шк., 2008. - 278 с.

12 Технология машиностроения : учеб. пособие для вузов. В 2 кн. Кн. 2. Производство деталей машин / Э. Л. Жуков [и др.] ; под ред. С. Л. Мурашкина. - Изд. 3-е, стер. ; Гриф МО. - Москва : Высш. шк., 2008. - 295 с. : ил. - Библиогр.: с. 292-293.

13 Технология машиностроения : учеб. пособие для вузов / под ред. М. Ф. Пашкевича. - Минск : Новое знание, 2008. - 477 с.

14 Справочник технолога-машиностроителя. В 2 т. Т. 1 / А. М. Дальский [и др.] ; под ред. А. М. Дальского [и др.]. - 5-е изд., испр. - Москва : Машиностроение-1, 2003. - 910 с.

15 Справочник технолога-машиностроителя. В 2 т. Т. 2 / А. М. Дальский [и др.] ; под ред. А. М. Дальского [и др.]. - 5-е изд., испр. - Москва : Машиностроение-1, 2003. - 941 с.

16 Гузеев В. И., Режимы резания для токарных и сверлильно-фрезерно-расточных станков с числовым программным управлением : справочник / В. И. Гузеев, В. А. Батуев, И. В. Сурков ; под ред. В. И. Гузеева. - 2-е изд. - Москва : Машиностроение, 2007. - 364, [1] с.

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

18 Прогрессивные режущие инструменты и режимы резания металлов : справочник / под общ. ред. В. И. Баранчикова. - Москва : Машиностроение, 1990. - 399 с.

19 Расчет припусков и межпереходных размеров в машиностроении: Учеб. пособ. Для машиностроит. спец. вузов/ Я.М. Радкевич, В.А. Тимирязев,

А.Г. Схиртладзе, М.С. Островский; Под ред. В.А. Тимирязева. – 2-е изд. Высш. шк. 2007 г.

20 Афонькин, М.Г. Производство заготовок в машиностроении. / М.Г. Афонькин, В.Б. Звягин – 2-е изд., доп. и пер.ера. СПб: Политехника, 2007 – 380с.

21 Боровков, В.М. Заготовки в машиностроении : учеб. пособие для вузов по спец. 1201 "Технология машиностроения" / В. М. Боровков [и др.] ; ТГУ. - Гриф УМО; ТГУ. - Тольятти : ТГУ, 2007. - 67 с. : ил. - 34-00.

22 Металлорежущие станки [Электронный ресурс] : учебник. В 2 т. Т. 1 / Т. М. Авраамова [и др.] ; под ред. В. В. Бушуева. - Москва : Машиностроение, 2011. - 608 с.

23 Металлорежущие станки [Электронный ресурс] : учебник. В 2 т. Т. 2 / В. В. Бушуев [и др.] ; под ред. В. В. Бушуева. - Москва : Машиностроение, 2011. - 586 с.

24 Блюменштейн В. Ю. Проектирование технологической оснастки : учеб. пособие для вузов / В. Ю. Блюменштейн, А. А. Клепцов. - Изд. 3-е, стер. ; гриф УМО. - Санкт-Петербург : Лань, 2014. - 219 с.

25 Горохов В. А. Проектирование технологической оснастки : учеб. для вузов / В. А. Горохов, А. Г. Схиртладзе, И. А. Коротков. - Гриф УМО. - Старый Оскол : ТНТ, 2010. - 431 с.

26 Ермолаев В.В. Технологическая оснастка. Лабораторно-практические работы и курсовое проектирование: учеб. пособ. – М.: Изд-во «Академия», 2012. – 320 с.

27 Зубарев, Ю.М. Расчет и проектирование приспособлений в машиностроении [Электронный ресурс] : учебник. - Электрон. дан. - СПб. : Лань, 2015. - 309 с.

28 Тарабарин, О. И. Проектирование технологической оснастки в машиностроении : учеб. пособие для вузов / О. И. Тарабарин, А. П. Абызов, В. Б. Ступко. - Изд. 2-е, испр. и доп. ; гриф УМО. - Санкт-Петербург : Лань, 2013. - 303 с.

29 Станочные приспособления : справочник. В 2 т. Т. 1 / редсовет: Б. Н. Вардашкин (пред.) [и др.] ; ред. тома Б. Н. Вардашкин [и др.]. - Москва : Машиностроение, 1984. - 592 с.

30 Станочные приспособления : справочник. В 2 т. Т. 2 / редсовет: Б. Н. Вардашкин (пред.) [и др.] ; ред. тома Б. Н. Вардашкин [и др.]. - Москва : Машиностроение, 1984. - 655 с.

31 Григорьев, С. Н. Инструментальная оснастка станков с ЧПУ : [справочник] / С. Н. Григорьев, М. В. Кохомский, А. Р. Маслов ; под общ.ред. А. Р. Маслова. - Москва : Машиностроение, 2006. - 544 с.

32 Болтон У. Карманный справочник инженера-метролога. / У Болтон – М : Издательский дом «Додэка-XXI», 2002 – 384 с.

33 Палей М. А. Допуски и посадки : справочник. В 2 ч. Ч. 1 / М. А. Палей, А. Б. Романов, В. А. Брагинский. - 8-е изд., перераб. и доп. - Санкт-Петербург : Политехника, 2001. - 576 с.

34 Палей М. А. Допуски и посадки : справочник. В 2 ч. Ч. 2 / М. А. Палей, А. Б. Романов, В. А. Брагинский. - 8-е изд., перераб. и доп. - Санкт-Петербург : Политехника, 2001. - 608 с.

35 Артамонов, Е.В. Проектирование и эксплуатация сборных инструментов с сменными твердосплавными пластинами [Электронный ресурс] : учебное пособие / Е.В. Артамонов, Т.Е. Помигалова, М.Х. Утешев. - Электрон.дан. - Тюмень :ТюмГНГУ (Тюменский государственный нефтегазовый университет), 2013.

36 Булавин, В.В. Режущий инструмент [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие. - Электрон. дан. - Пенза : ПензГТУ (Пензенский государственный технологический университет), 2009. — 100 с.

37 Кожевников, Д.В. Режущий инструмент [Электронный ресурс] : учебник / Д.В. Кожевников, В.А. Гречишников, С.В. Кирсанов [и др.]. - Электрон. дан. - М. : Машиностроение, 2014. — 520 с.

38 Кирсанова, Г.Н. Руководство по курсовому проектированию металлорежущих инструментов: учебное пособие для вузов по специальности

«Технология машиностроения, металлорежущие станки и инструменты» / Под общ. ред. Г.Н. Кирсанова. – М.: Машиностроение, 1986. – 386 с.

39 Christman, T. An Experiment and Numerical Study of deformation in Metal – Ceramic Composite / T. Christman, A. Needleman, S. Suresh // *Acta Metall.* – No 37. – P. 3029 –3050.

40 Mechanical Engineering / Ed. Murat Gokcek. – InTech, 2012. – 682p.

41 Pabla, S. CNC Machines / . S. Pabla, M. Adithan. – New Age International, 1994. – 107 p.

42 Smid Peter CNC Programming Techniques / Peter Smid, – 1 th ed. – Industrial Press, Inc., 2005. – 360 p.

43 Overby, Alan. CNC Machining Handbook: Building, Programming, and Implementation / Overby A. – 1 th ed. – McGraw–Hill Education TA, 2010. – 272 p.

44 Козлов, А. А. Проектирование механических цехов [Электронный ресурс] : электрон. учеб.-метод. пособие / А. А. Козлов ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Оборудование и технологии машиностроит. пр-ва". - Тольятти : ТГУ, 2015. - 47 с.

45 Зубкова, Н.В. Методические указания по экономическому обоснованию курсовых и дипломных работ по совершенствованию технологических процессов механической обработки деталей / Н.В. Зубкова – Тольятти : ТГУ, 2005.

46 Горина, Л. Н. Раздел выпускной квалификационной работы «Безопасность и экологичность технического объекта». Уч.-методическое пособие. / Л. Н. Горина - Тольятти: изд-во ТГУ, 2016. – 33 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Перв. примен.		Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание			
						Документация					
		A1			16.07.TM.651.05.000.CБ	Сборочный чертеж	1				
						Детали					
Справ. №		б/ч	1		16.07.TM.651.05.001	Планшайба	1				
		б/ч	2		16.07.TM.651.05.002	Корпус	1				
		б/ч	3		16.07.TM.651.05.003	Кулачек	3				
		б/ч	4		16.07.TM.651.05.004	Рычаг	3				
		б/ч	5		16.07.TM.651.05.005	Втулка	1				
		б/ч	6		16.07.TM.651.05.006	Втулка	1				
		б/ч	7		16.07.TM.651.05.007	Планка	3				
		б/ч	8		16.07.TM.651.05.008	Шестерня	1				
		б/ч	9		16.07.TM.651.05.009	Шестерня	3				
		б/ч	10		16.07.TM.651.05.010	Втулка	1				
		б/ч	11		16.07.TM.651.05.011	Ползушка	3				
		б/ч	12		16.07.TM.651.05.012	Подкулачник	3				
		б/ч	13		16.07.TM.651.05.013	Ось	3				
		б/ч	14		16.07.TM.651.05.014	Болт М20×50	4				
		б/ч	15		16.07.TM.651.05.015	Винт	3				
		б/ч	16		16.07.TM.651.05.016	Винт М5	6				
		б/ч	17		16.07.TM.651.05.017	Винт М8×25	3				
		б/ч	18		16.07.TM.651.05.018	Винт М10×26	3				
		б/ч	19		16.07.TM.651.05.019	Шайба	3				
		б/ч	20		16.07.TM.651.05.020	Штифт	1				
Подп. и дата											
Взам. инд. №											
Инд. № докл.											
Подп. и дата											
Инд. № подл.											
Разраб.	Прохоров А.Ю.	Левашкин Д.Г.					Лист	Лист	Листов		
Пров.	Виткалов В.Г.	Бодровский А.В.									
Н.контр.	Утв.										
16.07.TM.651.05.000						Патрон самоцентрирующий 3-х кулачковый				ТГУ, МСБ-1203	
Копировал						Формат				А4	

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

ГОСТ 3.1118-82																Форма 1	
Дубл.																	
Взам.																	
Подл.																	
						</											

ГОСТ 3.1118-82																Форма 1	
Дубл.																	
Взам.																	
Подл.																	
										Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			
										Листов		Лист 8					
Разраб.						ТТУ				Золотник шасси вертолета							
Проверил																	
Согласов.																	
Т. контр.																	
Н. контр																	
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции		Обозначение документа										
Б					Код, наименование оборудования		СМ	Проф	Р	УТ	КР	ЕН	ОП	К шт	Т п.з.	Т шт.	
A01				060	Круглошлифовальная												
B02					Круглошлифовальный 3A110B												
A03					Шлифовать Ø31,5 ^{+0,027} и торец, выдерживая размер 17 ^{-0,8}												
B04					Трехшлицевый самоцентрирующий патрон ГОСТ 2675-8; Круг 1 100-25-32 43A 10												
A05					С 1 8 K5 A 35м/с 1кл. 24A ГОСТ 2424-83 ШЩ 100-0,1 ГОСТ 166-89, МК ГОСТ 6507-78, 50-75-0,01												
B06																28,19	
A07				065	Плоскошлифовальная												
B08					Плоскошлифовальный станок 3E711B												
A09					Шлифовать торец, выдерживая размер 16,1 ^{-0,56}												
B10					Спецшпиги с призматическими губками, ШЩ 100-0,1 ГОСТ 166-89												
A11					Круг 1 100-3-20 43A 10 C 1 8 K5 A 35м/с 1кл. 24A ГОСТ 2424-83												
B12					МК ГОСТ 6507-78, 50-75-0,01												
A13																20,15	
B14				080	Токарно-фрезерная с ЧПУ												
A15					CNC OKUMA MAC TURN 350W -1												
B16					Точить Ø9 ^{+0,1} _{-0,2} , Ø4,3 ^{+0,1} _{-0,2} , Ø16 ^{+0,1} _{-0,2} , Ø6 ^{+0,1} _{-0,2} , Ø8 ^{+0,1} _{-0,2} , выдержав размеры 9,5 ^{+0,1} _{-0,2} , 7 ^{+0,1} _{-0,2} , 8,3 ^{+0,1} _{-0,2} , 5 ^{+0,1} _{-0,2} , 11 ^{+0,1} _{-0,2} , 3,8 ^{+0,1} _{-0,2} , 2,2 ^{+0,1} _{-0,2} , 2 ^{+0,1} _{-0,2} , 1,5 ^{+0,1} _{-0,2}												
A17																	
B18					Оправка центровая переналаживаемая с гофрированными втулками ГОСТ 31.1066.10-85; резец												
A19					2101-0051 ВКГОСТ 18879-73, резец 2112-0102 ВКГОСТ 18880-73, резец 2100-0028 ВКГОСТ												
B20					18878-73, концевые фрезы с цилиндрическим хвостовиком Ø 5, Ø 6, Ø 7 ГОСТ 17025-71												
A21					ШЩ 100-0,1 ГОСТ 166-89, МК ГОСТ 6507-78, 50-75-0,01												
B22																253,7	
МАРШРУТНАЯ КАРТА																	

