

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

«__» _____ 2016 г.

ЗАДАНИЕ

**на выполнение выпускной квалификационной работы
(уровень бакалавра)**

**направление подготовки 15.03.05 «Конструкторско-технологическое
обеспечение машиностроительных производств»
профиль «Технология машиностроения»**

Студент Минибаев Равиль Рафаильевич гр. ТМбз-1101

1. Тема Технологический процесс изготовления шестерни конического редуктора 6-ES
2. Срок сдачи студентом законченной выпускной квалификационной работы «__» ____ 2016г.
3. Исходные данные к выпускной квалификационной работе годовая программа выпуска 6000 шт в год; режим работы участка – двухсменный
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 и режущего инструмента*
- 4) *Безопасность и экологичность технического объекта*
- 5) *Экономическая эффективность работы*

Заключение. Список использованных источников.

Приложения: технологическая документация

АННОТАЦИЯ

Минибаев Р.Р. Технологический процесс изготовления шестерни конического редуктора 6-ES. Кафедра: Оборудование и технологии машиностроительного производства. ТГУ Тольятти, 2016 г.

Выпускная квалификационная работа посвящена проектированию технологического процесса изготовления шестерни конического редуктора 6-ES.

В ходе выполнения работы на основе чертежа детали спроектирована заготовка. Разработан полный технологический процесс изготовления шестерни. Разработаны схемы базирования. Спроектировано приспособление для токарной операции. Спроектирован режущий инструмент для зубострогальной операции. Проведен анализ безопасности и экологичности технического объекта. Эффективность внедрения предлагаемых технических решений подтверждена экономическим расчетом.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение, цель работы.....	6
1 Описание исходных данных.....	7
1.1 Описание служебного назначения и условий работы детали	7
1.2 Описание технологичности детали.....	7
1.3 Задачи работы.....	9
2 Технологическая часть работы.....	10
2.1 Выбор стратегии разработки техпроцесса.....	10
2.2 Обоснование выбора метода получения заготовки.....	11
2.3 Выбор методов обработки поверхностей.....	13
2.4 Определение припусков.....	14
2.5 Проектирование заготовки.....	18
2.6 Разработка технологического маршрута.....	19
2.7 Выбор технологических баз.....	21
2.8 Выбор средств технологического оснащения.....	22
2.9 Проектирование технологических операций.....	25
3 Проектирование приспособления и режущего инструмента.....	28
3.1 Проектирование приспособления	28
3.2 Проектирование режущего инструмента.....	33
4 Безопасность и экологичность технического объекта.....	35
4.1 Конструктивно-технологическая характеристика объекта.....	35
4.2 Идентификация производственно-технологических и эксплуатационных профессиональных рисков.....	36
4.3 Методы и технические средства снижения профессиональных рисков.....	41
4.4 Обеспечение пожарной и техногенной безопасности рассматриваемого технического объекта.....	45
4.5 Обеспечение экологической безопасности рассматриваемого технического объекта.....	49
4.6 Заключение по разделу «Безопасность и экологичность технического	

объекта».....	51
5 Экономическая эффективность работы.....	53
Заключение.....	58
Список использованных источников.....	59
Приложения.....	63

ВВЕДЕНИЕ, ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Конические редуктора нашли самое широкое применение в различных отраслях промышленности. Это объясняется наличием большого количества машин и механизмов, где кроме изменения частоты вращения и передачи крутящего момента требуется изменить их направление. Кроме того они удобны в эксплуатации и ремонте, что также расширяет область их применения.

Однако, в современном машиностроении машины и механизмы подвергаются постоянной модернизации, что связано со стремлением производителей быстрее и максимально полнее удовлетворять потребности потребителей. Все это приводит к необходимости выпуска конкурентоспособной продукции и требует применения высокопроизводительных технологий.

Цель работы заключается в разработке технологического процесса изготовления шестерни конического редуктора 6-ES, обеспечивающего выпуск продукции заданного качества, установленного количества и с наименьшими затратами.

1 Описание исходных данных

1.1 Описание служебного назначения и условий работы детали

Шестерня является составной частью конического редуктора и служит для передачи крутящего момента от ведущего вала ведомому посредством боковых поверхностей шлиц и конической шестерни.

Условия работы могут быть разнообразными, так как редуктор может работать как в закрытом помещении, так и вне помещения, при этом отличаются только применяемые смазочные материалы. Условия эксплуатации, как правило, оговариваются перед поставкой изделия и его соответствующим образом подготавливают. В связи с этим условия работы можно охарактеризовать как умеренно агрессивные.

1.2 Описание технологичности детали

Технологичность детали оценивается согласно рекомендаций [1].

Начнем оценивать с материала. В качестве материала изготовления конической шестерни выбрана сталь конструкционная легированная: Сталь 40Х ГОСТ 4543-71. Имеет следующие характеристики [2]. Химический состав представлен в таблице 1.1, механические свойства в таблице 1.2.

Таблица 1.1 - Химический состав

C	Si	Mn	Cr	Ni	Cu	S	P
				не более			
0,36-0,44	0,17-0,37	0,50-0,80	0,80-1,10	0,30	0,30	0,035	0,035

Таблица 1.2 - Механические свойства в зависимости от сечения

Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	ψ	КСУ, Дж/см ²	НВ
	МПа		%			
Закалка 840-860°C, вода, масло. Отпуск 580-650°C, вода, воздух						
101-200	490	655	15	45	59	212-248
201-300	440	635	14	40	54	197-235

Коэффициент обрабатываемости материала резанием 1.

Произведем анализ технологичности конструкции детали.

Для качественной оценки технологичности конструкции детали необходимо классифицировать все ее поверхности по назначению. Для этого выполним эскиз детали и пронумеруем все ее поверхности (рисунок 1.1).

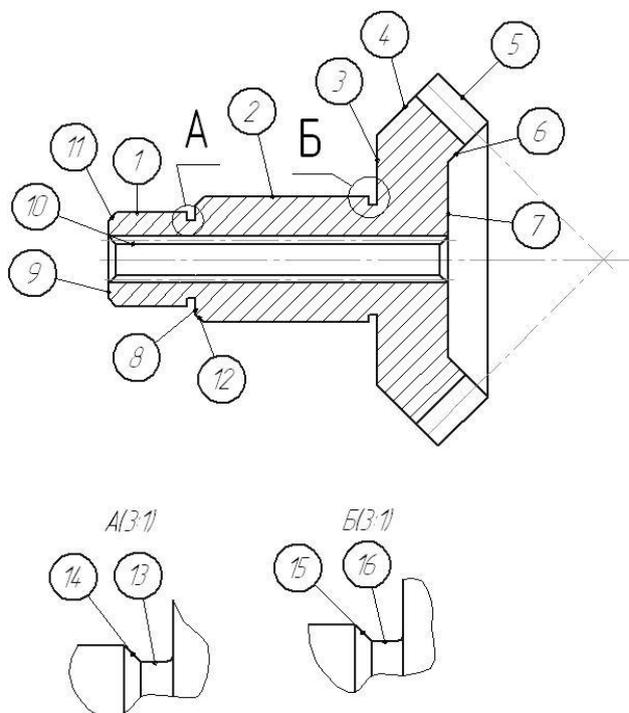


Рисунок 1.1. – Эскиз детали

Классификация поверхностей представлена в таблице 1.3.

Таблица 1.3 - Классификация поверхностей детали

Вид поверхности	Номер поверхности
Исполнительная поверхность	5, 10
Основная конструкторская база	2, 3
Вспомогательная конструкторская база	1, 8, 9
Свободные поверхности	Все остальные

В конструкции детали применены стандартизованные элементы, такие как фаски и канавки. Размеры соответствуют нормальному ряду чисел. Это

позволит выполнить механическую обработку с использованием стандартных средств технологического оснащения.

Оценим технологичность заготовки.

Заготовку шестерни наиболее рационально изготавливать методом холодной штамповки или литья [3]. По форме полученная заготовка достаточно простая и не требует применения сложной оснастки. С учётом требований к поверхностям детали, а также их технологического назначения окончательное формирование поверхностей детали на заготовительной операции не возможно.

Технологичность обработки, базирования и закрепления.

С точки зрения механической обработки шестерня не требует применения дорогостоящих методов обработки. Вся обработка может быть выполнена на основе типовых технологических процессов.

В качестве черновых баз можно использовать основные базы заготовки. В качестве чистовых баз можно будет принять наружные цилиндрические поверхности, поверхности зубьев и торцы.

Таким образом, деталь является технологичной.

1.3 Задачи работы

Для осуществления цели сформулированной во введении на основе описания исходных данных необходимо выполнить следующие задачи:

- спроектировать заготовку;
- разработать технологический маршрут и план изготовления;
- выбрать средства технологического оснащения;
- разработать технологические операции;
- спроектировать станочное приспособление;
- спроектировать режущий инструмент;
- провести анализ безопасности и экологичности технического объекта;
- определить экономическую эффективность работы.

2 Технологическая часть работы

2.1 Выбор стратегии разработки техпроцесса

Для правильного выбора стратегии разработки техпроцесса необходимо определить тип. При заданной годовой программе выпуска детали 6000 штук в год и массе детали равной 1,2 кг тип производства среднесерийный [4].

Исходя из типа производства принимаем следующую стратегию разработки техпроцесса [1, 4].

Предпочтительный вид стратегии - последовательная. В обоснованных случаях возможно применение циклической, линейной, разветвленной, жесткой и адаптивной стратегий.

Форма организации техпроцесса - непоточная. Детали выпускаются периодическими партиями.

Предпочтительные методы получения заготовок прокат и штамповка.

Выбор методов обработки поверхностей производится табличным методом по коэффициенту удельных затрат.

Для определения припусков на обработку применяется табличный метод. В обоснованных случаях припуски определяются по переходам. При этом величина припуска незначительная.

Разработка технологических процессов производится на базе типового техпроцесса. При этом разрабатывается, как правило, маршрутная технология. В определенных случаях разрабатывается маршрутно-операционная технология.

Маршрут обработки формируется по принципу экстенсивной или интенсивной концентрации операций. В зависимости от реальной производственной обстановки и характеристик применяемого оборудования.

При базировании заготовок обязательным является соблюдение принципов постоянства баз и единства баз.

Точность обработки обеспечивается методом работы на настроенном оборудовании.

В данном случае применяется универсальное оборудование и оборудование, оснащенное числовым программным управлением. Станочные приспособления: универсальные, стандартные, универсально-сборные, при необходимости специальные. Режущие инструменты: стандартные, при необходимости специальные. Средства контроля: универсальные, при необходимости специальные.

Режимов резания определяются по общемашиностроительным нормативам, в отдельных случаях по эмпирическим формулам.

Нормирование технологического процесса выполняется по опытно-статистическим нормам, для наиболее сложных операций возможно применение детального пооперационного нормирования.

Расстановка оборудования на участке производится по группам.

Рабочие должны иметь достаточно высокую квалификацию.

В качестве технологической документации используются маршрутные карты. Для наиболее сложных операций возможна разработка операционных карт.

2.2 Обоснование выбора метода получения заготовки

Определение метода получения заготовки производится расчетом предварительных затрат на получение заготовки этими методами [3].

В качестве методов получения заготовки можно применить штамповку или литье.

Первый вариант – штамповка:

Материал детали – Сталь 40Х;

Масса готовой детали:

$$M = V \cdot \rho \quad (2.1)$$

где V - объём детали,

$\rho_{cm} = 7800 \frac{кг}{м^3}$ - плотность стали.

$$V_1 = \pi \cdot r^2 \cdot l = 3.14 \cdot 12^2 \cdot 22 = 9947,52$$

$$V_2 = \pi \cdot r^2 \cdot l = 3.14 \cdot 16^2 \cdot 46 = 36976,64$$

$$V_3 = \pi \cdot r^2 \cdot l = 3.14 \cdot 8.19^2 \cdot 86 = 18113,23$$

$$V_4 = \frac{1}{3} \cdot \pi \cdot h \cdot (R^2 + R \cdot r + r^2) = \frac{1}{3} \cdot 3.14 \cdot 18.31 \cdot (9.6^2 + 49.6 \cdot 32 + 32^2) = 97189,91$$

$$V_5 = \frac{1}{3} \cdot \pi \cdot h \cdot (R^2 + R \cdot r + r^2) = \frac{1}{3} \cdot 3.14 \cdot 9.69 \cdot (9.6^2 + 49.6 \cdot 35 + 35^2) = 54457,18$$

$$V_6 = \frac{1}{3} \cdot \pi \cdot h \cdot (R^2 + R \cdot r + r^2) = \frac{1}{3} \cdot 3.14 \cdot 10 \cdot (5^2 + 35 \cdot 25 + 25^2) = 28521,67$$

$$V = V_1 + V_2 - V_3 + V_4 + V_5 - V_6 = 9947,52 + 36976,64 - 18113,23 + 97189,91 + 54457,18 - 28521,67 = 151936,35 \text{ мм}^3 = 0,000151936$$

Масса детали:

$$M = 0,000151936 \cdot 7800 = 1,2 \text{ кг.}$$

Масса штамповки:

$$Q = M_{np} = M_d \cdot K_p \quad (2.2)$$

где K_p - для штамповок с прямой осью.

$$Q = 1,2 \cdot 1,5 = 1,8 \text{ кг.}$$

Стоимость заготовки из штамповки:

$$S_{зак.} = (C_i \cdot Q \cdot k_T \cdot k_c \cdot k_B \cdot k_M \cdot k_{II}) - (Q - q) \cdot S_{отх.} \quad (2.3)$$

где C_i – базовая стоимость заготовок;

k_T – коэффициент, учитывающий точность;

k_c – коэффициент, учитывающий сложность;

k_M – коэффициент, учитывающий массу заготовки;

k_B – коэффициент, учитывающий марку материала;

k_{II} – коэффициент, учитывающий объем производства;

$S_{отх.}$ – цена отходов.

$$S_{зак.} = (56,11 \cdot 1,8 \cdot 1,0 \cdot 0,84 \cdot 1,14 \cdot 1,0 \cdot 0,8) - (8 - 1,2) \cdot 1,82 = 76,28 \text{ руб.}$$

Второй вариант - отливка:

Материал детали – Сталь 40ХЛ.

Масса готовой детали – $q = 1,2$ кг.

Масса отливки: $Q = 2,0$ кг.

Стоимость заготовки из отливки:

$$S_{заг.} = (C_i \cdot Q \cdot k_T \cdot k_c \cdot k_B \cdot k_M \cdot k_{II}) - (Q - q) \cdot S_{отх} \quad (2.4)$$

где C_i – базовая стоимость заготовок;

k_T – коэффициент, учитывающий точность;

k_c – коэффициент, учитывающий сложность;

k_M – коэффициент, учитывающий массу заготовки;

k_B – коэффициент, учитывающий марку материала;

k_{II} – коэффициент, учитывающий объем производства;

$S_{отх.}$ – цена отходов.

$$S_{заг.} = (70,3 \cdot 2,0 \cdot 1,0 \cdot 0,84 \cdot 1,14 \cdot 1,0 \cdot 0,8) - (2,0 - 1,2) \cdot 1,82 = 95,85 \text{ руб.}$$

Таким образом, себестоимость штамповки на ГКМ ниже, соответственно выбираем этот метод получения заготовки.

2.3 Выбор методов обработки поверхностей

Последовательность технологических операций при обработке отдельных поверхностей детали зависит от заданной точности и шероховатости обрабатываемой поверхности, от материала детали и наличия термообработки. Выбор осуществим при помощи специальных таблиц [6].

Результаты выбора последовательности технологических операций занесены в таблицу 2.1.

Таблица 2.1 – Методы обработки поверхностей

№	Квалитет	Шероховатость	Маршрут
1, 2	6	1,25	Обтачивание: черновое, чистовое, ТО, шлифование черновое, чистовое
10	8	3,2	Сверление, протягивание, ТО
13, 14, 15, 16	14	12,5	Растачивание
11, 12, 4	14	12,5	Точение
8,9,3	8	3,2	Обтачивание: черновое, чистовое, ТО, шлифование чистовое
7	14	3,2	Точение
6	14	3,2	Точение
5	6	1,25	Точение, зубонарезание черновое, чистовое, ТО,

2.4 Определение припусков

Припуски для поверхности 2 рассчитаем согласно методики [7].

Заготовку получаем штамповкой, материал – сталь 40Х.

Технологический маршрут с переходами:

- 1) растачивание черновое: IT 12, $R_a = 6,3$ мкм; $\varnothing 32$ h 12 $\left(\begin{smallmatrix} \text{C}_{0,250} \\ \text{C}_{0,250} \end{smallmatrix} \right)$;
- 2) растачивание чистовое: IT 10, $R_a = 3,2$ мкм; $\varnothing 32$ h9 $\left(\begin{smallmatrix} \text{C}_{0,062} \\ \text{C}_{0,062} \end{smallmatrix} \right)$;
- 3) ТО: IT 11, $R_a = 3,2$ мкм; $\varnothing 30$ h10 $\left(\begin{smallmatrix} \text{C}_{0,1} \\ \text{C}_{0,1} \end{smallmatrix} \right)$;
- 4) шлифование черновое: IT 8, $R_a = 1,6$ мкм; $\varnothing 32$ h7 $\left(\begin{smallmatrix} \text{C}_{0,025} \\ \text{C}_{0,025} \end{smallmatrix} \right)$;
- 5) шлифование чистовое: IT 6, $R_a = 0,8$ мкм; $\varnothing 32$ k6 $\left(\begin{smallmatrix} \text{C}_{0,018} \\ \text{C}_{0,002} \end{smallmatrix} \right)$;

Суммарное отклонение:

$$\rho_{\text{заг}} = \sqrt{\rho_{\text{см}}^2 + \rho_{\text{кор}}^2} \quad (2.5)$$

где $\rho_{заг}$ - пространственное отклонение заготовки;

$\rho_{см}$ - смещение;

$\rho_{кор}$ - коробление.

$$\rho_{кор} = \Delta_K \cdot l \quad (2.6)$$

где, Δ_K - удельная кривизна заготовки на 1мм длины.

$$\rho_{кор} = 2,4 \cdot 96 = 110,4 \text{ мкм.}$$

$$\rho_{заг} = \sqrt{800^2 + 110,4^2} = 808 \text{ мкм.}$$

Остаточное пространственное отклонение:

$$\rho_{осм} = k_y \cdot \rho_{заг} \quad (2.7)$$

где, k_y - коэффициент уточнения формы.

$$\rho_1 = 808$$

$$\rho_2 = 0,06 \cdot 808 = 48$$

$$\rho_3 = 0,04 \cdot 808 = 32$$

$$\rho_5 = 0,02 \cdot 808 = 16$$

Расчет минимального припуска Z_{\min} :

$$2 \cdot z_{\min} = \left(Rz^{i-1} + h^{i-1} + \sqrt{\left(\frac{Rz^{i-1}}{2} \right)^2 + \varepsilon_{yi}^2} \right) \cdot 2 \quad (2.8)$$

$$\varepsilon_y = \sqrt{\varepsilon_6^2 + \varepsilon_3^2} \quad (2.9)$$

$$\varepsilon_y = \sqrt{\varepsilon_6^2 + \varepsilon_3^2} = \sqrt{0^2 + 100^2} = 100 \text{ мкм.}$$

Растачивание черновое:

$$2 \cdot z_{\min} = 2 \cdot \left(0 + 200 + \sqrt{808^2 + 100^2} \right) = 2 \cdot 1094 \text{ мкм}$$

Растачивание чистовое:

$$\varepsilon_y = 0.03 \cdot 100 = 3 \text{ мкм.}$$

$$2 \cdot z_{\min} = 2 \cdot \left(0 + 50 + \sqrt{48^2 + 3^2} \right) = 2 \cdot 148 \text{ мкм.}$$

Шлифование черновое:

$$2 \cdot z_{\min} = 2 \cdot \left(2,8 + 30 + \sqrt{32^2 + 100^2} \right) = 2 \cdot 147 \text{ мкм.}$$

Шлифование чистовое:

$$\varepsilon_y = 0.03 \cdot 100 = 3 \text{ мкм}$$

$$2 \cdot z_{\min} = 2 \cdot \left(0 + 20 + \sqrt{16^2 + 3^2} \right) = 2 \cdot 46 \text{ мкм}$$

Расчетный диаметр:

$$d_p = d_i^{i-1} - 2 \cdot z_{\min} \quad (2.10)$$

для шлифования чистового: $d_{p6} = 32,018 \text{ мм}$;

для шлифования чернового: $d_{p5} = 32,018 - 0,092 = 32,11 \text{ мм}$;

для растачивания чистового: $d_{p3} = 32,11 - 0,294 = 32,404 \text{ мм}$;

для растачивания чернового: $d_{p2} = 32,404 - 0,296 = 32,7 \text{ мм}$;

для заготовки: $d_{p1} = 32,7 - 2,188 = 34,888 \text{ мм}$.

Значения допусков определяются по таблице:

для шлифования чистового: $\delta_6 = 20 \text{ мкм}$;

для шлифования чернового: $\delta_5 = 45 \text{ мкм}$;

для растачивания чистового: $\delta_3 = 80 \text{ мкм}$;

для растачивания чернового: $\delta_2 = 280 \text{ мкм}$;

для заготовки: $\delta_1 = 400 \text{ мкм}$.

Определим d_{\max} :

$$d_{\max} = d_{\min} + \delta \quad (2.11)$$

для шлифования чистового: $d_{\max} = 32,018 + 0,020 = 32,038$ мм;

для шлифования чернового: $d_{\max} = 32,11 + 0,045 = 32,155$ мм;

для растачивания чистового: $d_{\max} = 32,404 + 0,080 = 32,484$ мм;

для растачивания чернового: $d_{\max} = 32,7 + 0,280 = 32,98$ мм;

для заготовки: $d_{\max} = 34,888 + 0,400 = 35,288$ мм.

Найдем Z_{\max}^{np} и Z_{\min}^{np} :

$$2 \cdot Z_{\max}^{np} = d_{\max}^i - d_{\max}^{i-1} \quad (2.12)$$

для шлифования чистового: $2 \cdot Z_{\max}^{np} = 32,155 - 32,038 = 117$ мкм;

для шлифования чернового: $2 \cdot Z_{\max}^{np} = 32,484 - 32,155 = 329$ мкм;

для растачивания чистового: $2 \cdot Z_{\max}^{np} = 32,98 - 32,484 = 496$ мкм;

для растачивания чернового: $2 \cdot Z_{\max}^{np} = 35,288 - 32,98 = 2308$ мкм.

$$2 \cdot Z_{\min}^{np} = d_{\min}^i - d_{\min}^{i-1} \quad (2.13)$$

для шлифования чистового: $Z_{\min}^{np} = 32,11 - 32,018 = 92$ мкм;

для шлифования чернового: $Z_{\min}^{np} = 32,404 - 32,11 = 294$ мкм;

для растачивания чистового: $Z_{\min}^{np} = 32,7 - 32,404 = 296$ мкм;

для растачивания чернового: $Z_{\min}^{np} = 34,888 - 32,7 = 2188$ мкм.

Результаты полученных расчетных значений представлены на схеме графического расположения припусков и допусков рис. 2.1

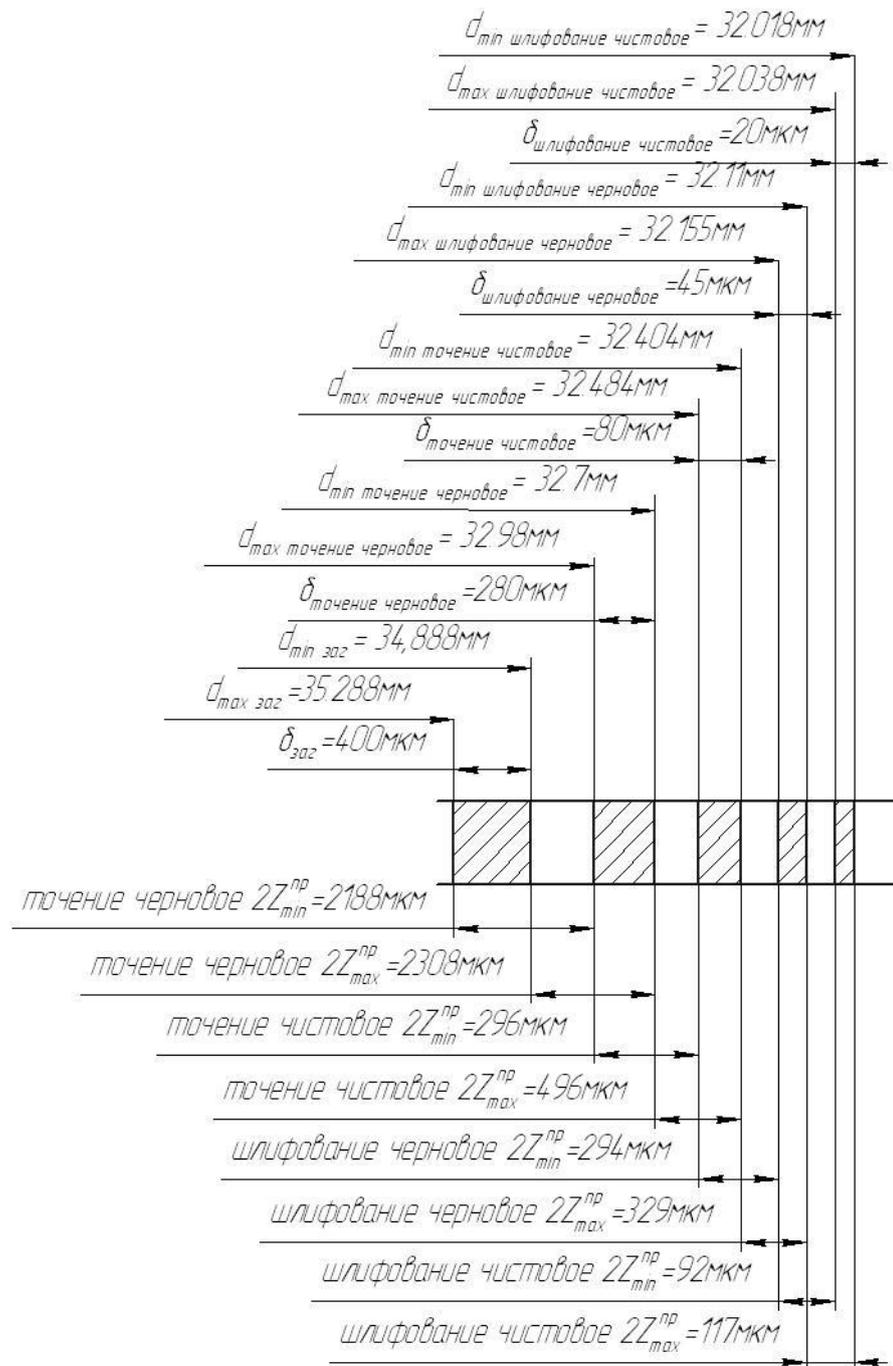


Рисунок 2.1 - Схема графического расположения припусков и допусков

2.5 Проектирование заготовки

Проектирование заготовки производим согласно методики [3, 8].

Конструктивная характеристика поковки: класс точности – Т4; группа стали – М2; степень сложности - С1; конфигурация поверхности разъёма штампа – П – плоская; исходный индекс – 7.

Основные припуски на механическую обработку приведены в таблице 2.2.

Таблица 2.2 – Припуски на механическую обработку

Размер детали, мм	Припуск, мм	Размер заготовки, мм
Ø 24	0,9	Ø 25,8
Ø 32	0,9	Ø33,8
Ø99,2	0,9	Ø101
22	0,9	22,9
46	0,9	46,9
28	0,9	28,9

Дополнительные припуски, учитывающие: смещение по поверхности разъёма штампов 0,2 мм; изогнутость и отклонения от плоскостности и прямолинейности 0,4 мм; радиус закругления наружных углов $R=3,0$ мм, с допуском равным 1 мм; минимальная величина радиусов закруглений 2,5 мм; допуск длины стержня до 4 мм; допускаемая величина смещения по поверхности разъёма штампа до 0,5 мм; допускаемая величина остаточного облоя до 0,7 мм; допускаемые отклонения от соосности 0,01 мм; неуказанные допуски радиусов закругления 0,5 мм; допускаемые отклонения угловых элементов поковки $\pm 1^{\circ}30'$; штамповочные уклоны на наружной поверхности $=2^{\circ}$.

Чертеж заготовки представлен на листе графической части работы.

2.6 Разработка технологического маршрута

Разработка технологического маршрута один из самых ответственных этапов при проектировании технологического маршрута. От правильности и полноты его разработки зависит организация производства и технико-экономические показатели.

Маршрут изготовления разрабатываем согласно рекомендаций [6].

Полученный технологический маршрут представим в виде таблицы 2.3.

Таблица 2.3 - Технологический маршрут изготовления шестерни

№ поверхности	IT	R _a	Переход
1	2	3	4
1	6	1,25	Точение черновое: IT12 , R _a = 12,5 мкм Точение чистовое: IT10 , R _a = 6,3 мкм ТО: IT11 , R _a = 6,3 мкм Шлифование черновое: IT8 , R _a = 3,2 мкм Шлифование чистовое: IT6 , R _a = 1,25 мкм
2	6	1,25	Точение черновое: IT12 , R _a = 12,5 мкм Точение чистовое: IT10 , R _a = 6,3 мкм ТО: IT11 , R _a = 6,3 мкм Шлифование черновое: IT8 , R _a = 3,2 мкм Шлифование чистовое: IT6 , R _a = 1,25 мкм
3	8	3,2	Точение черновое: IT12 , R _a = 12,5 Точение чистовое: IT10 , R _a = 6,3 мкм ТО: IT11 , R _a = 6,3 мкм Шлифование черновое: IT8 , R _a = 3,2 мкм
4	14	12,5	Обтачивание торцов: IT12 , R _a = 12,5 мкм
5	8	2,5	Точение черновое: IT12 , R _a = 12,5 мкм Зубонарезание черновое: IT10 , R _a = 6,3 мкм Зубонарезание чистовое: IT8 , R _a = 3,2 мкм ТО: IT9 , R _a = 3,2 мкм
6	14	12,5	Обтачивание торцов: IT12 , R _a = 12,5 мкм
7	14	12,5	Обтачивание торцов: IT12 , R _a = 12,5 мкм
8	8	3,2	Точение черновое: IT12 , R _a = 12,5 мкм Точение чистовое: IT10 , R _a = 6,3 мкм ТО: IT11 , R _a = 6,3 мкм

Продолжение таблицы 2.3

1	2	3	4
			Шлифование черновое: IT8 , $R_a = 3,2$ мкм
9	8	3,2	Точение черновое: IT12 , $R_a = 12,5$ мкм Точение чистовое: IT10 , $R_a = 6,3$ мкм ТО: IT11 , $R_a = 6,3$ мкм Шлифование черновое: IT8 , $R_a = 3,2$ мкм
10	8	2,5	Сверление: IT12 , $R_a = 12,5$ мкм Протягивание: IT9 , $R_a = 3,2$ мкм ТО: IT10 , $R_a = 3,2$ мкм
11	14	12,5	Обтачивание торцов: IT12 , $R_a = 12,5$ мкм
12	14	12,5	Обтачивание торцов: IT12 , $R_a = 12,5$ мкм
13	14	12,5	Растачивание : IT12 , $R_a = 12,5$ мкм
14	14	12,5	Растачивание: IT12 , $R_a = 12,5$ мкм
15	14	12,5	Растачивание: IT12 , $R_a = 12,5$ мкм
16	14	12,5	Растачивание: IT12 , $R_a = 12,5$ мкм

2.7 Выбор технологических баз

Выбор технологических баз проводим согласно рекомендаций [9].

При разработке технологического процесса необходимо стремиться к использованию одних и тех же технологических баз, не допуская смены технологических баз без особой необходимости [10].

Технологические базы проставляются так, чтобы была малая вероятность возникновения погрешности базирования, то есть, чтобы технологическая и измерительная базы совпадали [10].

Выбор черновых технологических баз: так как в качестве черновых баз необходимо использовать самые ответственные поверхности, выбираем цилиндрическую поверхность 2 и торец 3.

Выбор чистовых технологических баз. Чистовые технологические базы

необходимо назначать, соблюдая принцип единства баз, кроме черновых, а также принцип постоянства баз. На всех операциях в качестве чистовых технологических баз используем явные опоры – поверхности 5 и 4. Лишь на токарных операциях 10 и 25, а так же при зубонарезании меняем опорные базы на торец 9 и цилиндрическую поверхность 2, что обусловлено конструкцией режущего инструмента.

2.8 Выбор средств технологического оснащения

От правильного выбора средств технологического оснащения зависит производительность изготовления детали, экономичное использование производственных площадей, механизации и автоматизации ручного труда, электроэнергии и в итоге себестоимости изделия [1].

Выбор средств технологического оснащения проводим на основе рекомендаций [1], а также справочных данных [11, 12, 13, 14, 15, 16, 17].

Результаты выбора оформим в виде таблицы 2.4

Таблица 2.4 - Выбор средств технологического оснащения

№ оп.	Наименование	Средства технологического оснащения			
		Оборудование	Оснастка		
			Режущий инструмент	Мерительный инструмент	Приспособления
1	2	3	4	5	6
005	Токарная	SAMAT 400XC	Резец проходной отогнутый правый ГОСТ 18868-73. Резец подрезной	Штангенциркуль ШЦ–Ш- 400-0.1 ГОСТ 166-80	Трехкулачковый самоцентрирующий патрон

Продолжение таблицы 2.4

1	2	3	4	5	6
			ГОСТ 26611-85		
010	Токарная	SAMAT 400XC	Резец проходной отогнутый правый ГОСТ 18868-73	Глубиномер индикаторный 0,1 ГОСТ 166-80	Трехкулачковый самоцентрирующий патрон
015	Сверлильная	Knuth KSB40	Сверло спиральное с цилиндрич. хвостовиком ГОСТ 10902-77	Штангенциркуль ШЦ-Ш- 400-0.1 ГОСТ 166-80	Тиски станочные с эксцентриковым зажимом
020	Токарная	SAMAT 400XC	Резец проходной отогнутый правый из быстрорежущей стали ГОСТ 8868-73	Штангенциркуль ШЦ-Ш- 400-0.1 ГОСТ 166-80	Трехкулачковый самоцентрирующий патрон
025	Токарная	SAMAT 400XC	Токарный расточный резец ГОСТ 18879-73	Штангенциркуль ШЦ-Ш- 400-0.1 ГОСТ 166-80	Трехкулачковый самоцентрирующий патрон
030	Протяжная	7Б64	Протяжка для шлицевых	Биеномер Б10М	Опора шаровая

Продолжение таблицы 2.4

1	2	3	4	5	6
			отверстий с эвольвент- ным профилем ГОСТ 25161- 82		
035	Зубонарез- ная	5С276ПФ3	Резец зубострогаль ный для прямозубых конических колес	Прибор ШМ-1 для контроля любых шагов	Специаль- ное зажимное приспособ- ление
040	Зубонарез- ная	5С276ПФ3	Резец зубострогаль ный для прямозубых конических колес	Прибор ШМ-1 для контроля любых шагов	Специаль- ное зажимное приспособ- ление
045	Термическая				
050	Шлифоваль- ная	RSM 750	Шлифоваль- ный круг плоский с двусторонней выточкой	Микрометр 0,1	Специаль- ное зажимное приспособ- ление
055	Шлифоваль- ная	RSM 750	Шлифоваль- ный круг плоский с двусторонней	Микрометр 0,1	Специаль- ное зажимное приспособ-

Продолжение таблицы 2.4

1	2	3	4	5	6
			выточкой		ление
060	Шлифовальная	RIG 150	Шлифовальный круг плоский с выточкой	Микрометр 0,1	Специальное зажимное приспособление
065	Шлифовальная	RSM 750	Шлифовальный круг плоский с двусторонней выточкой	Микрометр 0,1	Специальное зажимное приспособление
070	Шлифовальная	RSM 750	Шлифовальный круг плоский с двусторонней выточкой	Микрометр 0,1	Специальное зажимное приспособление
075	Моечная				
080	Контрольная				

2.9 Проектирование технологических операций

Технологические операции проектируются исходя из типа производства и рекомендаций [9].

Глубину резания t и подача S определяются по справочным данным [18, 19, 20].

Скорость резания определяется по формуле:

$$V = V_T \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3, \quad (2.14)$$

где V_T – табличное значение скорости резания;

K_1 – коэффициент, зависящий от обрабатываемого материала;

K_2 – коэффициент, зависящий от стойкости и марки твердого сплава;

K_3 – коэффициент, зависящий от вида обработки.

Частота вращения определяется по формуле:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}. \quad (2.15)$$

где: D – обрабатываемый диаметр или диаметр режущего инструмента.

Длина рабочего хода определяется по формуле:

$$L_{p.x} = l_1 + l_{рез} + l_2, \quad (2.16)$$

где l_1 – длина врезания инструмента;

$l_{рез}$ – длина резания;

l_2 – длина перебега инструмента.

Основное время на обработку определяется по формуле:

$$T_0 = \frac{L_{p.x}}{S_0 \cdot n_D}; \quad (2.17)$$

Определение норм времени производится в зависимости от вида обработки по формулам, приведенным в литературе [1].

Результаты вычислений представлены в таблице 2.5.

Таблица 2.5 - Режимы резания

№ опер.	Переход	t, мм	V, м/мин	S, м/мин	n, об/мин	T _о , мин
005	1	2	94,2	0,5	1250	0,022
	2	3	98,1	0,5	315	0,57
	3	1,5	98,1	0,5	315	0,57
010	1	3	98,1	0,5	315	0,337
	2	3	98,1	0,5	315	0,337
	3	0,5	124,6	0,5	400	0,175
	4	3	98,9	0,5	630	0,048
015	1	8	31,7	0,23	630	0,64
	2	1	12,6	0,7	200	0,07
020	1	0,2	160,8	0,42	800	0,268
025	1	2	99,04	0,42	400	0,119
030	1	5	4,5	0,1	-	0,44
035	1	3	2,6	0,4	-	8
040	1	1	4,95	0,4	-	4
050	1	0,025	20	12,5	310	0,015
055	1	0,025	25	25	310	0,015
060	1	0,015	30	0,005	400	0,012
065	1	0,01	20	5	310	0,003
070	1	0,01	20	10	200	0,005

3. Проектирование приспособления и режущего инструмента

3.1 Проектирование приспособления

Спроектируем патрон с механизированным приводом для выполнения 010 токарной операции. Для этого воспользуемся рекомендациями и справочными данными [21, 22, 23].

На рисунке 3.1 приведен операционный эскиз на данную операцию.

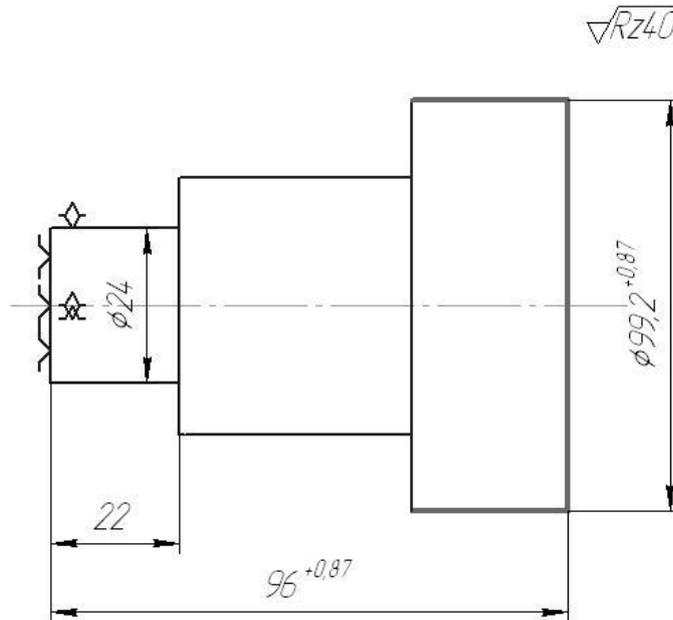


Рисунок 3.1 - Операционный эскиз

В данном случае при закреплении заготовок с соотношением $\frac{d_{cp}}{l} < 2,5$ используется схема консольного закрепления заготовки.

Определяем момент от касательной составляющей силы по формуле:

$$M_p = \frac{P_z \cdot d_1}{2} + \frac{P_z \cdot d_1}{2} = \frac{2 \cdot P_z \cdot d_1}{2} = P_z \cdot d_1 \quad (3.1)$$

$$M_p = 4209,8 \text{ Н} \cdot 99,2 \cdot 10^{-3} \text{ м} = 417,6 \text{ Нм.}$$

Определяем момент сил зажима, препятствующий провороту заготовки:

$$M_3 = \frac{Td_2}{2} = \frac{Wfd_2}{2} \quad (3.2)$$

где W – усилие зажима;

f – коэффициент трения на рабочей поверхности сменного кулачка.

Из равенства моментов определим необходимое усилие зажима:

$$W = \frac{2KM_p}{fd_2} = \frac{2KP_z d_1}{fd_2} \quad (3.3)$$

Коэффициента запаса равен:

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 \quad (3.4)$$

где K_0 – гарантированный коэффициент запаса;

K_1 – коэффициент, учитывающий увеличение сил;

K_2 – коэффициент, учитывающий увеличение сил резания при затуплении режущего инструмента;

K_3 – коэффициент, учитывающий увеличение сил резания при непрерывном резании;

K_4 – коэффициент, характеризующий постоянство силы, развиваемой зажимным механизмом;

K_5 – коэффициент, характеризующий эргономику;

K_6 – коэффициент, учитывающий наличие моментов, стремящихся повернуть заготовку, установленную плоской технологической базой на опоры – штыри.

Получаем:

$$K_{Pz} = 1,5 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 1,5$$

Подставляя исходные данные в формулу (3.3) получаем:

$$W = \frac{2 \cdot 1,5 \cdot 4209,8 \cdot 99,2}{0,4 \cdot 24} = 130503,8 \text{ Н.}$$

Определяем момент зажима после нахождения всех неизвестных величин:

$$M_3 = \frac{130503,8 \cdot 0,4 \cdot 24 \cdot 10^{-3}}{2} = 626,4 \text{ Нм.}$$

Усилие зажима на постоянных кулачках:

$$W_1 = \frac{W}{1 - \left(\frac{3l_K}{H_K} \cdot f_1 \right)} \quad (3.5)$$

где l_K – вылет кулачка;

H_K – длина направляющей постоянного кулачка;

f – коэффициент трения в направляющих постоянного кулачка и корпуса.

Подставляем исходные данные в формулу получим:

$$W_1 = \frac{130503,8}{1 - \left(\frac{3 \cdot 51}{80} \cdot 0,1 \right)} = 161364,8 \text{ Н.}$$

Наружный диаметр патрона:

$$D_{II} \cong d_2 + 2H_K \quad (3.6)$$

$$D_{II} = 24 + 2 \cdot 80 = 184 \text{ мм}$$

Так как диаметр меньше 200 мм, то принимаем клиновой механизм.

Передаточное число механизма:

$$i_{с.кл} = \frac{1}{\text{tg}(\alpha + \varphi) + \text{tg} \varphi_1} \quad (3.7)$$

где α – угол наклона клина;

φ и φ_1 – углы трения на поверхностях кулачка и втулки.

$$\varphi = \text{arctg} f_1 = \text{arctg} 0,1 = 5^{\circ} 43', \text{ принимаем } \varphi = \varphi_1 \cong 6^{\circ}.$$

$$i_{с.кл} = \frac{1}{\text{tg}(20 + 6) + \text{tg} 6} = 1,1.$$

Определяем усилие Q , создаваемое силовым приводом:

$$Q = \frac{W_1}{i_c} \quad (3.8)$$

$$Q = \frac{161364,8}{1,1} = 146695,3 \text{ Н.}$$

Разработаем схему погрешностей патрона (рисунок 3.2).

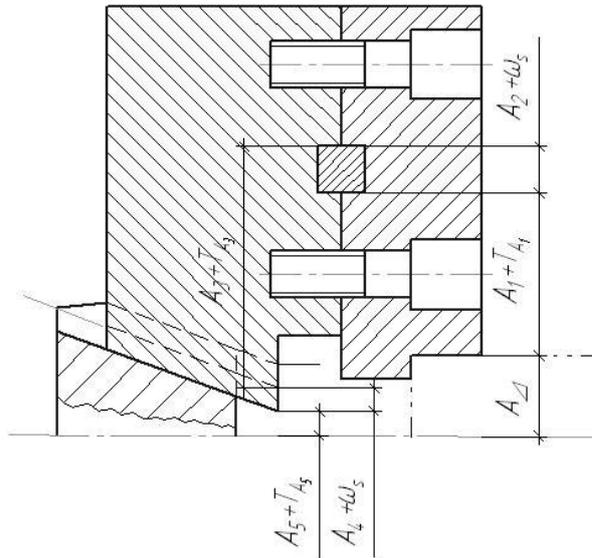


Рисунок 3.2 - Расчетная схема погрешностей патрона

Погрешность установки определяется по формуле:

$$E_y = \sqrt{E_{\sigma}^2 + E_3^2 + E_{ПР}^2} \quad (3.9)$$

где, E_{σ} - погрешность базирования;

E_3 - погрешность закрепления;

$E_{ПР}$ - погрешность элементов приспособления, зависящая от точности их изготовления.

$$E_y = \frac{\omega_{A_{\Delta}}}{2} = 0,5 \sqrt{\Delta_1^2 + \Delta_2^2 + \Delta_4^2 + \Delta_5^2} \quad (3.10)$$

где, $\omega_{A_{\Delta}}$ - колебания замыкающего звена A_{Δ} ;

Δ_1 - погрешность, возникающая вследствие неточности изготовления размера A_1 ;

$\Delta_2, \Delta_4, \Delta_5$ - погрешности из-за колебания зазоров в сопряжениях.

Допуск на замыкающий размер не должен превышать:

$$E_y^{\text{дон}} = Z_{\text{min}}^{\text{чист}} \quad (3.11)$$

где $Z_{\text{min}}^{\text{чист}}$ - минимальный припуск на чистовую обработку.

$$Z_{\text{min}}^{\text{чист}} = 296 \text{ мкм.}$$

$$E_y^{\text{расч}} = 0,5 \cdot \sqrt{25^2 + 30^2 + 15^2 + 10^2} = 21 \text{ мкм.}$$

Допустимая погрешность больше чем расчетная, следовательно, принимаем точность звеньев, составляющих размерную цепь, по 7 качеству.

Постоянные кулачки 8 предназначены для крепления на них сменных кулачков 10. Для точной установки сменных кулачков применяется призматическая шпонка 23, а для их закрепления винты. Для радиального перемещения кулачков применяется клиновой зажимной механизм 7, который через центральную втулку 9 и тягу связан с силовым приводом. Кулачки, зажимной механизм и другие детали патрона монтируются в корпусе 1, устанавливаемом на переднем конце шпинделя.

Силовой привод состоит из силовой части, создающей исходную силу для закрепления заготовки, и муфты для подвода рабочей жидкости. Силовая часть привода вращается вместе со шпинделем и патроном, а муфта остаётся неподвижной.

Приспособление работает следующим образом: масло под давлением подаётся через отверстие в корпусе муфты в левую крышку. По каналам отверстий оно попадает в штоковую полость и перемещает поршень влево. Посредством тяги и клинового зажимного механизма происходит перемещение кулачков в радиальном направлении к оси патрона и осуществляется

Если $\alpha_0 = 20^0, \Theta_f = 6^0, \alpha_B = 12$, то $tg \alpha_k = tg 20 \cdot \cos 6 = 0,3235; \alpha_k = 19^0 54' 16''$
 $tg \alpha_1 = \frac{tg 20 \cdot \cos 6}{\cos 12} = 0,3293, \alpha_1 = 20^0 21' 58''$.

Подсчитаем разницу этих углов:

$$\Delta \alpha = \alpha_{0\phi} - \alpha_0 \quad (3.14)$$

$$tg \alpha_{0\phi} = tg \alpha_k / \cos \Theta_f \quad (3.15)$$

Тогда при $\alpha_k = 20^0$ и $\Theta_f = 6^0$, $tg \alpha_{0\phi} = tg 20 / \cos 6 = 0,3264, \alpha_{0\phi} = 20^0 2' 48''$,
 $\Delta \alpha = 2' 48''$, $\Delta \alpha$ будет незначительной, укладывающейся в пределах неизбежной погрешности настройки операции зубострогания.

Так как разница углов от угла α_0 малы, поэтому принимаем:
 $\alpha_0 = \alpha_1 = \alpha_k = 20^0$.

4 Безопасность и экологичность технического объекта

4.1 Конструктивно-технологическая характеристика объекта

Таблица 4.1 - Технологический паспорт объекта

№ п/п	Технологический процесс	Технологическая операция, вид выполняемых работ	Наименование должности работника, выполняющего технологический процесс, операцию	Оборудование, устройство, приспособление	Материалы, вещества
1	2	3	4	5	6
1	Точение	Токарная операция	Оператор станков с ЧПУ	Токарный с ЧПУ SAMAT 400XC	Сталь 40X, СОЖ
2	Сверление	Сверлильная операция	Сверловщик	Вертикально-сверлильный Knuth KSB40	Сталь 40X, СОЖ
3	Протягивание	Протяжная операция	Протяжник	Горизонтально-протяжной 7Б64	Сталь 40X, СОЖ
4	Зубонарезание	Зубострогальная операция	Зуборезчик	Зубострогальный 5С276ПФ3	Сталь 40X, СОЖ
5	Шлифование	Шлифовальная	Шлифовщик	Торцециркулошлифовальный	Сталь 40X, СОЖ

Продолжение таблицы 4.1

1	2	3	4	5	6
		операция		RSM 750 Внутришли- фовальный RIG 150	

4.2 Идентификация производственно-технологических и эксплуатационных профессиональных рисков

Таблица 4.2 – Идентификация профессиональных рисков

№ п/п	Производственно- технологическая и/или эксплуатационно- технологическая операция, вид выполняемых работ	Опасный и /или вредный производственный фактор	Источник опасного и / или вредного производственного фактора
1	2	3	4
1	Токарная операция	Движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки; повышенная температура поверхностей оборудования,	Токарный с ЧПУ SAMAT 400XC

Продолжение таблицы 4.2

1	2	3	4
		<p>материалов; повышенный уровень шума на рабочем месте; повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека; острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования; монотонность труда</p>	
2	Сверлильная операция	<p>Движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки; повышенная температура поверхностей оборудования,</p>	<p>Вертикально- сверлильный Knuth KSB40</p>

Продолжение таблицы 4.2

1	2	3	4
		<p>материалов; повышенный уровень шума на рабочем месте; повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека; острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования; монотонность труда</p>	
3	Протяжная операция	<p>Движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки; повышенная температура поверхностей оборудования,</p>	Горизонтально-протяжной 7Б64

Продолжение таблицы 4.2

1	2	3	4
		<p>материалов; повышенный уровень шума на рабочем месте; повышенный уровень вибрации; повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека; острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования; монотонность труда</p>	
4	Зубострогальная операция	<p>Движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки; повышенная температура</p>	Зубострогальный 5С276ПФ3

Продолжение таблицы 4.2

1	2	3	4
		<p>поверхностей оборудования, материалов; повышенный уровень шума на рабочем месте; повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека; острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования; монотонность труда</p>	
5	Шлифовальная операция	<p>Движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки; повышенная температура</p>	<p>Торцекругло- шлифовальный RSM 750 Внутришлифовальный RIG 150</p>

Продолжение таблицы 4.2

1	2	3	4
		<p>поверхностей оборудования, материалов; повышенный уровень шума на рабочем месте; повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека; острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования; монотонность труда</p>	

4.3 Методы и технические средства снижения профессиональных рисков

Таблица 4.3 – Методы и средства снижения воздействия опасных и вредных производственных факторов

№ п/п	Опасный и / или вредный производственный фактор	Организационные методы и технические средства защиты, снижения, устранения опасного и / или вредного производственного фактора	Средства индивидуальной защиты работника
1	2	3	4
1	Движущиеся машины и механизмы	Инструктажи по охране труда; контроль за безопасностью выполнения работ; оградительные устройства; знаки безопасности	Каска защитная
2	Подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки	Инструктажи по охране труда; контроль за безопасностью выполнения работ; оградительные, предохранительные, сигнализирующие устройства; дистанционное управление;	Спецодежда, спецобувь, очки защитные, каска защитная

Продолжение таблицы 4.3

1	2	3	4
		применение знаков безопасности	
3	Повышенная температура поверхностей оборудования, материалов	Инструктажи по охране труда; контроль за безопасностью выполнения работ; оградительные устройства; применение знаков безопасности	Спецодежда, рукавицы комбинированные, перчатки с полимерным покрытием
4	Повышенный уровень шума на рабочем месте	Инструктажи по охране труда; контроль за безопасностью выполнения работ; контроль уровня шума; звукоизоляция, звукопоглощение; дистанционное управление оборудованием	Наушники, заглушки противозумные (беруши)
5	Повышенный уровень вибрации	Инструктажи по охране труда; контроль за безопасностью выполнения работ; массивные	Спецобувь, виброгасящий коврик

Продолжение таблицы 4.3

1	2	3	4
		<p>фундаменты под оборудование; виброопоры на оборудование</p>	
6	<p>Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека</p>	<p>Инструктажи по охране труда; контроль за безопасностью выполнения работ; применение систем защитного заземления, защитного отключения; применение знаков безопасности</p>	<p>Резиновый диэлектрический коврик, спецодежда, спецобувь</p>
7	<p>Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования</p>	<p>Инструктажи по охране труда; контроль за безопасностью выполнения работ</p>	<p>Спецодежда, спецобувь, рукавицы комбинированные, перчатки с полимерным покрытием</p>
8	<p>Монотонность труда</p>	<p>Инструктажи по охране труда; контроль за безопасностью выполнения работ; соблюдение режима</p>	

Продолжение таблицы 4.3

1	2	3	4
		рабочего дня	

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

4.4.1 Идентификация опасных факторов пожара

Таблица 4.4 – Идентификация классов и опасных факторов пожара

№ п/п	Участок, подразделение	Оборудование	Класс пожара	Опасные факторы пожара	Сопутствующие проявления факторов пожара
1	2	3	4	5	6
1	Участок механической обработки	Токарный с ЧПУ SAMAT 400XC Вертикально сверлильный Knuth KSB40 Горизонтально-протяжной 7Б64 Зубоострогальный 5С276ПФ3	Пожары, связанные с воспламенением и горением жидкостей или плавящихся твердых веществ и материалов (В)	Тепловой поток; повышенная температура окружающей среды; повышенная концентрация токсичных продуктов горения и термического	Образующиеся в процессе пожара осколки, части разрушившихся технологических установок, производственного и инженерно-

Продолжение таблицы 4.4

1	2	3	4	5	6
		Торцекругло шлифоваль- ный RSM 750 Внутришли- фовальный RIG 150		разложения; пониженная концентра- ция кислорода; снижение видимости в дыму (задымлен- ных пространст- венных зонах).	техничес- кого оборудова- ния; вынос высокого электричес- кого напряжения на токопроводя щие части технологи- ческих установок, оборудова- ния.

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

Таблица 4.5 - Технические средства обеспечения пожарной безопасности

Первичные средства пожаротушения	Мобильные средства пожаротушения	Стационарные установки системы пожаротушения	Средства пожаротушения автоматические	Пожарное оборудование	Средства индивидуальной защиты и спасения людей при пожаре	Пожарный инструмент (механизированный и немеханизированный)	Пожарные сигнализация, связь и оповещение
Огнетушители, пожарные щиты, ящики с песком	Пожарные автомобили, пожарные лестницы, пожарные автоцистерны	Системы автоматического тушения	Автоматические пожарные извещатели, технические средства оповещения и управления эвакуацией	Пожарные шкафы, пожарные гидранты, пожарные краны; пожарные рукава	Самоспасатели, респираторы, противогазы, огнестойкие накидки	Ломы, багры, топоры, лопаты. пневматический и гидравлический механизированный инструмент для резки и перекусывания	Автоматическая пожарная сигнализация на базе извещателей и приемно-контрольного пожарного прибора

4.4.3 Организационные (организационно-технические) мероприятия по предотвращению пожара

Таблица 4.6 – 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 операция, Токарный с ЧПУ SAMAT 400XC, Сверлильная операция, Вертикально-сверлильный Knuth KSB40, Протяжная операция Горизонтально-протяжной 7Б64, Зубострогальная операция, Зубострогальный 5С276ПФ3, Шлифовальная операция, Торцекруглошлифовальный RSM 750 Внутришлифовальный RIG 150	Обучение персонала действиям в случае пожара, проведение инструктажей по пожарной безопасности, контроль за эксплуатацией и содержанием оборудования, применение автоматических устройств обнаружения, оповещения и тушения пожаров	Проведение противопожарных инструктажей, запрет на курение и применение открытого огня в недозволённых местах, соблюдение мер противопожарной безопасности, применение средств пожаротушения, применение средств пожарной сигнализации и средств извещения о пожаре

4.5 Обеспечение экологической безопасности рассматриваемого технического объекта

4.5.1 По виду реализуемого производственно-технологического процесса, и осуществляемой функциональной эксплуатацией техническим объектом - необходимо провести идентификацию негативных экологических факторов, результаты которой отражены в таблице 4.7.

Таблица 4.7 – 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.)
1	2	3	4	5
Токарная операция	Токарный станок ЧПУ SAMAT	Пары СОЖ	Механические примеси	Стружка, ветошь

Продолжение таблицы 4.7

1	2	3	4	5
	400XC		нефтепродукты, СОЖ	
Сверлильная операция	Вертикально-сверлильный Knuth KSB40	Пары СОЖ	Механические примеси, нефтепродукты, СОЖ	Стружка, ветошь
Протяжная операция	Горизонтально-протяжной 7Б64	Пары СОЖ	Механические примеси, нефтепродукты, СОЖ	Стружка, ветошь
Зубострогальная операция	Зубострогальный 5С276ПФ3	Пары СОЖ	Механические примеси, нефтепродукты, СОЖ	Стружка, ветошь
Шлифовальная операция	Торцекруглошлифовальный RSM 750 Внутришлифовальный RIG 150	Пары СОЖ	Механические примеси, нефтепродукты, СОЖ	Стружка, ветошь

4.5.2 Разработка мероприятий по снижению негативного антропогенного воздействия на окружающую среду рассматриваемого технического объекта согласно нормативных документов.

Таблица 4.8 – Разработанные организационно-технические мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия технического объекта на окружающую среду.

Наименование технического объекта	Токарная операция, Сверлильная операция, Протяжная, Зубострогальная операция, Шлифовальная операция
1	2
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на атмосферу	Применение центробежных фильтров
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на гидросферу	Применение отстойников, механических фильтров, нефтеловушек, флотационных и сорбционных установок, контроль химического состава сточных вод.
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на литосферу	Переплавка стружки, соблюдение правил хранения, периодичности вывоза отходов на утилизацию и захоронение на перерабатывающие заводы и полигоны.

4.6 Заключение по разделу «Безопасность и экологичность технического объекта»

В разделе «Безопасность и экологичность технического объекта» приведена характеристика технологического процесса изготовления шестерни

конического редуктора 6-ES, перечислены технологические операции, должности работников, оборудование, применяемые сырьевые технологические и расходные материалы.

Проведена идентификация профессиональных рисков по осуществляемому технологическому процессу, выполняемым технологическим операциям, видам производимых работ.

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.

5 Экономическая эффективность работы

Цель раздела – рассчитать технико-экономические показатели проектируемого технологического процесса и произвести сравнительный анализ с показателями базового варианта, определить экономический эффект от предложенных в проекте технических решений.

Для выполнения данного раздела, будем использовать описанные условия и рассчитанные параметры технологического процесса изготовления детали «Шестерня конического редуктора». Особый интерес из этой информации для экономической эффективности работы представляют изменения, а точнее отличия между сравниваемыми вариантами. Совершенствование технологического процесса в первую очередь касаются 8 операций, по которым предполагается изменение оборудования. Оснастка и инструмент по рассматриваемым вариантам не меняются. Краткое описание этих изменений представлено в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Краткая сравнительная характеристика вариантов техпроцесса

Базовый вариант	Проектируемый вариант
1	2
Операция 030 – Протяжная. Оборудование – горизонтально-протяжной полуавтомат, модель 7Б557.	Операция 030 – Протяжная. Оборудование – вертикально-протяжной полуавтомат, модель 7Б64.
Операции 035 и 040 – Зубострогальные. Оборудование – зубострогальный станок, модель 5А250.	Операции 035 и 040 – Зубострогальные. Оборудование – зубострогальный станок с ЧПУ, модель 5С276ПФ3.
Операции 050, 0,55, 0,65 и 0,70 - Торцекруглошлифовальные. Оборудование –	Операции 050, 0,55, 0,65 и 0,70 - Торцекруглошлифовальные. Оборудование –

Продолжение таблицы 5.1

1	2
торцевкруглошлифовальный станок, модель 3Т160. Операция 060 – Внутришлифовальная. Оборудование – внутришлифовальный станок, модель 3К228А	торцевкруглошлифовальный станок, модель RSM 750. Операция 060 – Внутришлифовальная. Оборудование – внутришлифовальный станок, модель RIG 150
Материал детали и метод получения заготовки – Сталь 40Х, штамповка	
Тип производства – среднесерийный	
Условия труда – нормальные.	
Форма оплата труда – повременно-премиальная.	

Кроме представленных сравнительных параметров, для экономического обоснования нам понадобятся программа выпуска и трудоемкость выполнения операций, которые представлены в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Краткое описание дополнительных исходных данных для экономического обоснования по сравниваемым вариантам

№	Показатели	Условное обозначение, единица измерения	Значение показателей	
			Базовый	Проектный
1	2	3	4	5
1	Годовая программа выпуска	$P_{Г}, шт.$	6000	6000
2	Норма штучного времени, в том числе и машинное время	$T_{шт}^{030}, мин.$	2,152	1,952
		$T_{маш}^{030}, мин.$	0,64	0,44
		$T_{шт}^{035}, мин.$	10,28	8,285
		$T_{маш}^{035}, мин.$	10	8

Продолжение таблицы 5.2

1	2	3	4	5
		$T_{ШГ}^{040}, \text{мин.}$	5,28	4,285
		$T_{МАШ}^{040}, \text{мин.}$	5	4
		$T_{ШГ}^{050}, \text{мин.}$	0,91	0,905
		$T_{МАШ}^{050}, \text{мин.}$	0,02	0,015
		$T_{ШГ}^{055}, \text{мин.}$	0,91	0,905
		$T_{МАШ}^{055}, \text{мин.}$	0,02	0,015
		$T_{ШГ}^{060}, \text{мин.}$	0,914	0,913
		$T_{МАШ}^{060}, \text{мин.}$	0,013	0,012
		$T_{ШГ}^{065}, \text{мин.}$	0,906	0,9
		$T_{МАШ}^{065}, \text{мин.}$	0,009	0,003
		$T_{ШГ}^{070}, \text{мин.}$	0,907	0,902
		$T_{МАШ}^{070}, \text{мин.}$	0,01	0,005

С учет представленных изменений необходимо экономически обосновать целесообразность их внедрения, для этого, применяя методику «Экономического обоснования совершенствования технологического процесса механической обработки» [27], последовательно определим: капитальные вложения, полную себестоимость и экономическую эффективность.

Все экономические значения для проведения необходимых расчетов были получены на кафедре «Управление инновациями и маркетинг» от консультанта раздела.

Далее, применения программное обеспечение MicrosoftExcel и имеющиеся данные, были получены следующие значения:

– капитальные вложения в проектируемый вариант, учитывающие приобретение нового оборудования, замену оснастки и инструмента, а также затраты на проектирование, которые составляют $K_{ВВ.ПР} = 698573,14$ руб. Они учитывают только вложения применительно к заданной программе выпуска;

– полная себестоимость выполнения рассматриваемых операций по вариантам: $C_{\text{ПОЛН(БАЗ)}} = 284,9$ руб., $C_{\text{ПОЛН(ПР)}} = 240,08$ руб. Представленные значения не учитывают затраты, связанные материалами, т.к. согласно описанию, ни материал, ни метод получения заготовки не были изменены, поэтому не могут оказывать влияния по конечный результат.

Все вышеперечисленное, является достаточным материалом для проведения завершающего этапа – экономического обоснования. Согласно представленной ранее методике [27] выполним этот этап по следующему алгоритму:

$$P_{\text{Р.ОЖ}} = \mathcal{E}_{\text{УГ}} = (C_{\text{ПОЛН(БАЗ)}} - C_{\text{ПОЛН(ПР)}}) \cdot P_{\text{Г}} \text{ руб.} \quad (5.1)$$

$$P_{\text{Р.ОЖ}} = \mathcal{E}_{\text{УГ}} = (284,9 - 240,08) \cdot 6000 = 268920 \text{ руб.}$$

$$H_{\text{ПРИБ}} = P_{\text{Р.ОЖ}} \cdot K_{\text{НАЛ}} \text{ руб.} \quad (5.2)$$

$$H_{\text{ПРИБ}} = 268920 \cdot 0,2 = 53784 \text{ руб.}$$

$$P_{\text{Р.ЧИСТ}} = P_{\text{Р.ОЖ}} - H_{\text{ПРИБ}} \text{ руб.} \quad (5.3)$$

$$P_{\text{Р.ЧИСТ}} = 268920 - 53784 = 215136 \text{ руб.}$$

$$T_{\text{ОК.РАСЧ}} = \frac{K_{\text{ВВ.ПР}}}{P_{\text{Р.ЧИСТ}}} + 1, \text{ года} \quad (5.4)$$

$$T_{\text{ОК.РАСЧ}} = \frac{698573,14}{215136} + 1 = 4,247 = 5 \text{ лет}$$

$$D_{\text{ДИСК.ОБЩ}} = P_{\text{Р.ЧИСТ.ДИСК}}(T) = \sum_1^T P_{\text{Р.ЧИСТ}} \cdot \frac{1}{(1+E)^t}, \text{ руб.} \quad (5.5)$$

$$D_{\text{ДИСК.ОБЩ}} = P_{\text{Р.ЧИСТ.ДИСК}}(T) = 215136 \cdot \left(\frac{1}{(1+0,1)^1} + \frac{1}{(1+0,1)^2} + \frac{1}{(1+0,1)^3} + \frac{1}{(1+0,1)^4} + \frac{1}{(1+0,1)^5} \right) = 815365,44 \text{ руб.}$$

$$\mathcal{E}_{\text{ИНТ}} = \mathcal{ЧДД} = D_{\text{ОБЩ.ДИСК}} - K_{\text{ВВ.ПР}} \text{ руб.} \quad (5.6)$$

$$\mathcal{E}_{\text{ИНТ}} = \mathcal{ЧДД} = 815365,44 - 698573,14 = 116792,3 \text{ руб.}$$

$$\text{ИД} = \frac{D_{\text{ОБЩ.ДИСК}} \text{ руб.}}{K_{\text{ВВ.ПР}} \text{ руб.}} \quad (5.7)$$

$$\text{ИД} = \frac{815365,44}{698573,14} = 1,17 \text{ руб./руб.}$$

Расчеты доказали целесообразность предлагаемых изменений по операциям 030, 035, 040, 050, 055, 060, 065 и 070 технологического процесса изготовления детали «Шестерня конического редуктора». В результате чего предприятие имеет возможность получить дополнительную прибыль от снижения себестоимости на 15,73%, в размере 215136 руб., а также достичь экономического эффекта положительной величины – 116792,3 руб.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате выполнения выпускной квалификационной работы была выполнена поставленная цель. Для ее достижения выполнены следующие задачи.

На основе чертежа детали спроектирована заготовка. Разработан технологический процесс изготовления шестерни. Разработаны схемы базирования. Спроектировано приспособление для токарной операции. Спроектирован режущий инструмент для зубострогальной операции. Проанализирована безопасность и экологичность технического объекта. Эффективность внедрения предлагаемых технических решений подтверждена экономическим расчетом.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Горбацевич, А.Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: учебное пособие для вузов/ А.Ф. Горбацевич, В.А. Шкред. М: – ООО ИД «Альянс.», 2007 – 256 с.

2 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.

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

4 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.

5 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.

6 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.

7 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.

8 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.

9 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.

10 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.

11 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.

12 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.

13 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.

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

15 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.

16 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.

17 <http://metall.dukon.ru>

18 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.

19 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.

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

21 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.

22 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.

23 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.

24 Романенко, А.М. Режущий инструмент [Электронный ресурс] : учебное пособие. - Электрон. дан. - Кемерово : КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2012. - 103 с.

25 Справочник конструктора-инструментальщика / В. И. Баранчиков [и др.] ; под общ. ред. В. А. Гречишникова, С. В. Кирсанова. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Машиностроение, 2006. - 541 с.

26 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.

27 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.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Спецификации к сборочным чертежам

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Маршрутные карты

А	Цех	Уч	РМ	Опер	Код наименования операции	СМ	граф.	Р	УТ	КР	Обозначение документа					
											КОИД	ЕН	ОП	Конт	Титл	
Б	Код наименования оборудования															
А 19	XX XX XX	015	4120	Сверлильная												
Б 20	38121X	Сверлильный	Клиш	KSB	40	3	17335	12	1P	1	1	1	331	1	14	17
Т 21	396131	Тиски станочные с эксцентриковым захватом	391210	Сверло спиральное	ГОСТ 10902-77	Р18										
Т 22	393311	Штангенциркуль	ШЦ-Ш-400-0.1	ГОСТ 166-89												
23																
А 24	XX XX XX	020	4110	Токарная	ИОТ 687-98											
Б 25	381114	Токарно-винторезный	SAMAT	400XC	3	18217	12	1P	1	1	1	331	1	215	0,89	
Т 26	392190	Патрон 3-х кулачковый	ГОСТ 2675-63	392190	Резец проходной отогнутый правый											
Т 27	ГОСТ18886-73	Т5К10	393311	Штангенциркуль	ШЦ-Ш-400-0.1	ГОСТ 166-89										
28																
А 29	XX XX XX	025	4110	Токарная	ИОТ 687-98											
Б 30	381114	Токарно-винторезный	SAMAT	400XC	3	18217	12	1P	1	1	1	331	1	215	0,72	
Т 31	392190	Патрон 3-х кулачковый	ГОСТ 2675-63	392190	Резец проходной отогнутый правый											
Т 32	ГОСТ18886-73	Т5К10	393311	Штангенциркуль	ШЦ-Ш-400-0.1	ГОСТ 166-89										
33																
А 34	XX XX XX	030	4180	Протяжная												
Б 35	381751	Вертикально-протяжной	7Б64	3	17845	12	1P	1	1	1	331	1	9	1,95		
Т 36	396171	специальное приспособление	392350	Протяжка для шлицевых отверстий	ГОСТ25161-82											
Т 37	394630	диаметр	Б10М													
38																
А 39	XX XX XX	035	Зубонарезание													
Б 40	381313	Зубоотрагальный	5С276ПФ3	3	12287	12	1P	1	1	1	331	1	22	8,29		
Т 41	392190	Патрон 3-х кулачковый	ГОСТ 2675-63	381114	Резец зубоотрагальный	ГОСТ 5392-80										
МК																

А	Цех	Уч	РМ	Опер	Код наименования операции	Обозначение документа						
						граф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП
Б	Код наименования оборудования					СМ						
А 44	<i>393311 Прибор ШМ1 для контроля шагов</i>											
45												
А 46	<i>XX XX XX 040 Зубонарезание</i>											
Б 47	<i>381313 Зубоотрагальный 5С276ПФ3 3 12287 12 1Р 1 1 1 331 1 22 4,285</i>											
Т 48	<i>392190 Патрон 3-х кулачковый ГОСТ 2675-63; 381114 Резец зубоотрагальный ГОСТ 5392-80;</i>											
Т 49	<i>393311 Прибор ШМ1 для контроля любых шагов</i>											
50												
А 51	<i>045 Термическая</i>											
Б 52	<i>Закалка и отпуск всех поверхностей до твердости HRC 40±2</i>											
53												
А 54	<i>XX XX XX 050 Шлифовальная 4131</i>											
Б 55	<i>381313 Горцекрыло шлифовальный 3Т153Е 3 18873 12 1Р 1 1 1 331 1 11 0,905</i>											
Т 56	<i>396110 Патрон 3-х кулачковый ГОСТ 2675-80; 397130 Шлифовальный круг ПВД100×40×22 ГОСТ 3882-74</i>											
Т 57	<i>393410 микрометр 0,1</i>											
58												
А 59	<i>XX XX XX 055 Шлифовальная 4131</i>											
Б 60	<i>381313 Горцекрыло шлифовальный RSM 750 3 18873 12 1Р 1 1 1 331 1 11 0,905</i>											
Т 61	<i>396110 Патрон 3-х кулачковый ГОСТ 2675-80; 397130 Шлифовальный круг ПВД200×40×16</i>											
Т 62	<i>ГОСТ 3882-74; 393410 микрометр 0,1</i>											
63												
А 64	<i>XX XX XX 060 Внутршлифовальная 4132</i>											
Б 65	<i>381312 Внутршлифовальный RIG150 2 18873 12 1Р 1 1 1 331 1 7 0,913</i>											
Т 66	<i>396110 Патрон 3-х кулачковый ГОСТ 2675-80; 397130 Шлифовальный круг ПВД32×40×10 ГОСТ 3882-74</i>											
МК												

А	Цех	У4	РМ	Опер	Код наименования операции	Обозначение документа						
						СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН
Б	Код наименования оборудования											
А 69	XX XX XX 065 Шлифовальная 4131											
Б 70	381313 Торцевое шлифовальное RSM 750 3 18873 12 1P 1 1 331 1 11 09											
Т 71	396110 Патрон 3-х ккулачковый ГОСТ 2675-80; 397130 Шлифовальный круг ПВД100x40x22 ГОСТ 3882-74											
Т 72	393410 микрометр 0,1											
73												
А 74	XX XX XX 070 Шлифовальная 4131											
Б 75	381313 Торцевое шлифовальное RSM 750 3 18873 12 1P 1 1 331 1 11 0902											
Т 76	396110 Патрон 3-х ккулачковый ГОСТ 2675-80; 397130 Шлифовальный круг ПВД100x40x22 ГОСТ 3882-74											
Т 77	393410 микрометр 0,1											
78												
А 79	075 Моечная											
Б 80	Моечная машина											
81												
А 82	080 Контрольная											
83	Стол контрольный. Калибр ИЧ02 ГОСТ 577-75											
84												
85												
86												
87												
88												
89												
90												
91												
МК												

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Операционные карты

