

АННОТАЦИЯ

Технологический процесс изготовления шестерни редуктора RXP.
Кафедра: Оборудование и технологии машиностроительного производства.
ТГУ Тольятти, 2017 г.

Выпускная квалификационная работа направлена на улучшение базового технологического процесса.

В работе анализируются исходных данные, на основе чего ставятся задачи работы, определяется тип производства, производится выбор заготовки, проектирование маршрутно-операционной технологии на базе соответствующих расчетов. Для совершенствования лимитирующих операций проектируется станочное приспособление и режущий инструмент. При этом анализируются возникающие на производстве опасные и вредные факторы и предлагаются мероприятия по их устранению. Разработка технологического процесса сопровождается экономическим обоснованием принятых технических решений.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	6
1 Описание исходных данных.....	7
1.1 Описание служебного назначения и условий работы детали.....	7
1.2 Анализ технологичности детали.....	7
1.3 Систематизация поверхностей.....	8
1.4 Задачи работы.....	9
2 Технологическая часть работы.....	10
2.1 Определение типа и характеристик производства.....	10
2.2 Выбор метода получения заготовки.....	10
2.3 Выбор методов обработки поверхностей.....	12
2.4 Определение припусков и проектирование заготовки.....	14
2.5 Разработка технологического маршрута и плана изготовления.....	17
2.6 Выбор средств технологического оснащения.....	18
2.7 Проектирование технологических операций.....	27
3 Проектирование приспособления и режущего инструмента.....	31
3.1 Проектирование приспособления.....	31
3.2 Проектирование режущего инструмента.....	35
4 Безопасность и экологичность технического объекта.....	37
5 Экономическая эффективность работы.....	47
Заключение.....	51
Список использованных источников.....	52
Приложения.....	55

ВВЕДЕНИЕ

Технология изготовления редуктора RXP и деталей входящих в его состав определяет его эксплуатационные показатели. Использование современного технологического оборудования, оснастки и приспособлений позволяет обеспечить все необходимые эксплуатационные показатели, повышает производительность труда и снижает затраты на изготовление. Задача проектирования такого технологического процесса достаточно сложная, зависит от множества разнообразных факторов и имеет несколько разнообразных решений. В предлагаемой работе сделана попытка спроектировать соответствующий технологический процесс в условиях среднесерийного производства.

Исходя из вышесказанного цель данной заключается в разработке перспективного техпроцесса изготовления шестерни, обеспечивающего минимальные затраты на изготовление всей производственной программы при сохранении надлежащего качества выпускаемой продукции.

1 Описание исходных данных

1.1 Описание служебного назначения и условий работы детали

Рассматриваемая шестерня предназначена для передачи и изменение направления крутящего момента в редукторе. Деталь имеет ступенчатую конфигурацию как наружных, так и внутренних поверхностей. Имеются два зубчатых венца для передачи крутящего момента. Деталь устанавливается на валу по посадке с натягом, упирается в торец вала. Работает в закрытом корпусе в умеренно агрессивной среде.

1.2 Анализ технологичности детали

Технологичность анализируем используя методику [1].

Химический состав стали 25ХГТ ГОСТ 4543-71 0,18-0,21% углерода, 1-1,3% хрома, 0,8-1,1% марганца, 0,03-0,09% титана и другие элементы. Физические свойства: $\sigma_B = 690$ МПа. Такие характеристики необходимы для нормальной работы детали. Заготовку для изготовления шестерни получают в виде штамповок. Это обусловлено формой детали и ее материалом.

Анализ конструкции детали позволяет сделать следующие выводы о технологичности общей конфигурации детали. Деталь имеет достаточно простую конфигурацию – имеются ступени, убывающие по диаметру детали, что облегчает обработку с одного станка. Механическая обработка цилиндрических поверхностей не вызывает затруднений. Исходя из конструктивных параметров детали требуется применение в основном универсальной и унифицированной оснастки. В качестве технологических баз можно использовать наружные и внутренние цилиндрические поверхности, торцы.

На операциях механической обработки необходимо обработать все поверхности, что обусловлено их точностью и шероховатостью. Изменение этих характеристик поверхностей невозможно, т.к. они определяются условиями работы.

Из проведенного анализа можно сделать вывод о достаточной технологичности детали, т.е. изменения ее конструкции не требуется.

1.3 Систематизация поверхностей

При выполнении операций механической обработки наибольшее значение имеет обработка самых ответственных поверхностей, так как именно они отвечают за эксплуатационные показатели рассматриваемого редуктора. Для выявления таких поверхностей необходимо систематизировать их по служебному назначению [2]. Для этого необходимо каждой поверхности присвоить свой номер, соответствующий эскиз представлен на рисунке 1.1.

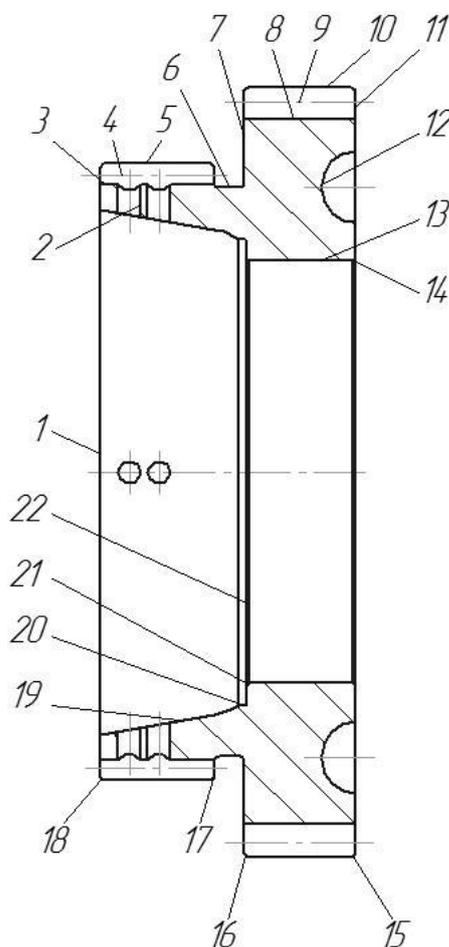


Рисунок 1.1 - Номера поверхностей

Получаем следующую классификацию поверхностей: к основным конструкторским базам относятся поверхности 13, 14; к вспомогательным конструкторским базам относится поверхность 22; к исполнительным

поверхностям относятся 4, 9; свободными поверхностями являются все оставшиеся.

1.4 Задачи работы

Анализ базового варианта технологического процесса изготовления детали позволяет сделать следующие выводы о задачах проектирования:

- произвести выбор метода получения заготовки и произвести ее проектирование на базе расчета припусков;
- разработать маршрутно-операционный технологический процесс на базе типового;
- определить такие средства технологического оснащения, которые будут соответствовать типу производства;
- спроектировать специальные приспособление и режущий инструмент для совершенствования лимитирующих операций;
- провести анализ безопасности и технологичности техпроцесса;
- определить экономический эффект от внедрения техпроцесса.

2 Технологическая часть работы

2.1 Определение типа и характеристик производства

Тип производства это одна из важнейших его характеристик, от которой зависят все характеристики производства и структура проектируемого технологического процесса. Существует несколько методик определения типа производства. В данных условиях наиболее эффективной является методика определения по массе и годовой программе выпуска детали. В соответствии с данными [1, 3] в данном случае производство соответствует среднесерийному типу.

Основываясь на типе производства, определяем его характеристики. Согласно данным [4] основные из них следующие:

- групповая форма организации техпроцесса;
- выпуск изделий повторяющимися партиями;
- табличный выбор методов обработки;
- назначение припусков на механическую обработку по нормативам;
- разработка маршрутно-операционного техпроцесса на базе типового;
- достижение точности методом работы на настроенном оборудовании;
- соблюдение основных принципов базирования;
- универсальные и стандартные средства технологического оснащения;
- размещение оборудования на участке по группам;
- высокая квалификация работников.

2.2 Выбора метода получения заготовки

Исходя из того, что шестерня изготавливается из стали 25ХГТ и, учитывая ее форму, для получения заготовки целесообразно применять открытые штампы или горизонтально-ковочную машину [5]. Произведем выбор оптимального варианта получения заготовки.

$$C_T = C_{ЗАГ} \cdot Q + C_{МЕХ} [Q - q] - C_{ОТХ} [Q - q] \quad (2.1)$$

где $C_{ЗАГ}$, $C_{МЕХ}$, $C_{ОТХ}$ - цена за кг заготовок, механическую обработку и стружку соответственно [6].

Для увеличения точности расчетов массы детали построим ее 3D модель в программе «Компас V16» (рисунок 2.1) и при помощи прикладного пакета определим массу изделия. Получим $q=6,4$ кг.



Рисунок 2.1 - 3D модель

Массу заготовки можно определить по формуле:

$$Q_i = q \cdot K_p \quad (2.2)$$

где K_p – коэффициент, который завит от характеристик заготовки.

$Q_1 = 6,4 \cdot 1,8 = 11,52$ кг – для штамповки в открытых штампах.

$Q_2 = 6,4 \cdot 1,7 = 10,88$ кг – для штамповки на горизонтально-ковочной машине.

Стоимость механической обработки:

$$C_{МЕХ} = C_c + E_H \cdot C_K \quad (2.3)$$

где C_c , C_K – текущие и капитальные затраты на стружку;
 E_H – коэффициент, учитывающий капитальные вложения.

$$C_{МЭХ1,2} = 4,95 + 0,1 \cdot 10,85 = 6,04 \text{ руб.}$$

Цена штампованной заготовки:

$$C_{ЗАГ} = C_{ШТ} \cdot h_T \cdot h_C \cdot h_B \cdot h_M \cdot h_{II} \quad (2.4)$$

где $C_{ШТ}$ - стоимость кг заготовки;

$h_T, h_M, h_C, h_B, h_{II}$ - коэффициенты, которые учитывают характеристики заготовки и производства.

$$C_{ЗАГ1,2} = 29,96 \cdot 1,05 \cdot 0,87 \cdot 1,29 \cdot 1,18 \cdot 1,0 = 41,66 \text{ руб.}$$

Получаем,

$$C_{T1} = 41,66 \cdot 11,52 + 6,04 \cdot \left(\frac{1,52 - 6,4}{-1,4} \right) \cdot \left(\frac{1,52 - 6,4}{-1,4} \right) = 503,68 \text{ руб.}$$

$$C_{T1} = 41,66 \cdot 10,88 + 6,04 \cdot \left(\frac{0,88 - 6,4}{-1,4} \right) \cdot \left(\frac{0,88 - 6,4}{-1,4} \right) = 474,05 \text{ руб.}$$

Минимальное значение C_T получено для заготовки на ГКМ.

2.3 Выбор методов обработки поверхностей

Решение данной задачи возможно, основываясь на заданных параметрах точности поверхностей их шероховатости, твердости и возможных методов обработки, реализуемых на современном технологическом оборудовании. Чаще всего имеется несколько вариантов решений, поэтому всегда требуется проведение тщательного анализа производственной ситуации. Решение этой задачи произведем согласно рекомендациям [7]. Полученные данные приведены в таблице 2.1.

Таблица 2.1 - Методы обработки поверхностей

№	Тип	<i>IT</i>	<i>Ra</i>	Маршрут
1, 22	плоскость	12	12,5	черновое точение-чистовое точение- термообработка
2	цилиндр	12	12,5	сверление- термообработка
3	цилиндр	13	12,5	долбление- термообработка
4	эвольвента	9	2,5	зубодолбление-шевенгование-термообработка
5	цилиндр	12	12,5	черновое точение- термообработка
6	цилиндр	12	12,5	черновое точение- термообработка
7	плоскость	12	12,5	черновое точение- термообработка
8	цилиндр	12	12,5	черновое фрезерование-термообработка
9	эвольвента	9	2,5	зубофрезерование-шевенгование- термообработка
10	плоскость	12	12,5	черновое точение- термообработка
11	плоскость	12	2,5	черновое точение-чистовое точение- термообработка–черновое шлифование
12	цилиндр	12	12,5	черновое точение- термообработка
13	цилиндр	7	1,25	черновое точение-чистовое точение- термообработка–черновое шлифование- чистовое шлифование
14	конус	12	12,5	чистовое точение-термообработка
15	конус	12	12,5	чистовое точение-термообработка
16	конус	12	12,5	чистовое точение-термообработка
17	конус	12	12,5	чистовое точение-термообработка
18	конус	12	12,5	чистовое точение-термообработка
19	конус	12	12,5	черновое точение- термообработка
20	цилиндр	12	12,5	черновое точение- термообработка
21	конус	12	12,5	чистовое точение-термообработка

2.4 Определение припусков и проектирование заготовки

Исходя из типа производства, припуски на обработку точных поверхностей определяются при помощи расчетно-аналитического метода, на поверхности, имеющие второстепенное значение рекомендуется применять нормативные методы. Поэтому для самой точной поверхности $\varnothing 115H7(+0,035)$ расчет припуска ведем по методике [8].

Минимальный припуск:

$$Z_{i\min} = a_{i-1} + \sqrt{\Delta_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2} \quad (2.5)$$

$$Z_{1\min} = a_0 + \sqrt{\Delta_0^2 + \varepsilon_1^2} = 0,3 + \sqrt{0,8^2 + 0,025^2} = 1,1$$

$$Z_{2\min} = a_1 + \sqrt{\Delta_1^2 + \varepsilon_2^2} = 0,2 + \sqrt{0,088^2 + 0,025^2} = 0,291$$

$$Z_{3\min} = a_{TO} + \sqrt{\Delta_{TO}^2 + \varepsilon_3^2} = 0,25 + \sqrt{0,045^2 + 0,02^2} = 0,394$$

$$Z_{4\min} = a_3 + \sqrt{\Delta_3^2 + \varepsilon_4^2} = 0,09 + \sqrt{0,010^2 + 0,02^2} = 0,112$$

Максимальное значение припуска определяем по формуле:

$$Z_{i\max} = Z_{i\min} + 0,5 \cdot (\overline{TD_{i-1}} + \overline{TD_i}) \quad (2.6)$$

$$Z_{1\max} = Z_{1\min} + 0,5 \cdot (\overline{TD_0} + \overline{TD_1}) = 1,1 + 0,5 \cdot (0,2 + 0,35) = 2,875$$

$$Z_{2\max} = Z_{2\min} + 0,5 \cdot (\overline{TD_1} + \overline{TD_2}) = 0,291 + 0,5 \cdot (0,35 + 0,14) = 0,536$$

$$Z_{3\max} = Z_{3\min} + 0,5 \cdot (\overline{TD_{TO}} + \overline{TD_3}) = 0,394 + 0,5 \cdot (0,18 + 0,054) = 0,511$$

$$Z_{4\max} = Z_{4\min} + 0,5 \cdot (\overline{TD_3} + \overline{TD_4}) = 0,112 + 0,5 \cdot (0,054 + 0,035) = 0,157$$

Средний припуск:

$$Z_{cpi} = \frac{Z_{i\max} + Z_{i\min}}{2} \quad (2.7)$$

$$\begin{aligned}
Z_{cp1} &= \sqrt{Z_{1max} + Z_{1min}} \cdot 2 = \sqrt{1 + 2,875} \cdot 2 = 1,988 \\
Z_{cp2} &= \sqrt{Z_{2max} + Z_{2min}} \cdot 2 = \sqrt{0,291 + 0,536} \cdot 2 = 0,414 \\
Z_{cp3} &= \sqrt{Z_{3max} + Z_{3min}} \cdot 2 = \sqrt{0,394 + 0,511} \cdot 2 = 0,453 \\
Z_{cp4} &= \sqrt{Z_{4max} + Z_{4min}} \cdot 2 = \sqrt{0,112 + 0,157} \cdot 2 = 0,135
\end{aligned}$$

Минимальный и максимальный диаметры:

$$D_{(i-1)min} = D_{imin} + 2 \cdot Z_{imin} \quad (2.8)$$

$$D_{(i-1)max} = D_{(i-1)min} - TD_{i-1} \quad (2.9)$$

Диаметр при термообработке:

$$D_{(TO-1)min} = D_{(i-1)min} \cdot 0,999 \quad (2.10)$$

$$\begin{aligned}
D_{4min} &= 115,000 \\
D_{4max} &= 115,035 \\
D_{3max} &= D_{4max} - 2 \cdot Z_{4min} = 115,035 - 2 \cdot 0,112 = 114,811 \\
D_{3min} &= D_{3max} - TD_3 = 114,811 - 0,054 = 114,757 \\
D_{TOmax} &= D_{3max} - 2 \cdot Z_{3min} = 114,811 - 2 \cdot 0,394 = 114,023 \\
D_{TOmin} &= D_{TOmax} - TD_{TO} = 114,023 - 0,18 = 113,843 \\
D_{2max} &= D_{TOmax} \cdot 0,999 = 113,843 \cdot 0,999 = 113,729 \\
D_{2min} &= D_{2max} - TD_2 = 113,729 - 0,14 = 113,589 \\
D_{1max} &= D_{2max} - 2 \cdot Z_{2min} = 113,729 - 2 \cdot 0,291 = 113,147 \\
D_{1min} &= D_{1max} - TD_1 = 113,147 - 0,35 = 112,797 \\
D_{0max} &= D_{1max} - 2 \cdot Z_{1min} = 113,147 - 2 \cdot 1,1 = 110,947 \\
D_{0min} &= D_{0max} - TD_0 = 110,947 - 3,2 = 107,747
\end{aligned}$$

Среднее значение диаметров:

$$D_{icc} = \sqrt{D_{imax} + D_{imin}} \cdot 2 \quad (2.11)$$

$$D_{cp0} = \sqrt{D_{0max} + D_{0min}} = \sqrt{10,947 + 107,747} = 109,347$$

$$D_{cp1} = \sqrt{D_{1max} + D_{1min}} = \sqrt{13,147 + 112,797} = 112,972$$

$$D_{cp2} = \sqrt{D_{2max} + D_{2min}} = \sqrt{13,729 + 113,147} = 113,438$$

$$D_{cpTO} = \sqrt{D_{TOmax} + D_{TOmin}} = \sqrt{14,023 + 113,729} = 113,876$$

$$D_{cp3} = \sqrt{D_{3max} + D_{3min}} = \sqrt{14,811 + 114,023} = 114,417$$

$$D_{cp4} = \sqrt{D_{4max} + D_{4min}} = \sqrt{15,035 + 115,000} = 115,0175$$

Общие припуски:

$$2Z_{min} = D_{4min} - D_{0max} \quad (2.12)$$

$$2Z_{max} = 2Z_{min} + TD_0 + TD_4 \quad (2.13)$$

$$2Z_{cp} = \sqrt{2Z_{min} + 2Z_{max}} \quad (2.14)$$

$$2Z_{min} = 115,000 - 110,947 = 4,053$$

$$2Z_{max} = 4,053 + 3,2 + 0,035 = 7,288$$

$$2Z_{cp} = 0,5 \cdot \sqrt{4,053 + 7,288} = 5,671$$

Остальные припуски на обработку определяем нормативам [9, 10].

Для этого, сначала по соответствующим таблицам определяем минимальный припуск, а затем рассчитываем максимальный:

$$Z_{imax} = Z_{imin} + 0,5 \cdot \sqrt{d_{i-1} + Td_i} \quad (2.15)$$

В таблице 2.2 представлены результаты.

Таблица 2.2 - Припуски на обработку

поверхность	№ перехода	Z_{\min}	Z_{\max}	Z_{cp}
1	1	2,2	3,75	2,975
	1	1,0	1,21	1,105
4	1	0,6	0,684	0,642
5	1	1,4	3,325	2,363
7	1	2,2	4,23	3,215
9	1	0,8	0,94	0,87
10	1	1,4	3,43	2,415
11	1	2,2	3,75	2,975
	2	1,0	1,21	1,105
	3	0,5	0,62	0,56
19	1	1,1	2,9	2,0
20	1	1,0	2,8	1,9
22	1	2,2	3,555	2,878
	2	1,0	1,147	1,074
	3	0,5	0,584	0,542

Далее проектируем заготовку исходя из значений полученных припусков, а также рекомендаций и данных [11, 12].

2.5 Разработка технологического маршрута и плана изготовления

Разработка технологического маршрута обработки проводится исходя из характеристик производства на базе типового маршрута.

Типовые технологические маршруты изготовления шестерни представлены в [3, 7]. Проведя анализ известных маршрутов, и учитывая конструктивные особенности рассматриваемой детали, разработаем ее маршрут обработки.

Таблица 2.3 - Технологический маршрут

№	№ опер.	Обрабатываемые поверхности
1	005	1, 5, 6, 7, 19, 20, 22
2	010	10, 11, 12, 13
3	015	1, 16, 17, 18, 21, 22
4	020	11, 13, 14, 15
5	025	8, 9
6	030	3, 4
7	035	2
8	040	
9	045	9
10	050	4
11	055	все
12	060	11
13	065	13
14	070	13
15	075	все
16	080	все

План изготовления формируется на основании полученных маршрутов по рекомендациям [13].

2.6 Выбор средств технологического оснащения

Данный этап является одним из определяющих при проектировании технологического процесса, т.к. именно на нем во многом определяется экономическая эффективность техпроцесса. Выбор типов и моделей средств технологического оснащения будем производить по соответствующим справочным данным и каталогам [14, 15, 16, 17, 18, 19]. Результаты выбора представлены в таблицах 2.4-2.7.

Таблица 2.4 - Технологическое оборудование

Опера ция	Наименование	Содержание	Поверхности	<i>IT</i>	Оборудование
1	2	3	4	5	6
005	Токарная	Точение	1, 5, 6, 7, 19, 20, 22	12	Токарно- винторезный 16К20Ф3
010	Токарная	Точение	10, 11, 12, 13	12	Токарно- винторезный 16К20Ф3
015	Токарная	Точение	1, 16, 17, 18, 21, 22	10	Токарно- винторезный 16К20Ф3
020	Токарная	Точение	11, 13, 14, 15	10	Токарно- винторезный 16К20Ф3
025	Зубофрезерная	Зубофрезерование	8, 9	10 ст.т.	Зубофрезерный 5А32

Продолжение таблицы 2.4

1	2	3	4	5	6
030	Зубодолбежная	Зубодолбление	3, 4	10 ст.т.	Зубодолбежный 5140
035	Сверлильная	Сверление	2	12	Вертикально- сверлильный с ЧПУ 2Н125Ф2
040	Слесарная				
045	Шевинговальная	Шевингование	9	8ст.т.	Зубошевинговальн ый 5715
050	Шевинговальная	Шевингование	4	8ст.т.	Зубошевинговальн ый 5715
055	Термическая	ТО	Все		
060	Плоскошлифовальн ая	Шлифование торца	11	8	Круглошлифоваль ный 3А161
065	Внутришлифовальн ая	Шлифование отверстия, торца	13	8	Внутришлифоваль ный 3К228Б
070	Внутри	Шлифование отверстия	7	6	Внутришлифо

Продолжение таблицы 2.4

1	2	3	4	5	6
	шлифовальная				вальный 3К228Б
075	Контрольная				
080	Моечная				

Таблица 2.5 - Станочные приспособления

Оп.	Наименование	Содержание	Установочные элементы	Зажимные элементы	Наименование приспособления
1	2	3	4	5	6
005	Токарная	Точение	Торец кулачков	Кулачки	Патрон трехкулачковый ГОСТ2675-80
010	Токарная	Точение	Торец кулачков	Кулачки	Патрон трехкулачковый ГОСТ2675-80
015	Токарная	Точение	Торец кулачков	Кулачки	Патрон трехкулачковый

Продолжение таблицы 2.5

1	2	3	4	5	6
					ГОСТ2675-80
020	Токарная	Точение	Торец кулачков	Кулачки	Патрон трехкулачковый ГОСТ2675-80
025	Зубофрезерная	Зубофрезерование	Торец цанги	Лепестки цанги	Оправка цанговая специальная
030	Зубодолбежная	Зубодолбление	Торец цанги	Лепестки цанги	Оправка цанговая специальная
035	Сверлильная	Сверление	Торец кулачков	Кулачки	Универсальная делительная головка УДГ-160 ГОСТ 8615-89
040	Слесарная				
045	Шевинговальная	Шевингование	Торец цанги	Лепестки цанги	Оправка цанговая специальная
050	Шевинговальная	Шевингование	Торец цанги	Лепестки цанги	Оправка цанговая

Продолжение таблицы 2.5

1	2	3	4	5	6
					специальная
055	Термическая	ТО			
060	Плоскошлифовальная	Шлифование торца	Плита магнитная	Плита магнитная	Плита магнитная ГОСТ 17519-81
065	Внутришлифовальная	Шлифование отверстия, торца	Установочные штыри ГОСТ4743-83	Кулачки мембраны	Патрон мембранный ГОСТ16157-70
070	Внутришлифовальная	Шлифование отверстия	Установочные штыри ГОСТ4743-83	Кулачки мембраны	Патрон мембранный ГОСТ16157-70
075	Моечная				
080	Контрольная				

Таблица 2.6 - Режущий инструмент

Опера ция	Наименование	Содержание	Материал режущей части	Наименование инструмента
1	2	3	4	5
005	Токарная	Точение	T5K10	Резец T5K10 ГОСТ18879-73, Резец, T5K10 специальный, Резец T5K10 ГОСТ18879-73
010	Токарная	Точение	T5K10	Резец T5K10 ГОСТ18879-73, Резец T5K10 специальный, Резец T5K10 ГОСТ18879-73
015	Токарная	Точение	T30K4	Резец T30K4 ГОСТ18879-73, Резец T30K4 специальный
020	Токарная	Точение	T30K4	Резец T30K4 ГОСТ18879-73, Резец T30K4 специальный
025	Зубофрезерная	Зубофрезерова ние	P6M5	Фреза червячная Ø140 P6M5 ГОСТ9324-80
030	Зубодолбежная	Зубодолбление	P6M5	Долбяк зуборезный Ø100 P6M5 ГОСТ9323-80
035	Сверлильная	Сверление	P6M5	Сверло Ø6 ГОСТ4010-77
040	Слесарная			
045	Шевинговальная	Шевингование	P6M5	Шевер P6M5 ГОСТ8570-80
050	Шевинговальная	Шевингование	P6M5	Шевер P6M5 ГОСТ8570-80
055	Термическая	ТО		

Продолжение таблицы 2.6

1	2	3	4	5
060	Плоскошлифовальная	Шлифование торца	Электрокорунд	Круг 1 – 500x40x127 23A46K5V ГОСТ52781-2007
065	Внутришлифовальная	Шлифование отверстия, торца	Электрокорунд	Круг 1-32x40x10 23A46N8V 30м/с1А ГОСТ52781-2007 Круг 5-100x22x40 24A60K8V30м/с1А ГОСТ52781-2007
070	Внутришлифовальная	Шлифование отверстия	Электрокорунд	Круг 1-32x40x10 24A60M5V 30м/с1А ГОСТ52781-2007

Таблица 2.7 - Средства контроля

Операция	Размер для контроля	IT	Контрольные приспособления
005	Ø168, Ø155, Ø132, Ø127, L=69, L=30, L=8	12	Штангенциркуль ГОСТ166-89, нутромер ГОСТ10-88
010	Ø210, Ø175, Ø136, Ø115, L=69, R=9	12	Штангенциркуль ГОСТ166-89, нутромер ГОСТ10-88
015	L=69, L=38, L=30, L=1x45	10	Штангенциркуль ГОСТ166-89, шаблон
020	Ø115, L=69, L=1x45	10	Штангенциркуль ГОСТ166-89, нутромер ГОСТ10-88, шаблон
025	Ø200	10 ст.т.	Шаблон
030	Ø161	10 ст.т.	Шаблон
035	Ø6	12	Нутромер ГОСТ10-88
045	Ø57	8 ст.т.	Шаблон
050	Ø200	8 ст.т.	Шаблон
060	L=69	10	Скоба ГОСТ11098-75
065	Ø115, L=29	8	Нутромер ГОСТ10-88
070	Ø115	7	Нутромер ГОСТ10-88

2.7 Проектирование технологических операций

Спроектируем технологические операции, позволяющие обеспечить заданное качество обработки при минимальных затратах.

Основным направлением при проектировании технологических операций является определение режимов резания. От правильности их назначения зависит не только качество обработки, но и временные показатели проектируемого техпроцесса. Неверно рассчитанные режимы резания приведут

к потерям времени и увеличению стоимости механической обработки. При разработке операций будем учитывать рекомендации и справочные данные [8]. Ниже приведена основная методика проектирования согласно этим данным.

Скорость резания определяется:

$$V = \frac{C_v \cdot K_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y}, \quad (2.16)$$

где C_v , K_v , m , x , y - зависят от материала заготовки и инструмента, состояния поверхностей;

T – инструментальная стойкость;

t - глубина резания;

S - подача.

Частота определяется:

$$n = \frac{1000V}{\pi \cdot d} \quad (2.17)$$

где d – диаметр обработки.

Фактическая скорость:

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} \quad (2.18)$$

Сила:

$$P_z = 10C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p, \quad (2.19)$$

где C_p , K_p , n , x , y - учитывают реальные условия обработки.

Мощность резания:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} \quad (2.20)$$

Скорость вращения заготовки при шлифовании:

$$V_3 = \frac{C_v \cdot d^{0.5}}{T^{0.6} \cdot t^{0.9} \cdot \beta^{0.9}}, \quad (2.21)$$

где C_v – коэффициент;

T – период стойкости шлифовального круга;

β – коэффициент подачи.

Скорость круга:

$$V_k = \frac{\pi \cdot D_k \cdot n_k}{1000 \cdot 60}, \quad (2.22)$$

где D_k – диаметр шлифовального круга;

n_k – частота вращения шпинделя по паспорту станка.

Мощность резания при шлифовании:

$$N = C_N \cdot V_s^{0.5} \cdot t^{0.4} \cdot S_{\text{прод}}^{0.4} \cdot D^{0.5} \quad (2.23)$$

Штучно-калькуляционное время:

$$T_{\text{шт.к.}} = T_{\text{шт}} + \frac{T_{n-3}}{n_3} \quad (2.24)$$

Результаты расчета режимов резания указаны в таблице 2.9.

Таблица 2.8 - Режимы резания

№ операции	№ перехода	S_o	V	n	L_{PX}	T_o
005	1	0,7	165	250	76	0,44
	2	0,46	170	380	8	0,05
	3	0,18	187	380	55	0,81
010	1	0,7	165	250	80	0,46
	2	0,46	167	450	48	0,23
015	1	0,24	242	450	16	0,15
	2	0,2	257	630	8	0,06
020	1	0,24	249	380	50	0,55
	2	0,2	265	720	32	0,22
025	1	2,5	30	45	34	0,72
030	1	0,3	25	250	36	1,06
035	1	0,16	14	750	92	0,77
045	1	120	12	260	32	1,12
050	1	120	12	260	34	0,92
060	1	20	30	-	1260	3,2
065	1	0,009	26	300	31	1,25
	2	0,0017	30	300	15	1,04
070	1	0,003	30	300	31	2,72

Полученные данные используем для заполнения технологической документации (приложения Б, В).

3. Проектирование приспособления и режущего инструмента

3.1 Проектирование приспособления

Проектирование станочного приспособления будем производить на зубодолбежную операцию. Эскиз операции представлен на рисунке 3.1. Основной недостаток данной операции заключается в отсутствии механизированного зажимного приспособления, способного надежно закрепить заготовку на операции и при этом реализовать теоретическую схему базирования. При проектировании приспособления следует учитывать, что оснастка должна быть максимально простой по своей конструкции, желательно состоять из стандартных и унифицированных деталей, быть максимально дешевой и отвечать требованиям ремонтпригодности.

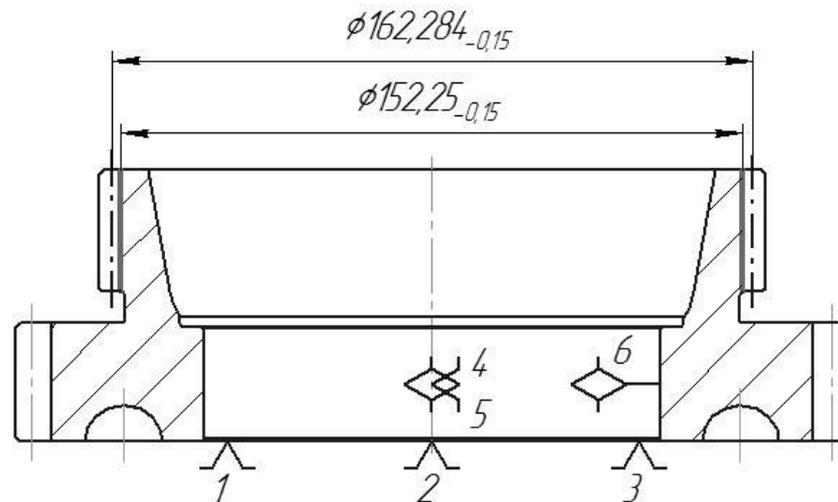


Рисунок 3.1 – Эскиз операции

Расчет произведем по методике и справочным материалам [23, 24, 25].

Составляющая силы резания:

$$P_Z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p \quad (3.1)$$

где C_p , x , y , n , K_p – коэффициенты и показатели, которые учитывают реальные условия обработки

$$K_p = K_{MP} K_{\varphi P} K_{\gamma P} \quad (3.2)$$

Получим:

$$K_p = 0,97 \cdot 1,08 \cdot 1,0 = 1,05$$

$$P_z = 10 \cdot 200 \cdot 7,875^1 \cdot 0,3^{0,75} \cdot 25^0 \cdot 1,05 = 6703 \text{ Н.}$$

Момент от силы зажима:

$$M_{3pz} = \frac{2T_1 \cdot d_3}{2} = \frac{2W'f \cdot d_3}{2} \quad (3.3)$$

где T_1 – сила, препятствующая провороту заготовки от силы P_z ;

W' - сила зажима;

f – радиальный зазор между цангой и заготовкой;

d_3 – занимаемый диаметр заготовки.

Из условия равновесия усилие зажима равно:

$$W' = \frac{KP_z \cdot d_o}{2fd_3} \quad (3.4)$$

$$W' = \frac{2,5 \cdot 6703 \cdot 168}{2 \cdot 0,2 \cdot 115} = 61201 \text{ Н.}$$

Определяем усилие силового привода:

$$Q = Q_1 + Q_2 \quad (3.5)$$

где Q_1 – сила сжатия лепестков.

$$Q_1 = R \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \varphi) \quad (3.6)$$

где R – сила, которая сжимает лепестки:

$$R = \frac{3E \cdot J \cdot f_z}{l_3} \quad (3.7)$$

$$J = \frac{d_{ц0}^3 \cdot h}{8} \left(\alpha_1 + \sin \alpha \cdot \cos \alpha_{11} - \frac{2 \sin^2 \alpha_1}{\alpha_1} \right) \quad (3.8)$$

где Z - число лепестков цанги;

$d_{ц0}$ - наружный диаметр поверхности лепестка;

h - толщина лепестка;

α_1 - угол цанги;

$l_3=17$

$$J = \frac{53^3 \cdot 3}{8} \left(0,26 + \sin 15 \cdot \cos 15 - \frac{2 \sin^2 15}{0,26} \right) = 1,8$$

$$R = \frac{3 \cdot 2,1 \cdot 10^5 \cdot 1,8 \cdot 0,2 \cdot 3}{17} = 33437 \text{ Н.}$$

$$Q_1 = 33437 \cdot \operatorname{tg} (5 + 6,59) = 13232 \text{ Н.}$$

Q_2 – сила, необходимая для создания усилия зажима заготовки:

$$Q_2 = W \cdot \operatorname{tg} (\alpha + \varphi) \quad (3.9)$$

$$Q_2 = 61201 \cdot \operatorname{tg} (5 + 6,59) = 24219 \text{ Н.}$$

$$Q = 13232 + 24219 = 37451 \text{ Н.}$$

Исходное усилие Q создается мембранным пневмоцилиндром. Исходя из рекомендаций [25] принимаем мембранный пневмоцилиндр с резиновой мембраной $d=200$ мм, развивающий усилие 40000Н.

На рисунке 3.2 представлена схема для расчета погрешностей элементов приспособления. Исходя из нее:

$$\varepsilon_y = \frac{\omega \cdot A_\Delta}{2} = \frac{1}{2} \sqrt{\Delta_1^2 + \Delta_2^2 + \Delta_3^2} \quad (3.10)$$

где $\Delta_1, \Delta_2, \Delta_3$ - колебания зазоров в сопряжениях.

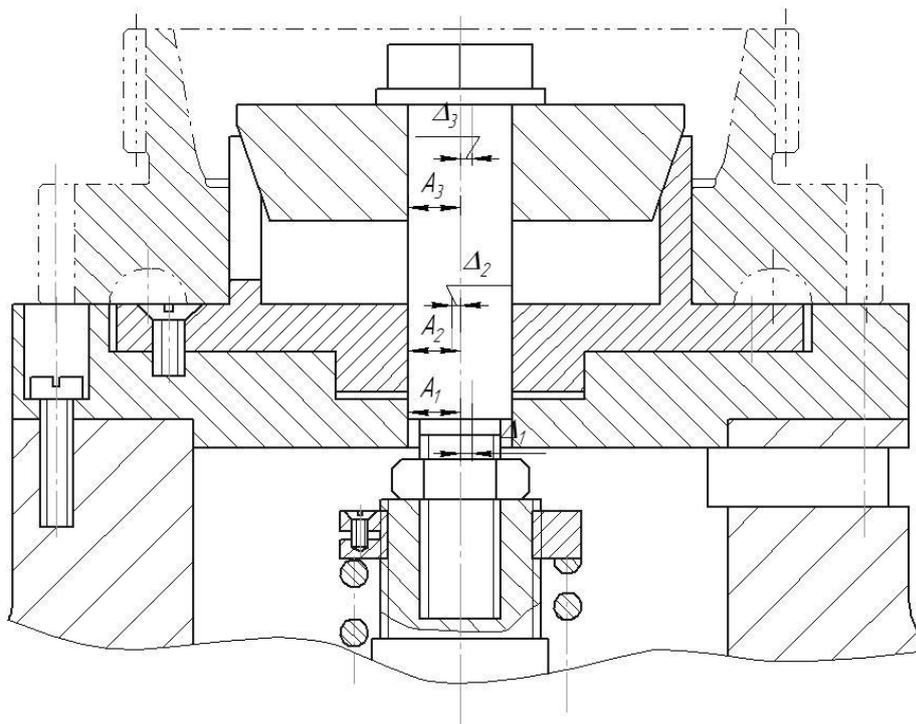


Рисунок 3.2 - Схема для расчета погрешностей

$$\varepsilon_y = \frac{1}{2} \sqrt{(0,05^2 + 0,045^2 + 0,016^2)} = 0,024 \text{ мм.}$$

Допускаемая погрешность приспособления составляет

$$\varepsilon_y^{don} = 0,3Td = 0,3 \cdot 0,15 = 0,045 \text{ мм.}$$

Условие $\varepsilon_y \leq \varepsilon_y^{don}$ выполняется. Оправка удовлетворяет заданной точности.

Данное приспособление состоит из цанги 10, которая жестко крепится к крышке 9. Для зажима цанги служит втулка 11 установленная на тягу 12, которая через шток 3 связана с мембранным пневмоцилиндром. Крышка и зажимной механизм монтируются в корпусе 1. Внутри мембранного пневмоцилиндра располагаются поршень 4 с резиновой мембраной 14. Для подачи воздуха к мембранному пневмоцилиндру проведено отверстие. Мембранный пневмоцилиндр устанавливается на опорную плиту 5.

Приспособление работает следующим образом. После установки заготовки в разжатую цангу включается подача воздуха в полость мембранного пневмоцилиндра. Поршень, передвигаясь вниз через тягу и втулку, раздвигает лепестки цанги, происходит центрирование и закрепление заготовки. Если

подача воздуха отключена мембрана возвращается в исходное положение, передвигая поршень, шток, тягу и втулку в исходное положение, при этом лепестки цанги под действием силы упругости сходятся к центру, заготовка раскрепляется.

3.2 Проектирование режущего инструмента

Основная проблема при обработке стали 25ХГТ заключается в образовании сливной стружки. Данный вид стружки не только нежелателен с точки зрения безопасности выполнения операций, но и существенно увеличивает время на обработку, т.к. требует дополнительного времени на устранение стружки с оснастки и инструмента.

Решим данную проблему для перехода растачивания отверстия на токарной операции. На данной операции в качестве режущего элемента используется твердосплавная трехгранная пластина Т5К10. Поэтому расчет будем производить по соответствующей методике [26].

Для обеспечения заданных параметров качества обработки примем главный угол в плане $\varphi = 91^\circ$. Исходя из этого, определяем все остальные геометрические параметры режущей кромки резца и отображаем их на его рабочем чертеже.

Для определения размеров резца необходимо определить сечение срезаемого слоя, которое в данном случае равно $F = t \cdot S = 2,9 \cdot 0,46 = 1,34 \text{ мм}^2$. Данному сечению соответствует резец с рабочей высотой 25 мм, диаметром державки 32 мм и длиной 170 мм. Все оставшиеся размеры определяем путем прочерчивания их на рабочем чертеже

Крепление режущей пластины к державке осуществляем через винт, поэтому необходимо рассчитать минимально допустимый диаметр данного винта. Это можно сделать по формуле:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_1}{\pi \cdot \sigma_0}} \quad (3.11)$$

$$P_{z\max} = 0,7 \cdot Q_1; \quad Q_1 = \frac{P_{z\max}}{0,7} = \frac{3563}{0,7} = 5090 \text{ Н.}$$

Получаем:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_1}{\pi \cdot \sigma_\delta}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 5090}{3,14 \cdot 690}} = 3,1 \text{ мм.}$$

Для решения проблемы связанной с дроблением стружки на режущей пластине выполним деформирующий уступ, геометрические параметры которого приняты по данным [21] и представлены на рабочем чертеже резца.

4 Безопасность и экологичность технического объекта

4.1 Паспорт технического объекта

Таблица 4.1 - Паспорт технического объекта

№ п/п	Технический и/или технологический процесс	Операция технологического процесса и/или вид предлагаемых работ	Должность работающего, который будет выполнять предлагаемый технологический процесс и/или операцию	Технологическое оборудование и/или техническое приспособление, устройство	Используемые материалы и/или вещества
1	Точение	Токарная операция	Оператор станков с числовым управлением	Токарно-винторезный 16К20Ф3 с системой программного управления	Сталь 25ХГТ, смазочно-охлаждающая жидкость
2	Нарезание зубьев	Долбежная операция	Зуборезчик	Зубодолбежный 5140	Сталь 25ХГТ, смазочно-охлаждающая жидкость

4.2 Идентификация профессиональных рисков

Таблица 4.2 – Риски в профессиональной деятельности

Производственная операция, технологическая операция и/или эксплуатационная операция, технологическая операция; вид предлагаемых работ	Производственный вредный и/или опасный фактор	Источник вредного производственного фактора и/или опасного производственного фактора
1	2	3
Токарная	Высокая температура поверхности оборудования и материалов, движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки; высокий уровень шума	Заготовка детали, металлорежущий инструмент, токарно-винторезный 16К20Ф3 с системой программного управления
Долбежная	Высокая температура поверхности оборудования и материалов,	Заготовка детали, металлорежущий инструмент, Зубодолбежный 5140

Продолжение таблицы 4.2

1	2	3
	движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки; высокий уровень шума	

4.3 Средства обеспечения снижения профессиональных рисков

Таблица 4.3 – Мероприятия направленные на снижение уровня опасных и вредных производственных факторов

№ п/п	Вредный производственный фактор и/или опасный производственный фактор	Технические средства защиты, организационно-технические методы частичного снижения, полного устранения вредного производственного фактора и/или опасного производственного фактора	СИЗ работающего
1	2	3	4
1	Повышенная температура поверхностей	Регламентированная процедура по	Краги брезентовые с

Продолжение таблицы 4.3

1	2	3	4
	оборудования, материалов	обучению по охране труда	двойным наладонником, перчатки
2	Движущиеся машины и механизмы	Регламентированная процедура по обучению по охране труда	Очки защитные «Эталон»
3	Подвижные части производственного оборудования	Регламентированная процедура по обучению по охране труда	Очки защитные «Эталон»
4	Высокий шум на рабочем месте	Антишумовая обработка участка обработки	Наушники «Кедр»

4.4 Пожарная и техногенная безопасность технического объекта

Таблица 4.4 – Определение характеристик пожара

№ п/п	Производственный участок и/или производственное подразделение	Используемое оборудование	Номер пожара	Опасные факторы при пожаре	Сопутствующие проявляющиеся факторы при пожаре
1	2	3	4	5	6
1	Участок механической обработки	Токарно-винторезный 16К20Ф3 с системой программного управления, Зубодолбежный 5140	Пожары категории В, воспламенение и горение веществ в жидком состоянии и твердых веществ способных плавиться	Неисправность электропроводки; пламя и искры; возгорание промасленной ветоши	Попадание высокого напряжения на токопроводящие части технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества

Таблица 4.5 – Выбор средства пожаротушения

Средства первичного пожаротушения	Средства мобильного пожаротушения	Установки стационарного пожаротушения и/или пожаротушащие системы	Средства автоматической пожаротушения	Оборудование для пожаротушения	СИЗ для людей	Инструмент для пожаротушения (механизированный и немеханизированный)	Сигнализация, связь и оповещение при пожаре
Огнетушители, ящики с песком, пожарные краны	Пожарные автомобили и пожарные лестницы	Системы пенного пожаротушения	Технические средства оповещения и управления эвакуацией, приборы приемно-контрольные	Разветвления для рукавов, рукава пожарные высокого давления	Респираторы, пожарные веревки и карабины противодымные	Лопаты, багры, ломы, топоры	Автоматические извещатели

Таблица 4.6 – Средства обеспечения пожарной безопасности

Название техпроцесса, применяемого оборудования, которое входит в состав технического объекта	Вид предлагаемых к реализации организационных и/или организационно-технических мероприятий	Нормативные требования по обеспечению пожарной безопасности, а также реализуемые эффекты
Точение	Хранение ветоши в негоряемых ящиках; Применение плавких предохранителей или автоматов в электроустановках станков	Использование пожарной сигнализации и пожарных извещателей, противопожарные инструктажи в соответствии с графиком, обеспечение средствами пожаротушения, обеспечение безопасности проведения огневых работ
Нарезание зубьев	Хранение ветоши в негоряемых ящиках; Применение плавких предохранителей или автоматов в электроустановках станков	Использование пожарной сигнализации и пожарных извещателей, противопожарные инструктажи в соответствии с графиком, обеспечение средствами пожаротушения, обеспечение безопасности проведения огневых работ

4.5 Определение экологически опасных факторов объекта

Таблица 4.7 – Определение экологически опасных факторов объекта

Название технического объекта и/или производствен ного техпроцесса	Структурные элементы технического объекта и/или производственн ого техпроцесса (производственн ого сооружения или производственн ого здания по функциональному назначению, операций техпроцесса, технического оборудования), а также энергетической установки, транспорта и т.п.	Экологическ ое негативное воздействие рассматривае мого технического объекта на атмосферу (опасные и вредные выбросы в воздух)	Экологическое негативное воздействие рассматриваемог о технического объекта на гидросферу (забор воды из источников водяного снабжения, сточные воды)	Экологическое негативное воздействие рассматриваемого технического объекта на литосферу (недра, почву, забор плодородной почвы, растительный покров, порча растительного покрова, землеотчуждение и образование отходов и т.д.)
Точение, Нарезание зубьев	Токарно- винторезный 16К20Ф3 с системой программного управления, Зубодолбежный 5140	Пыль металличес кая	Взвешенные вещества и нефтепродукт ы	Основная часть отходов должна храниться в металлических контейнерах

Таблица 4.8 – Разработанные (дополнительные и/или альтернативные) организационные и технические мероприятия для снижения антропогенного негативного воздействия

Название технического объекта	Техпроцесс механической обработки шестерни
Предлагаемые мероприятия для снижения негативного антропогенного воздействия на атмосферу	Модернизация фильтрующих элементов в вытяжных трубах
Предлагаемые мероприятия для снижения негативного антропогенного воздействия на гидросферу	Модернизация фильтрующих элементов канализационных сетей и очистных сооружений
Предлагаемые мероприятия для снижения негативного антропогенного воздействия на литосферу	Соблюдение регламентированных процедур, связанных с отходами производства.

4.6 Выводы по результатам выполнения раздела

Результатом выполнения данного раздела является анализ техпроцесса изготовления шестерни на предмет выявления опасных и вредных производственных факторов, а также разработка мер по их снижению. Кроме того, в данном разделе разработаны меры по снижению пожарной опасности и меры по сохранению экологии и окружающей среды.

.

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.

В процессе написания выпускной квалификационной работы было предложено совершенствование исходного технологического процесса изготовления детали «Крышка блокирующего механизма». Чтобы сделать заключение об эффективности предложенного изменения необходимо проанализировать сравниваемые параметры вариантов технологического процесса. Основные отличительные особенности исходных и предлагаемых изменений по операциям 010 – Токарная и 030 – Зубофрезерная, представлены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Отличительные особенности сравниваемых вариантов технологических процессов изготовления детали

Базовый вариант	Проектируемый вариант
Операция 010– Токарная	
<p><u>Оборудование</u> – токарно-винторезный станок с ЧПУ, модель 16К20Ф3.</p> <p><u>Оснастка</u> – патрон 3-х кулачковый ГОСТ 2675-80.</p> <p><u>Инструменты</u>: резец расточной, Т5К10.</p> <p>$T_O = 1,3 \text{ мин}; T_{шт-к} = 2,7 \text{ мин}$</p>	<p><u>Оборудование</u> – токарно-винторезный станок с ЧПУ, модель 16К20Ф3.</p> <p><u>Оснастка</u> – патрон 3-х кулачковый ГОСТ 2675-80.</p> <p><u>Инструменты</u>: резец расточной со стружколомающими канавками, Т5К10.</p> <p>$T_O = 1,3 \text{ мин}; T_{шт-к} = 2 \text{ мин}$</p>
Операция 030 – Зубофрезерная	
<p><u>Оборудование</u> – зубодолбежный станок, модель 5140.</p> <p><u>Оснастка</u> – оправка кулачковая с ручным зажимом.</p> <p><u>Инструменты</u>: долбяк чашечный Ø100 ГОСТ 9323-80, Р6М5.</p> <p>$T_O = 1,06 \text{ мин}; T_{шт-к} = 2,32 \text{ мин}$</p>	<p><u>Оборудование</u> – зубодолбежный станок, модель 5140.</p> <p><u>Оснастка</u> – оправка кулачковая механизированная.</p> <p><u>Инструменты</u>: долбяк чашечный Ø100 ГОСТ 9323-80, Р6М5.</p> <p>$T_O = 1,06 \text{ мин}; T_{шт-к} = 1,76 \text{ мин}$</p>

Описанные, в таблице 5.1, условия являются исходной информацией для проведения экономических расчетов с целью обоснованности внедрения предложенных изменений.

Для проведения полноценной экономической оценки эффективности предложенного совершенствования, необходимы также знание следующих величин:

- программы выпуска изделия, которая, согласно заданию ВКР, составляет 4000 шт.;

- массы детали и заготовки, а также марку материала, применяемого при изготовлении данной детали, но если предлагаемые изменения не касались способа получения заготовки и используемого материала для детали, то данными значениями можно пренебречь;

- стоимостные, эксплуатационные и размерные характеристики оборудования, оснастки и инструмента, так как данные величины напрямую оказывают влияние на итоговые результаты расчета;

- нормативные и тарифные значения расходных параметров, таких как вода, электроэнергия, сжатый воздух и т.д.;

- часовые тарифные ставки основных рабочих, занятых на выполнении анализируемой операции.

Используя описанные значения, пакет программного обеспечения Microsoft Excel, и соответствующую методику расчета технологической себестоимости и составления калькуляции полной себестоимости [27], сначала определяем значения технологической себестоимости выполнения 010 операции – Токарной и 030 операции – Зубодолбежной. По исходному варианту технологического процесса она составляет 24,55 руб., а по проектируемому – 19,7 руб. Полученные значения используются, как исходные данные, для определения полной себестоимости выполнения анализируемой операции. Для наглядности, структуру технологической себестоимости и ее значение, а также размер полной себестоимости представим в виде диаграммы на рисунке 5.1.

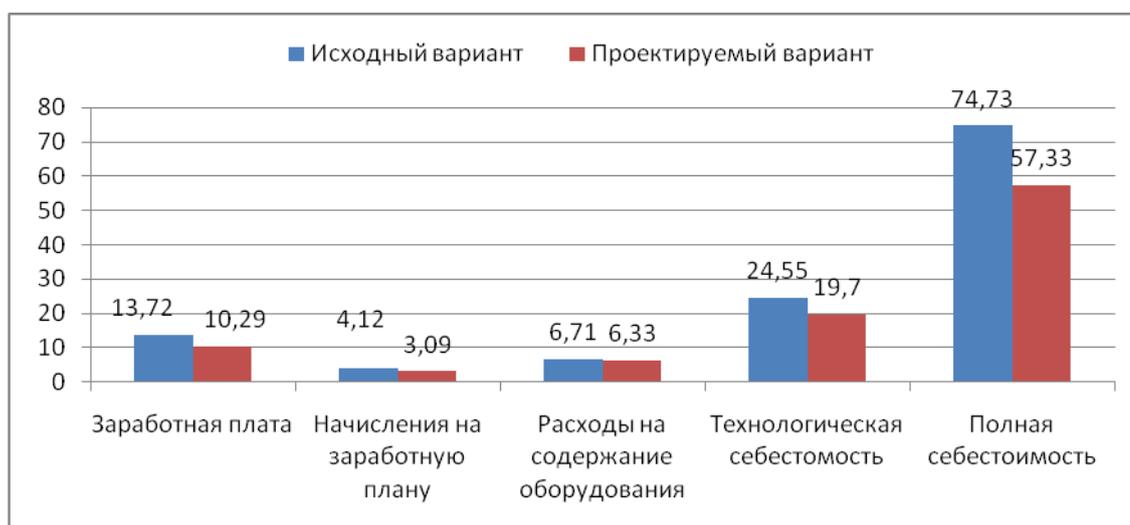


Рисунок 5.1 – Структура технологической себестоимости, величина технологической и полной себестоимости, руб.

Анализируя представленную диаграмму, можно сделать вывод о том, что все параметры имеют тенденцию к снижению. Это следует воспринимать, как положительные изменения, которые могут привести к эффективности рассматриваемого процесса производства.

Несмотря на снижение величины полной себестоимости, говорить об экономической целесообразности предлагаемых изменений пока рано. Так как, на этом этапе еще не определена величина капитальных вложений, необходимых для внедрения совершенствований и не известен срок окупаемости данных инвестиций.

Учитывая основные отличия проектируемого технологического процесса, и применяя методику расчета капитальных вложений [27], определим размер необходимых инвестиций. Данная величина составила 54865,98 руб. и учитывает изменяющиеся позиции (затраты на проектирование, капитальные вложения на инструмент и приспособление) при выполнении анализируемых операций 010 – Токарная и 030 – Зубофрезная.

Чтобы окончательно удостовериться в целесообразности, предлагаемых изменений, выполним экономические расчеты по определению эффективности внедрения. Согласно методике расчета [27], применяемой в данных случаях, рассчитаем необходимые величины (чистая прибыль, срок окупаемости, общий

дисконтируемый доход и интегральный экономический эффект), на базе которых и будут сделаны соответствующие выводы. Все значения, полученные, при использовании описанной методики, представлены в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Результаты показателей эффективности внедрения предложений

№	Наименование показателей	Условное обозначение, единица измерения	Значение показателей
1	Чистая прибыль	<i>П_{чист}, руб.</i>	54865,98
2	Срок окупаемости инвестиций	<i>T_{ок}, лет</i>	2
3	Общий дисконтированный доход	<i>Д_{обцдиск}, руб.</i>	68152,32
4	Интегральный экономический эффект	<i>Э_{инт} = ЧДД, руб.</i>	13286,34
5	Индекс доходности	<i>ИД, руб.</i>	1,24

Анализируя данные, представленные в таблице 5.2, можно сделать вывод о том, что внедрение предложенных изменений в технологический процесс будет эффективным. Такое заключение позволяет делать ряд представленных величин, а именно:

- положительная величина интегрального экономического эффекта – 13286,34 руб.;
- оптимальное значение срока окупаемости для машиностроительного предприятия – 2 года;
- и наконец, индекс доходности (ИД), который составляет 1,24 руб./руб.

Все вышеперечисленные значения свидетельствуют о целесообразности использования описанных совершенствований, которые касаются операции 010 и 030 технологического процесса изготовления детали «Крышка блокирующего механизма».

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Для достижения цели работы, сформулированной во введении, были проведены следующие мероприятия. Разработана заготовка, на основе определения припусков на обработку. Спроектирована операционная технология изготовления шестерни, базирующаяся на перспективных достижениях в области методов обработки. Проведено проектирование технологических операций на основе расчета режимов резания. Спроектирован прогрессивный режущий инструмент для токарной операции. Разработано станочное приспособление на долбежную операцию.

Правильность принятых решений подтверждена соответствующими экономическим расчетами.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

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 Основы технологии машиностроения [Электронный ресурс] : учебник / В. В. Клепиков [и др.]. - Москва : ИНФРА-М, 2017. - 295 с.

3 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.

4 Базров, Б.М. Основы технологии машиностроения: Учебник для вузов. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — М. : Машиностроение, 2007. — 736 с.

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

6 Богодухов, С.И. Основы проектирования заготовок в автоматизированном машиностроении: учебник. [Электронный ресурс] / С.И. Богодухов, А.Г. Схиртладзе, Р.М. Сулейманов, Е.С. Козик. — Электрон. дан. — М. : Машиностроение, 2009. — 432 с.

7 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. - 361с.

8 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.

9 Харламов, Г.А. Припуски на механическую обработку: справочник. [Электронный ресурс] / Г.А. Харламов, А.С. Тарапанов. — Электрон. дан. — М. : Машиностроение, 2013. — 256 с.

10 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.

11 Клименков, С.С. Проектирование заготовок в машиностроении. Практикум. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — Минск : Новое знание, 2013. — 269 с.

12 Кондаков, А.И. Выбор заготовок в машиностроении: справочник. [Электронный ресурс] / А.И. Кондаков, А.С. Васильев. — Электрон. дан. — М. : Машиностроение, 2007. — 560 с.

13 Маталин, А.А. Технология машиностроения. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2016. — 512 с.

14 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.

15 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.

16 Мещерякова, В. Б. Металлорежущие станки с ЧПУ [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В. Б. Мещерякова, В. С. Стародубов. - Москва : ИНФРА-М, 2017. - 336 с.

17 Сергель, Н.Н. Технологическое оборудование машиностроительных предприятий [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Н. Н. Сергель. - Минск : Новое знание ; Москва : ИНФРА-М, 2013. - 732 с.

18 Сибикин, М.Ю. Современное металлообрабатывающее оборудование: справочник. [Электронный ресурс] / М.Ю. Сибикин, В.В. Непомилуев, А.Н. Семенов, М.В. Тимофеев. — Электрон. дан. — М. : Машиностроение, 2013. — 308 с.

19 Болтон, У. Карманный справочник инженера-метролога. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — М. : ДМК Пресс, 2010. — 380 с.

20 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.

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

22 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.

23 Блюменштейн, В.Ю. Проектирование технологической оснастки. [Электронный ресурс] / В.Ю. Блюменштейн, А.А. Клепцов. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2014. — 224 с..

24 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.

25 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.

26 Кожевников, Д.В. Режущий инструмент. [Электронный ресурс] / Д.В. Кожевников, В.А. Гречишников, С.В. Кирсанов, С.Н. Григорьев. — Электрон. дан. — М. : Машиностроение, 2014. — 520 с.

27 Зубкова, Н.В. Учебно-методическое пособие по выполнению экономического раздела дипломного проекта для студентов, обучающихся по специальности 151001 «Технология машиностроения». Тольятти: ТГУ, 2012. — 123 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Спецификации к сборочным чертежам

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
<i>Документация</i>						
A1			17.07.ТМ.108.008.000.СБ	Сборочный чертеж		
<i>Детали</i>						
A3	1		17.07.ТМ.108.008.001	Корпус	1	
A4	2		17.07.ТМ.108.008.002	Гильза	1	
A4	3		17.07.ТМ.108.008.003	Шток	1	
A4	4		17.07.ТМ.108.008.004	Поршень	1	
A2	5		17.07.ТМ.108.008.005	Опорная плита	1	
A3	6		17.07.ТМ.108.008.006	Крышка	1	
A3	7		17.07.ТМ.108.008.007	Переходник	1	
A4	8		17.07.ТМ.108.008.008	Стопорное кольцо	1	
A3	9		17.07.ТМ.108.008.009	Крышка	1	
A2	10		17.07.ТМ.108.008.010	Цанга	1	
A3	11		17.07.ТМ.108.008.011	Втулка	1	
A3	12		17.07.ТМ.108.008.012	Тяга	1	
A4	13		17.07.ТМ.108.008.013	Кольцо	1	
	14		17.07.ТМ.108.008.014	Мембрана	1	
	15		17.07.ТМ.108.008.015	Гайка опорная М40	1	
	16		17.07.ТМ.108.008.016	Крышка	1	
				<i>Стандартные изделия</i>		
	17			Пружина	1	
				ГОСТ 13766-86		
17.07.ТМ.108.008.000						
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		
Разраб.		Каримов			Лит.	Лист
Пров.		Левашкин			В	1
Н.контр.		Виткалов			Листов	
Утв.		Логинов			2	
Приспособление станочное					ТГУ, МСбз-1202	

Формат	Этап	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
		18		Гайка М20 ГОСТ 11878-87	1	
		19		Винт М8х15 ГОСТ 14475-80	4	
		20		Винт М8х32 ГОСТ 1491-80	8	
		21		Винт М4х10 ГОСТ 14475-80	4	
		22		Винт М10х40 ГОСТ 1491-80	4	
		23		Манжета ГОСТ 8752-79	1	
		24		Винт М6х20 ГОСТ 14475-80	5	
		25		Винт М8х15 ГОСТ 14475-80	10	
		26		Винт М8х20 ГОСТ 14475-80	8	
		27		Винт М8х20 ГОСТ 14475-80	8	
		28		Винт М5х15 ГОСТ 1491-80	6	
		29		Манжета ГОСТ 8752-79	1	

Инд. № подл.	Подп.	Дата
	Изм.	Лист
Взам. инв. №	Инд. № докл.	Подп. и дата
	Инд. № инв. №	Подп. и дата

17.07.ТМ.108.008.000

Лист
2

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Маршрутные карты

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Операционные карты

