

АННОТАЦИЯ

Технологический процесс изготовления штока самоцентрирующего зажимного механизма. Кафедра: Оборудование и технологии машиностроительного производства. ТГУ Тольятти, 2017 г.

Выпускная квалификационная работа посвящена проектированию технологического процесса изготовления штока самоцентрирующего зажимного механизма. Для этого производится описание исходных данных, выбор заготовки, определение технологических баз и методов обработки, проектирование маршрутно-операционной технологии. Для совершенствования наиболее загруженных операций производится проектирование станочного приспособления и режущего инструмента. Кроме того, выполняется оценка техпроцесса с точки зрения его безопасности и рассчитываются экономические показатели от его внедрения.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	6
1 Описание исходных данных	7
1.1 Описание служебного назначения детали и условий работы	7
1.2 Описание технологичности детали	7
1.3 Задачи работы	8
2 Технологическая часть работы	9
2.1 Выбор стратегии разработки техпроцесса	9
2.2 Обоснование выбора метода получения заготовки	9
2.3 Выбор методов обработки поверхностей	11
2.4 Расчет припусков на обработку	12
2.5 Проектирование заготовки	15
2.6 Разработка технологического маршрута	15
2.7 Выбор средств технологического оснащения	16
2.8 Проектирование технологических операций	22
3 Проектирование приспособления и режущего инструмента	26
3.1 Проектирование приспособления	26
3.2 Проектирование режущего инструмента	30
4 Безопасность и экологичность технического объекта	33
5 Экономическая эффективность работы	43
Заключение	47
Список использованных источников	48
Приложения	51

ВВЕДЕНИЕ

В реальных производственных условиях в различных станочных приспособлениях широкое распространение получили самоцентрирующие зажимные механизмы. Условия работы таких приспособлений могут существенно отличаться в зависимости от типа производства, применяемого технологического оборудования и их конструкции, поэтому к деталям приспособлений предъявляются особые требования по точности и износостойкости.

Зажим в таких механизмах зачастую производится при помощи штока, а, следовательно, от его работоспособности напрямую зависит работа и производительность всего приспособления.

Для обеспечения наилучших показателей техпроцесса необходимо использовать современного технологическое оборудование, оснастку и приспособления.

Исходя из вышесказанного, цель данной работы заключается в разработке технологического процесса изготовления штока самоцентрирующего зажимного механизма, который позволит обеспечить заданный объем выпуска деталей с минимальными затратами на изготовление при сохранении их качества.

1 Описание исходных данных

1.1 Описание служебного назначения детали и условий работы

Деталь шток служит для установки на ней поршня гидроцилиндра и передачи поступательного движения поршня зажимному механизму с изменением его направления.

Шток имеет ступенчатую конфигурацию поверхностей, так же имеются резьба для надежного закрепления поршня и паз для ограничения поворота штока. Деталь устанавливается в корпусе по посадке с зазором. Работает в закрытом корпусе в умеренно агрессивной среде.

1.2 Описание технологичности детали

Выполнение данного раздела производим по рекомендациям [1].

Материал заготовки – сталь 20ХГСА ГОСТ 4543-71. Содержание основных химических элементов: 0,17-0,23% углерода, 0,8-1,1% хрома, 0,8-1,1% марганца, 0,9-1,32% кремния, не более 0,3% меди, не более 0,025% серы и фосфора.

Шток имеет достаточно простую конфигурацию. Имеются ступени, убывающие по диаметру детали, что облегчает обработку с одного установка. Механическая обработка цилиндрических поверхностей не вызывает затруднений. Все элементы унифицированы, размеры соответствуют нормальному ряду чисел. Следовательно, применение специального инструмента и контрольно-измерительных приборов не требуется.

Точность и шероховатость цилиндрических поверхностей детали, торцов, отверстий определяются условиями работы. Для их достижения достаточно применения стандартных методов обработки.

С целью выявления поверхностей, которые являются самыми ответственными необходимо систематизировать их по назначению. Для этого будем использовать рекомендации [2]. В данном случае к исполнительным поверхностям относятся - 2, 3, 4; к основным конструкторским базам - 5; к

вспомогательным конструкторским базам - 6, 7, 9, 21. Полученные данные следует учесть при проектировании техпроцесса.

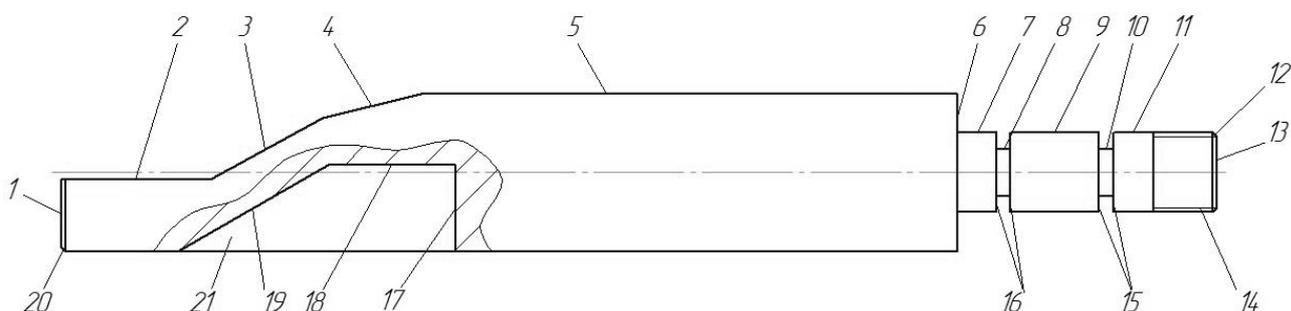


Рисунок 1.1 - Нумерация поверхностей детали

Полученные результаты говорят о технологичности детали.

1.3 Задачи работы

Анализ базового варианта технологического процесса изготовления детали позволяет сформулировать следующие задачи проектирования:

- определить наиболее дешевый метод получения заготовки и рассчитать припуски на обработку;
- выбрать средства технологического оснащения, соответствующие типу производства и обеспечивающие минимум затрат;
- провести проектирование специальной оснастки и режущего инструмента для операций на которые затрачивается наибольшее время;
- разработать мероприятия по уменьшению и устранению опасных и вредных факторов техпроцесса;
- определить экономическую эффективность техпроцесса.

2 Технологическая часть работы

2.1 Выбор стратегии разработки техпроцесса

Определение стратегии разработки техпроцесса производится на основе определения его типа, который может быть определен различными методами. На стадии проектирования допускается использовать упрощенную методику [3]. Согласно имеющимся данным годовая программа выпуска составляет 6000 штук в год, масса детали 2,08 кг. Соответственно тип производства среднесерийный.

Основные положения стратегии для данного типа производства содержатся в литературе [3, 4].

2.2 Обоснование выбора метода получения заготовки

В нашем случае один из вариантов получения заготовки в открытых штампах на молоте, а другой вариант получения заготовки на горизонтально-ковочной машине [5]. Выбор варианта получения заготовки произведем путем сравнения их технологических себестоимостей [1, 6].

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

где $C_{ЗАГ}$, $C_{МЕХ}$, $C_{ОТХ}$ - стоимость соответственно получения одного кг заготовок, механической обработки на кг стружки и одного кг стружки.

Масса детали:

$$q = V \cdot \rho \quad (2.2)$$

$$q = \left(\frac{\pi}{4} (0,04^2 \cdot 0,065 + 0,04^2 \cdot 0,225) - 0,032 \cdot 0,022 \cdot 0,012 - 0,5 \cdot 0,038 \cdot 0,022 \cdot 0,012\right) \cdot 0,776 = 2,7 \text{ кг.}$$

Упрощенно масса заготовки может быть определена как:

$$Q_i = q \cdot K_p \quad (2.3)$$

где K_p – коэффициент, который учитывает способ получения заготовки и форму детали.

$$Q_1 = 2,7 \cdot 1,6 = 4,32 \text{ кг} \text{ – для штамповки в открытых штампах на молоте.}$$

$$Q_2 = 2,7 \cdot 1,4 = 3,78 \text{ кг} \text{ – для горизонтально-ковочной машины.}$$

Стоимость механической обработки:

$$C_{MEX} = C_C + E_H \cdot C_K \quad (2.4)$$

где C_C , C_K , E_H - соответствующие текущие, капитальные затраты и коэффициент определяющий эффективность капитальных вложений.

$$C_{MEX1,2} = 3,56 + 0,1 \cdot 10,35 = 4,6 \text{ руб.}$$

Стоимость одной заготовки:

$$C_{ЗАГ} = C_{ШТ} \cdot h_T \cdot h_C \cdot h_B \cdot h_M \cdot h_{П} \quad (2.5)$$

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

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

$$C_{ЗАГ1,2} = 75,12 \cdot 1,06 \cdot 0,7 \cdot 0,82 \cdot 2,2 \cdot 0,5 = 50,28 \text{ руб.}$$

$$C_{T1} = 50,28 \cdot 4,32 + 4,6 \cdot \left(\frac{4,32 - 2,08}{1,4} \right) = 224,38 \text{ руб.}$$

$$C_{T2} = 50,28 \cdot 3,78 + 4,6 \cdot \left(\frac{3,78 - 2,08}{1,4} \right) = 195,5 \text{ руб.}$$

Из проведенного анализа видно, что с экономической точки зрения метод более выгоден метод получения заготовки на горизонтально-ковочной машине. Поэтому дальнейшее проектирование заготовки будем вести для него.

2.3 Выбор методов обработки поверхностей

Выбор производим на основе типового маршрута. Затем корректируем их в зависимости от используемого технологического оборудования. Конкретные методы обработки для каждой поверхности выбираются согласно данным и рекомендаций [7, 8].

Полученные данные приведены в таблице 2.1.

В данной таблице примем нижеследующие сокращения:

П – плоскость;

Ц – цилиндр;

Р – резьба;

Т – черновое точение;

Тч – чистовое точение;

Ш – черновое шлифование;

Шч – чистовое шлифование;

Ф – фрезерование;

РН – резбонарезание;

ТО – термическая обработка.

Таблица 2.1 - Методы обработки поверхностей

№	<i>Ra</i>	<i>IT</i>	Тип	Маршрут
1	2	3	4	5
1	12,5	12	П	Ф-ТО
2	2,5	10	П	Ф-ТО-Ш
3	2,5	10	П	Ф-ТО-Ш
4	2,5	10	П	Ф-ТО-Ш
5	0,32	6	Ц	Т-Тч-ТО-Ш- Шч-ПО
6	1,6	12	П	Т-Тч-ТО-Ш- Шч

Продолжение таблицы 2.1

1	2	3	4	5
7	0,63	6	Ц	Т-Тч-ТО-Ш-Шч
8	6,3	10	Ц	Тч-ТО
9	0,63	6	Ц	Т-Тч-ТО-Ш-Шч
10	6,3	10	Ц	Тч-ТО
11	0,63	6	Ц	Т-Тч-ТО-Ш-Шч
12	12,5	12	К	Тч-ТО
13	12,5	12	П	Ф-ТО
14	6,3	10	Р	РН-ТО
15	3,2	9	П	Тч-ТО
16	3,2	9	П	Тч-ТО
17	12,5	12	П	Ф-ТО
18	12,5	12	П	Ф-ТО
19	12,5	12	П	Ф-ТО
20	12,5	12	К	Т-ТО
21	3,2	9	П	Ф-ТО

2.4 Расчет припусков на обработку

Для самой точной поверхности расчет припуска на обработку проводим расчетно-аналитическим методом с применением соответствующих справочных данных [9]. Результаты расчета припусков на поверхность 5 представлен в виде таблицы 2.2. Припуски на остальные поверхности определим по упрощенной методике [10, 11], что для данного типа производства и заданных параметров поверхностей допустимо. Результаты данных расчетов представлены в таблице 2.3.

Таблица 2.2 - Операционные припуски и размеры

№	Переход	IT	Td	a	Δ	ε	Z_{\min}	Z_{\max}	Z_{cp}	d_{\min}	d_{\max}	d_{cp}
				0,3	0,03	-	-	-	-	42,563	44,163	43,363
1	Точение черновое	12	0,250	0,2	0,045	0,025	0,601	1,526	1,064	41,361	41,611	41,486
2	Точение чистовое	10	0,084	0,1	0,020	0,025	0,252	0,419	0,336	40,857	40,941	40,899
3	ТО	11	0,160	0,25	0,030	-	-	-	-	40,898	41,058	40,478
4	Шлифование черновое	8	0,039	0,15	0,007	0,012	0,263	0,363	0,313	40,372	40,456	40,414
5	Шлифование чистовое	6	0,016	0,01	0,001	0,012	0,164	0,192	0,178	40,028	40,044	40,036
6	Полирование	6	0,016				0,022	0,038	0,03	39,984	40	39,992

Таблица 2.3 - Припуски на обработку

№	Переход	Z_{\min}	Z_{\max}
2	1	1,54	2,39
	2	0,96	1,06
3	1	1,54	2,39
	2	0,96	1,06
4	1	1,54	2,39
	2	0,96	1,06
6	1	2,2	3,23
	2	1,0	1,323
	3	0,5	0,629
	4	0,2	0,272
7	1	1,65	2,555
	2	0,15	0,297
	3	0,3	0,359
	4	0,03	0,053
9	1	1,65	2,555
	2	0,15	0,297
	3	0,3	0,359
	4	0,03	0,053
11	1	1,65	2,555
	2	0,15	0,297
	3	0,3	0,359
	4	0,03	0,053

2.5 Проектирование заготовки

Заготовка проектируется согласно следующего алгоритма [12]:

- 1) чертим контур детали;

2) добавлением припусков на механическую обработку определяем контур заготовки, при этом значения припусков не определяем;

3) определяем «верх-низ» заготовки и расположение плоскости разъема штампа;

4) назначаем черновые технологические базы;

5) чертим контур заготовки путем добавления напусков;

6) определяем исходные параметры для расчета заготовки:

- класс точности Т4;

- группа стали М2;

- степень сложности С1;

- в зависимости от предыдущих значений (Т, М, С) рассчитываем исходный индекс И11.

8) рассчитываем заготовку:

- начальные допуски в зависимости от И;

- штамповочные уклоны: наружные 5°;

- радиусы скруглений 3 мм;

- допустимые значения остаточного облоя не более 0,8 мм.

2.6 Разработка технологического маршрута

Выполнение данного пункта производится на основе рекомендаций [8, 13].

Выбор технологической последовательности воздействий проводится на основе типового маршрута, с учетом характеристик точности поверхностей.

Таблица 2.4 - Технологический маршрут

№	№ операции	№ обрабатываемых поверхностей
1	005	1, 13
2	005	
3	010	6, 7
4	015	5
5	020	6, 7
6	025	5
7	030	17, 18, 19
8	035	2, 3, 4
9	040	все
10	045	
11	050	5
12	055	6, 7, 9, 11
13	060	5
14	065	6, 7, 9, 11
15	070	2, 3, 4
16	075	5
17	080	все
18	085	все

Данный маршрут является основой для проектирования плана изготовления детали. Его формирование и оформление производим по данным [8].

2.7 Выбор средств технологического оснащения

Задача по выбору средств оснащения является ответственным и сложным этапом. Это связано с тем, что на выбор влияет множество разнохарактерных факторов, таких как, тип производства, необходимая точность обработки, возможность изготовления других деталей, габариты изделий, экономические

показатели и ряд других. Кроме того, следует помнить, что выбор того или иного средства технологического оснащения зависит от принятых ранее решений. Например, выбор режущего инструмента напрямую зависит от выбора металлорежущего станка и т.д.

Для решения данной многофакторной задачи воспользуемся рекомендациями и справочными данными [14, 15, 16, 17, 18, 19].

Для удобства результаты выбора технологического оборудования, станочных приспособлений, режущих инструментов и средств контроля оформим в виде таблиц 2.5, 2.6, 2.7, 2.8.

Таблица 2.5 - Технологическое оборудование

Опера ция	Наименование	Поверхности	IT	Оборудование
005	Фрезерно-центровальная	1, 13	12, 8	Фрезерно-центровальный МР-78
010	Токарная с ЧПУ	6, 7	12	Токарный 16К20Ф3
015	Токарная с ЧПУ	5	12	Токарный 16К20
020	Токарная с ЧПУ	6, 7	10	Токарный 16К20Ф3
025	Токарная с ЧПУ	5	10	Токарный 16К20
030	Фрезерная с ЧПУ	17, 18, 19	9	Вертикально-фрезерный с ЧПУ 6Р11Ф3-1
035	Фрезерная с ЧПУ	2, 3, 4	10	Вертикально-фрезерный с ЧПУ 6Р11Ф3-1
050	Шлифовальная	5	8	Бесцентровошлифовальный 3М184
055	Шлифовальная	6, 7, 9, 11	8	Торцекруглошлифовальный 3Т153Е
060	Шлифовальная	5	8	Бесцентровошлифовальный 3М184
065	Шлифовальная	6, 7, 9, 11	8	Торцекруглошлифовальный 3Т153Е
070	Шлифовальная с ЧПУ	2, 3, 4	8	Плоскошлифовальный с ЧПУ 3Е711ВФ3-1
075	Полировальная	3	6	Полировально-шлифовальный 3А352

Таблица 2.6 - Станочные приспособления

Оп.	Наименование	Установочные элементы	Зажимные элементы	Наименование приспособления
005	Фрезерно-центровальная	Призмы, упор ГОСТ4743-83	Губки призматические	Тиски самоцентрирующие
010	Токарная с ЧПУ	Упор, центр ГОСТ8742-75	Цанга	Патрон цанговый специальный
015	Токарная с ЧПУ	Упор	Цанга	Патрон цанговый специальный
020	Токарная с ЧПУ	Упор, центр ГОСТ8742-75	Цанга	Патрон цанговый специальный
025	Токарная с ЧПУ	Упор	Цанга	Патрон цанговый специальный
030	Фрезерная	Призмы, упор ГОСТ4743-83	Губки призматические	Тиски самоцентрирующие
035	Фрезерная	Призмы, упор ГОСТ4743-8383	Губки призматические	Тиски самоцентрирующие
050	Шлифовальная	Упор		
055	Шлифовальная	Упор, центр ГОСТ8742-75	Цанга	Патрон цанговый специальный
060	Шлифовальная	Упор		
065	Шлифовальная	Упор, центр ГОСТ8742-75	Цанга	Патрон цанговый специальный
070	Шлифовальная	Призмы, упор ГОСТ4743-83	Губки призматические	Тиски самоцентрирующие
075	Полировальная	Упор	Цанга	Патрон цанговый специальный

Таблица 2.7 - Режущий инструмент

Операция	Наименование	Материал режущей части	Вид инструмента	Наименование инструмента
005	Фрезерно-центровальная	T5K10, P6M5	Фреза торцовая, Сверло центровочное	Фреза Ø100 ГОСТ 9473-80, Сверло
010	Токарная	T15K6	Резец контурный	Резец ГОСТ18879-73
015	Токарная	T15K6	Резец контурный	Резец ГОСТ18879-73
020	Токарная	T30K4, T5K10	Резец контурный, резец канавочный,	Резец специальный, резец ГОСТ 18879-73, резец ГОСТ18879-73
025	Токарная	T30K4	Резец контурный	Резец специальный
030	Фрезерная	P6M5	Фреза концевая	Фреза ГОСТ 17025-71
035	Фрезерная	BK6M	Фреза концевая	Фреза специальная BK6M
050	Шлифовальная	Электрокорунд	Круг	Круг 1 23A46M8V5
055	Шлифовальная	Электрокорунд	Круг	Круг 3 23A46M8V5
060	Шлифовальная	Электрокорунд	Круг	Круг 1 24A80M5V5
065	Шлифовальная	Электрокорунд	Круг	Круг 3 24A80M5V5
070	Шлифовальная	Электрокорунд	Круг	Круг 124A80M5V5
075	Полировальная	Шлиф зерно M40	Круг эластичный	Круг эластичный

Таблица 2.8 - Средства контроля

Операция	Размер для контроля	IT	Контрольные приспособления
005	Ø4,5, L=113	12	Штангенциркуль ГОСТ 166-89, калибр
010	Ø20, L=225	12	Штангенциркуль ГОСТ 166-89
015	Ø40	12	Штангенциркуль ГОСТ 166-89
020	Ø20, Ø12, M20, L=225, L=235, L=260, L=3,5	10	Штангенциркуль ГОСТ 166-89
025	Ø40	10	Штангенциркуль ГОСТ 166-89
030	L=126, L=158	9	Калибр
035	L=135, L=160, L=253	10	Штангенциркуль ГОСТ 166-89
050	Ø40	8	Микрометр ГОСТ 6507-90
055	Ø20, L=225	8	Микрометр ГОСТ 6507-90
060	Ø40	6	Микрометр ГОСТ 6507-90
065	Ø20, L=225	6	Микрометр ГОСТ 6507-90
070	L=135, L=160, L=253	10	Микрометр ГОСТ 6507-90, калибр
075	Ø40	6	Микрометр ГОСТ 6507-90

2.8 Проектирование технологических операций

Данный раздел выполняем согласно рекомендаций [14, 20, 21, 22].
Методика расчета режимов резания приведена ниже.

Скорость резания определяется:

$$V = \frac{C_v \cdot K_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y}, \quad (2.6)$$

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:

$$n = \frac{1000V}{\pi \cdot d} \quad (2.7)$$

где d – диаметр обработки.

Фактическая скорость:

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} \quad (2.8)$$

Сила:

$$P_z = 10C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p, \quad (2.9)$$

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

Мощность резания:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} \quad (2.10)$$

Скорость вращения заготовки при шлифовании:

$$V_3 = \frac{C_v \cdot d^{0.5}}{T^{0.6} \cdot t^{0.9} \cdot \beta^{0.9}}, \quad (2.11)$$

где C_v – коэффициент;

T – период стойкости шлифовального круга;

β - коэффициент подачи.

Скорость круга:

$$V_k = \frac{\pi \cdot D_k \cdot n_k}{1000 \cdot 60}, \quad (2.12)$$

где D_k – диаметр шлифовального круга;

n_k – частота вращения шпинделя по паспорту станка.

Мощность резания при шлифовании:

$$N = C_N \cdot V_s^{0.5} \cdot t^{0.4} \cdot S_{\text{прод}}^{0.4} \cdot D^{0.5} \quad (2.13)$$

Штучно-калькуляционное время:

$$T_{\text{шт.к.}} = T_{\text{шт}} + \frac{T_{n-3}}{n_3} \quad (2.14)$$

Таблица 2.9 - Режимы резания и нормирование техпроцесса

№ операции	№ перехода	S_o	V	n	$L_{\text{рх}}$	T_o
1	2	3	4	5	6	7
005	1	0,15	79	250	80	0,21
	2	0,26	16	180	12	0,26
010	1	0,3	201	1600	75	0,16
015	1	0,3	201	1600	235	0,49
020	1	0,15	201	1600	75	0,32
	2	0,1	60	1600	10	0,07

Продолжение таблицы 2.9

1	2	3	4	5	6	7
	3	1,5	101	1600	17	0,01
025	1	0,15	201	1600	235	0,98
030	1	0,05	60	1600	240	0,15
035	1	0,1	186	980	96	0,25
	2	0,08	200	1100	96	0,27
050	1	735	25	200	227	0,31
055	1	0,014	30	320	0,359	0,33
060	1	1040	25	200	227	0,22
065	1	0,011	35	320	0,053	0,27
070	1	0,023	15		96	2,15
075	1	0,01	16	320	227	0,12

3. Проектирование приспособления и режущего инструмента

3.1 Проектирование приспособления

Станочное приспособление спроектируем для шлифовальной операции, на которой выполняется одновременное шлифование торца и шейки в размеры соответственно $225^{+0.072}$ и $\varnothing 136_{(+0.015, +0.002)}$. Необходимость проектирования приспособления для данной операции связана с тем, что для реализации принятой теоретической схемы базирования стандартные приспособления не подходят. Проектирование проводим согласно данных [23, 24, 25].

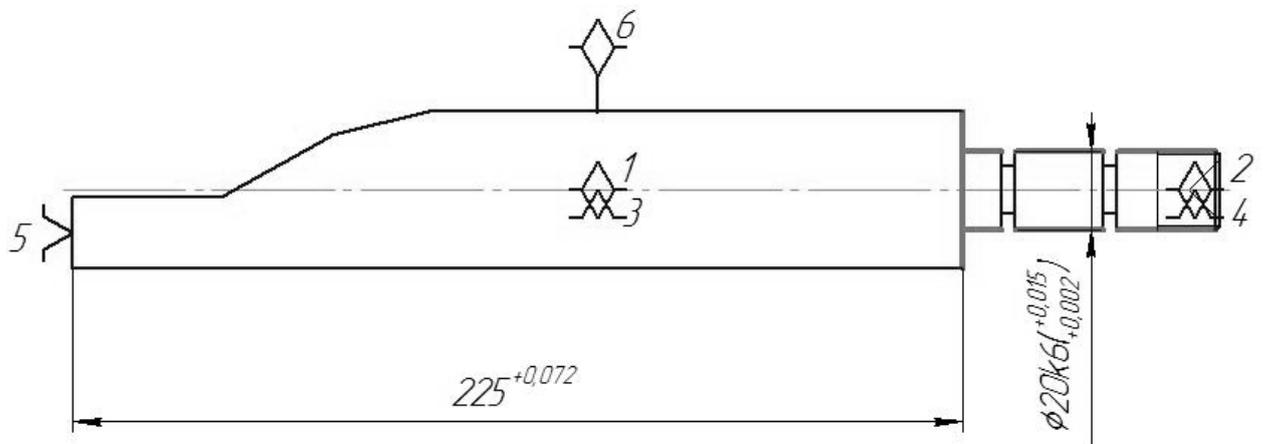


Рисунок 3.1 – Эскиз операции

Сначала определяем мощность при резании [9]:

$$N = C_N \cdot v_3^r \cdot s^y \cdot d^q \cdot b^z \quad (3.1)$$

где C_N , r , y , z , q - учитывают реальные условия обработки.

Получим:

$$N = 0,14 \cdot 35^{0,8} \cdot 0,011^{0,8} \cdot 20^{0,2} \cdot 65^{1,0} = 2,7 \text{ кВт.}$$

Составляющая P_Z :

$$P_Z = \frac{N \cdot 102 \cdot 60}{21} K_{PZ} \quad (3.2)$$

Составляющая P_y :

$$P_y = (3...1,8) \cdot P_z \cdot K_{PY}, \quad (3.3)$$

где K_p - коэффициент, который учитывает реальные условия резания.

Тогда:

$$P_z = \frac{2,7 \cdot 102 \cdot 60}{21} \cdot 1,25 = 983 \text{ Н.}$$

$$P_y = (3...1,8) \cdot 983 \cdot 1,25 = 2212 \text{ Н.}$$

Расчет усилия зажима проводим исходя из схемы закрепления заготовки, представленной на рисунке 3.2.

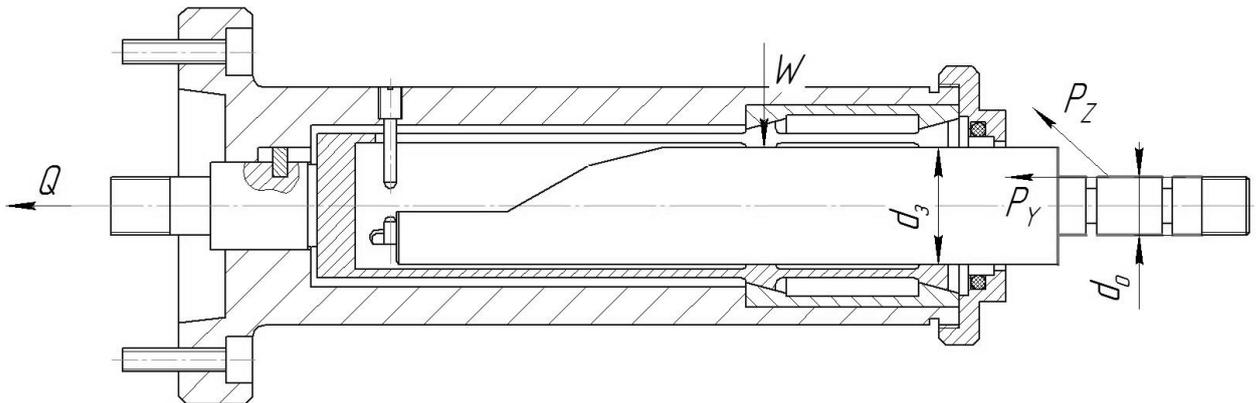


Рисунок 3.2 - Схема установки заготовки

Момент от силы резания:

$$M_{Pz} = P_z \cdot \frac{d_0}{2} \quad (3.4)$$

где d_0 – диаметр обрабатываемой шейки.

Провороту заготовки препятствует момент от силы зажима:

$$M_{3pz} = \frac{3Wf \cdot d_3}{2} \quad (3.5)$$

Приравняв эти моменты получим:

$$W = \frac{KP_z \cdot d_o}{3fd_3} \quad (3.6)$$

где K - коэффициента запаса.

$$W = \frac{2,5 \cdot 983 \cdot 20}{3 \cdot 0,2 \cdot 40} = 3979 \text{ Н.}$$

Усилие необходимое от силового привода:

$$Q = W \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \varphi) \quad (3.7)$$

где α – угол цанги;

φ – угол трения.

$$Q = 3979 \cdot \operatorname{tg}(5 + 6,5) = 1568 \text{ Н.}$$

Диаметр поршня рабочей штоковой полости определяем по формуле:

$$D = \sqrt{\frac{1,27 \cdot Q}{P} + d^2} \quad (3.8)$$

где P - давление рабочей среды;

d – диаметр штока.

$$D = \sqrt{\frac{1,27 \cdot 1568}{0,5} + 30^2} = 86 \text{ мм.}$$

Принимаем диаметр поршня 90 мм.

Для расчета погрешности установки в приспособлении составим расчетную схему приспособления, которая приведена на рисунке 3.3.

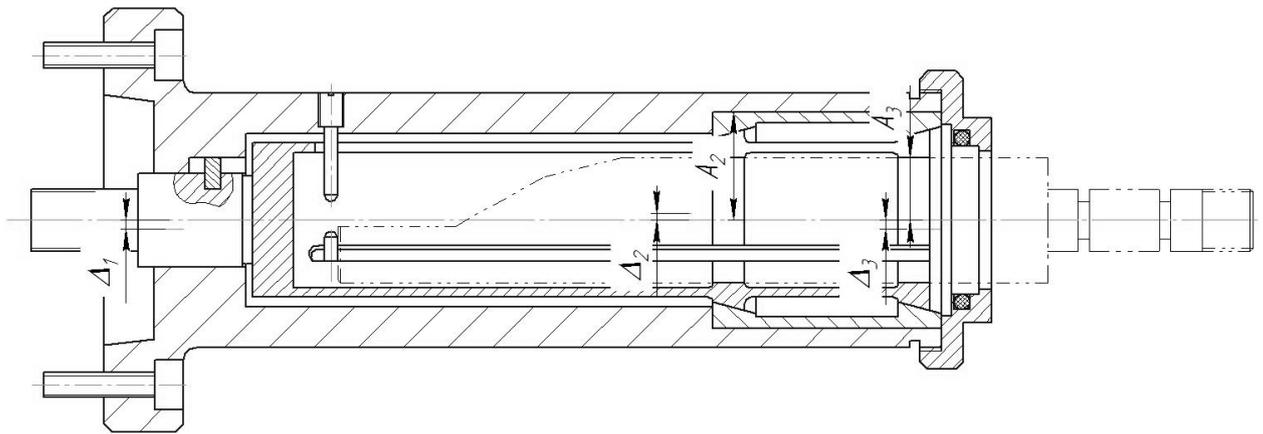


Рисунок 3.3 - Схема погрешностей

$$\varepsilon_y = \frac{\omega \cdot A_\Delta}{2} = \frac{1}{2} \sqrt{\Delta_1^2 + \Delta_2^2 + \Delta_3^2} \quad (3.9)$$

где Δ_1 - отклонения, возникающие вследствие неперпендикулярности выходного конца штока;

Δ_2 - колебания зазора сопряжений;

Δ_3 - отклонения изготовления размера.

$$\varepsilon_y = \frac{1}{2} \sqrt{0,02^2 + 0,014^2 + 0,025^2} = 0,003 \text{ мм.}$$

Допускаемая погрешность приспособления составляет

$$\varepsilon_y^{don} = 0,3Td = 0,3 \cdot 0,013 = 0,004 \text{ мм.}$$

Условие $\varepsilon_y \leq \varepsilon_y^{don}$ выполняется.

Патрон удовлетворяет заданной точности.

Данное приспособление состоит из упора 10 и цанги 11, которая устанавливается в корпусе цанги 2. Для зажима цанги служит тяга, которая через шток 12 связана с гидроцилиндром. Внутри гидроцилиндра располагается поршень 8. Для подачи масла к гидроцилиндру проведены отверстия, находящиеся в муфте 6.

Приспособление работает следующим образом.

После установки заготовки до упора в разжатую цангу масло подается в правую полость гидроцилиндра. Поршень, передвигаясь влево через тягу

перемещает цангу вниз по конической поверхности корпуса цанги, в результате чего лепестки цанги сжимаются, происходит центрирование и закрепление заготовки. При подаче масла в левую полость гидроцилиндра поршень, шток и тяга возвращаются в исходное положение. Цанга высвобождается, при этом лепестки цанги под действием силы упругости расходятся. Заготовка удаляется из приспособления.

3.2 Проектирование режущего инструмента

В проектируемом технологическом процессе одной из лимитирующих операций является операция по фрезерованию плоскости. Стандартные фрезы необходимого диаметра выполняются цельными из быстрорежущей стали или твердого сплава, что приводит к повышенному расходу режущего материала. С целью устранения указанного недостатка спроектируем сборную фрезу с твердосплавными пластинами. Расчет произведем по методике [26].

Для фрезерования рассматриваемой плоскости наиболее рационально применение концевой фрезы с трехгранными пластинами из твердого сплава ВК6 с механическим креплением. Такое решение позволит сэкономить дорогостоящий материал и позволит быстро перенастраивать затупившиеся пластины.

Выбираем следующую геометрию режущих пластин: $\varphi=90^\circ$, $\varphi_1=30^\circ$, $\alpha=15^\circ$, $\alpha_1=10^\circ$, $\gamma=20^\circ$, $\gamma_1=10^\circ$.

Для обеспечения геометрии режущих пластин и заданных режимов резания необходимо определить угол β наклона плоскости N-N относительно главной режущей кромки и соответствующий угол наклона пластины μ . Эти параметры необходимы для изготовления паза под пластину.

Положение плоскости N-N относительно режущей кромки определяется углом β :

$$\operatorname{tg}\beta = \frac{\operatorname{tg}\alpha \cdot \sin\varepsilon}{\operatorname{tg}\alpha_1 + \operatorname{tg}\alpha \cdot \cos\varepsilon} \quad (3.10)$$

$$\varepsilon = 180 \cdot (n - 2) / n \quad (3.11)$$

где ε – угол при вершине пластины.

Тогда получим:

$$\varepsilon = 180 \cdot (3 - 2) / 3 = 60$$

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{\operatorname{tg} 15 \cdot \sin 60}{\operatorname{tg} 10 + \operatorname{tg} 15 \cdot \cos 60} = 0,75$$

Откуда:

$$\beta = 37^\circ$$

Угол наклона пластины:

$$\operatorname{tg} \mu = \frac{\operatorname{tg} \alpha}{\sin \beta} \quad (3.12)$$

$$\operatorname{tg} \mu = \frac{\operatorname{tg} 15}{\sin 37} = 0,45$$

$$\text{Откуда } \mu = 24^\circ$$

Однако вместо данных углов удобнее пользоваться углом между осью фрезы и плоскостью N-N:

$$\psi = \varphi + \beta - 90^\circ \quad (3.13)$$

Для нашего случая получим:

$$\psi = 90 - 37 - 90 = 37^\circ$$

Конструктивные размеры фрезы указываем на рабочем чертеже в графической части работы.

Определим минимально допустимый диаметр винта для крепления режущих пластин:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_1}{\pi \cdot \sigma_\delta}} \quad (3.14)$$

где:

$$P_{z \max} = 0,7 \cdot Q_1; \quad Q_1 = \frac{P_{z \max}}{0,7} = \frac{720}{0,7} = 1030 \text{ Н.}$$

Тогда получим:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_1}{\pi \cdot \sigma_\delta}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 1030}{3,14 \cdot 650}} = 1,6 \text{ мм.}$$

Корпус фрезы и державки режущих пластин выполнены на основе опытных данных [21].

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	Токарный станок 16К20Ф3 с системой программного управления	Сталь 20ХГСА, смазочно-охлаждающая жидкость
2	Фрезерование	Фрезерная операция	Оператор станков с числовым управлением	Вертикально-фрезерный станок 6Р11Ф3-1 с системой программного управления	Сталь 20ХГСА, 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, токарный станок 16К20Ф3 с системой программного управления
Фрезерная	Высокая температура поверхности оборудования и материалов,	Заготовка детали, металлорежущий инструмент, вертикально- фрезерный станок 6Р11Ф3-1 с системой

Продолжение таблицы 4.2

1	2	3
	<p>движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки; высокий уровень шума</p>	<p>программного управления</p>

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 «Ангара»
2	Движущиеся машины и механизмы	Регламентированная процедура по обучению по охране труда	Очки защитные «ОП-ТЕМА»
3	Подвижные части производственного оборудования	Регламентированная процедура по обучению по охране труда	Очки защитные «ОП-ТЕМА»
4	Высокий шум на рабочем месте	Антишумовая обработка участка обработки	Беруши «Лазер Лайт»

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	Участок механической обработки	Токарный станок 16К20Ф3 с системой программного управления Вертикально-фрезерный станок 6Р11Ф3-1 с системой программного управления	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	Установки	Средства	Оборудование	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 высокодавления	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 негорючих 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
Фрезерование	Хранение ветоши в негорючих 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.)
1	2	3	4	5
Точение Фрезерова ние	Токарный станок 16K20Ф3 с системой программного управления Вертикально- фрезерный	Пыль металличес кая	Взвешенные вещества и нефтепродукт ы	Основная часть отходов должна храниться в металлических контейнерах, вывоз бытовых и промышленных

Продолжение таблицы 4.7

1	2	3	4	5
	станок 6P11Ф3-1 с системой программного управления			отходов должен производиться своевременно

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

Название технического объекта	Точение, Фрезерование
1	2
Предлагаемые мероприятия для снижения негативного антропогенного воздействия на атмосферу	Применение пылеуловителей
Предлагаемые мероприятия для снижения негативного антропогенного воздействия на гидросферу	Применение песковых площадок, биологических фильтров, флотационных установок, отстойников
Предлагаемые мероприятия для	Разработка регламентированных процедур по обращению с отходами

Продолжение таблицы 4.8

1	2
снижения негативного антропогенного воздействия на литосферу	

4.6 Выводы по результатам выполнения раздела

В данном разделе рассмотрены основные опасные и вредные производственные факторы изменяющихся операций технологического процесса и мероприятия по снижению и устранению их влияния. Также рассмотрены вопросы по обеспечению пожарной безопасности на производстве и соответствия технологического процесса экологическим нормам.

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 «шток самоцентрирующего зажимного механизма». Чтобы сделать заключение об эффективности предложенного изменения необходимо проанализировать сравниваемые параметры вариантов технологического процесса. Основные отличительные особенности исходных и предлагаемых изменений по операциям «035 – Фрезерная» и «060 – Шлифовальная», представлена в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Отличительные особенности сравниваемых вариантов технологических процессов изготовления детали

Базовый вариант	Проектируемый вариант
Операция 035 – Фрезерная	
<p><u>Оборудование</u> – фрезерный станок с ЧПУ, модель 6P11Ф3-1.</p> <p><u>Оснастка</u> – тиски самоцентрирующие.</p> <p><u>Инструменты</u> – фреза концевая Ø30 мм, T15K6.</p> <p>$T_O = 1,48 \text{ мин}; T_{\text{шт-к}} = 2,26 \text{ мин}$</p>	<p><u>Оборудование</u> – фрезерный станок с ЧПУ, модель 6P11Ф3-1.</p> <p><u>Оснастка</u> – тиски самоцентрирующие.</p> <p><u>Инструменты</u> – фреза концевая специальная Ø60 мм с пластинами из твердого сплава, ВК6М.</p> <p>$T_O = 0,52 \text{ мин}; T_{\text{шт-к}} = 1,3 \text{ мин}$</p>
Операция 060 – Шлифовальная	
<p><u>Оборудование</u> – торцевкруглошлифовальный станок, модель 3Т153Е.</p> <p><u>Оснастка</u> – патрон цанговый с ручным зажимом.</p> <p><u>Инструмент</u> – круг шлифовальный 3П, 750×55×350 24A20СМ15К5.</p> <p>$T_O = 0,27 \text{ мин}; T_{\text{шт-к}} = 1,92 \text{ мин}$</p>	<p><u>Оборудование</u> – торцевкруглошлифовальный станок, модель 3Т153Е.</p> <p><u>Оснастка</u> – патрон цанговый с механизированным зажимом.</p> <p><u>Инструмент</u> – круг шлифовальный 3П, 750×55×350 24A20СМ15К5.</p> <p>$T_O = 0,27 \text{ мин}; T_{\text{шт-к}} = 1,5 \text{ мин}$</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 6000 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 операции 035 – Фрезерной и операции 060 – Шлифовальной. По исходному варианту технологического процесса она составляет 19,79 руб., а по проектируемому – 13,97 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.

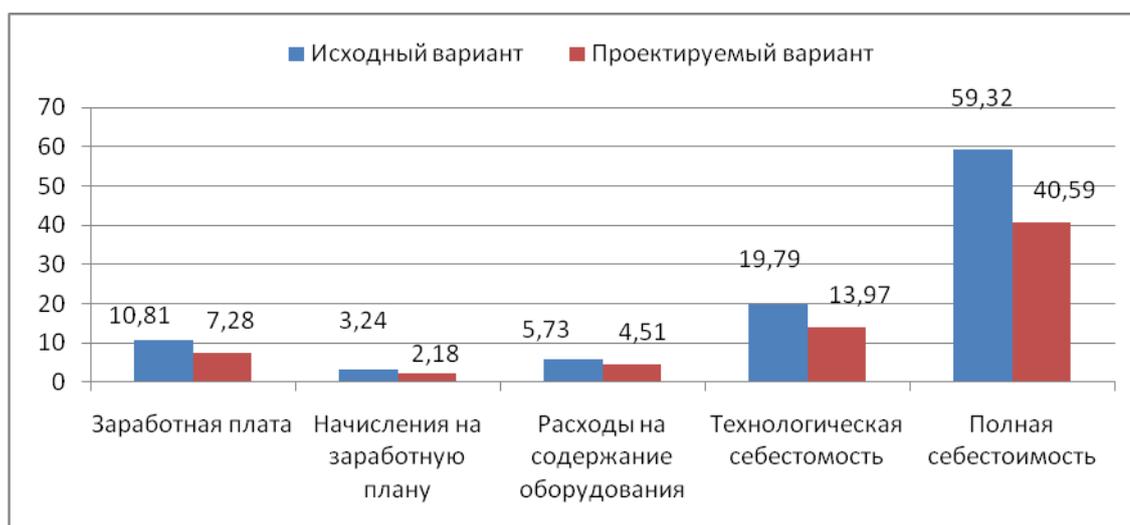


Рисунок 5.1 – Структура технологической себестоимости, величина технологической и полной себестоимости, руб.

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 60226,82 руб. и учитывает изменяющиеся условия (инструмент, приспособление и затраты на проектирование) при выполнении операций «035 Фрезерная» и «060 Шлифовальная».

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	$P_{\text{чист}} \text{ руб.}$	89904
2	Срок окупаемости инвестиций	$T_{\text{ок}} \text{ лет}$	2
3	Общий дисконтированный доход	$D_{\text{общ, диск}} \text{ руб.}$	72372,72
4	Интегральный экономический эффект	$E_{\text{инт}} = \text{ЧДД} \text{ руб.}$	12145,9
5	Индекс доходности	$ИД \text{ руб.}$	1,2

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, во-первых, это положительная величина интегрального экономического эффекта – 12145,9 руб., во-вторых – оптимальное значение срока окупаемости для машиностроительного предприятия – 2 года, и в-третьих – индекс доходности (ИД), который составляет 1,2 руб./руб.

Все вышеперечисленные значения свидетельствуют о целесообразности использования описанных совершенствований, которые касаются операций 035 и 060 технологического процесса изготовления детали «шток самоцентрирующего зажимного механизма».

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результатом выполнения данной работы стал спроектированный технологический процесс. Для этого был решен ряд задач:

- разработана заготовка, выбор которой обоснован соответствующими расчетами;
- сделаны расчеты припусков, режимов резания;
- разработан технологический процесс изготовления штока;
- спроектирован прогрессивный режущий инструмент – фреза с целью совершенствования фрезерной операции;
- разработано станочное приспособление для шлифовальной операции;
- проведен анализ техпроцесса на наличие опасных и вредных факторов, на пожарную и экологическую безопасность;
- рассчитаны экономические показатели предложенных мероприятий.

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. Безъязычный, В.Ф. Основы технологии машиностроения: учебник для вузов. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — М. : Машиностроение, 2013. — 598 с.
3. Основы технологии машиностроения [Электронный ресурс] : учебник / В. В. Клепиков [и др.]. - Москва : ИНФРА-М, 2017. - 295 с.
4. Маталин А. А. Технология машиностроения : учеб. для студ. вузов, обуч. по спец. 151001 напр. "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроит. производств" / А. А. Маталин. - Изд. 3-е, стер. ; Гриф УМО. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2010. - 512 с.
5. Кондаков, А.И. Выбор заготовок в машиностроении: справочник. [Электронный ресурс] / А.И. Кондаков, А.С. Васильев. — Электрон. дан. — М. : Машиностроение, 2007. — 560 с.
6. Афонькин, М.Г. Производство заготовок в машиностроении. / М.Г. Афонькин, В.Б. Звягин – 2-е изд., доп. и пер.ера. СПб: Политехника, 2007 – 380с.
7. Технология машиностроения : учеб. пособие для вузов / под ред. М. Ф. Пашкевича. - Минск : Новое знание, 2008. - 477 с.
8. 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.
9. 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.
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. Харламов, Г.А. Припуски на механическую обработку: справочник. [Электронный ресурс] / Г.А. Харламов, А.С. Тарапанов. — Электрон. дан. — М. : Машиностроение, 2013. — 256 с.
 12. Звонцов, И.Ф. Проектирование и изготовление заготовок деталей общего и специального машиностроения: учебное пособие. [Электронный ресурс] / И.Ф. Звонцов, К.М. Иванов, П.П. Серебrenицкий. — Электрон. дан. — СПб. : БГТУ "Военмех" им. Д.Ф. Устинова, 2015. — 179 с.
 13. Лебедев, В. А. Технология машиностроения : Проектирование технологий изготовления изделий : учеб. пособие для вузов / В. А. Лебедев, М. А. Тamarкин, Д. П. Гепта. - Гриф УМО. - Ростов-на-Дону : Феникс, 2008. - 361 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. 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.
 17. Мещерякова, В. Б. Металлорежущие станки с ЧПУ [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В. Б. Мещерякова, В. С. Стародубов. - Москва : ИНФРА-М , 2017. - 336 с.
 18. Сергель, Н.Н. Технологическое оборудование машиностроительных предприятий [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Н. Н. Сергель. - Минск : Новое знание ; Москва : ИНФРА-М, 2013. - 732 с.

19. Болтон, У. Карманный справочник инженера-метролога. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — М. : ДМК Пресс, 2010. — 380 с.
20. 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.
21. Прогрессивные режущие инструменты и режимы резания металлов : справочник / под общ. ред. В. И. Баранчикова. - Москва : Машиностроение, 1990. - 399 с.
22. 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.
23. Тарабарин, О.И. Проектирование технологической оснастки в машиностроении. [Электронный ресурс] / О.И. Тарабарин, А.П. Абызов, В.Б. Ступко. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2013. — 304 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. Шагун, В. И. Металлорежущие инструменты : учеб. пособие для студ. вузов / В. И. Шагун. - Гриф УМО. - Москва : Машиностроение, 2008. - 423 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

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Маршрутные карты

А	Цех	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции	Обозначение документа										
						СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпоз	Тшт
Б	Код, наименование оборудования					СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпоз	Тшт
А 19	XX XX XX	015	4110	Токарная												
Б 20	381101	Токарный	16K20Ф3	3	18217	312	1P	1	1	1	800	1				127
0 21	Точить поверхность 5 в размер $\phi 41,361^{+0,25}$															
Т 22	396190	Патрон	цанговый	специальный;	392101	Резец	контурный	ГОСТ	18879-73	Т15К6;	393311					
Т 23	Штангенциркуль ШЦ-1 ГОСТ 166-89.															
24																
А 25	XX XX XX	020	4110	Токарная												
Б 26	381101	Токарный	16K20Ф3	3	18217	312	1P	1	1	1	800	1				118
0 27	Точить последовательно, поверхность, поверхности 6, 7, 9, 11, 12, 14, 15, 16 в размер $\phi 21,4^{+0,084}$, $\phi 12^{+0,07}$															
Т 28	M20x15,	225,7 ^{+0,105}	235 ^{+0,105}	260 ^{+0,21}	289 ^{+0,21}	1x45.										
Т 29	396190	Патрон	цанговый	специальный;	392841	Центр	царный	№3	ГОСТ	18742-75;	392104	Резец				
Т 30	контурный	ГОСТ	18879-73	Т30К4;	392104	Резец	каначный	ГОСТ	18879-73	Т5К10;	392131	Резец				
Т 31	резьбой	ГОСТ	18879-73	Т5К10;	393311	Штангенциркуль	ШЦ-1	ГОСТ	166-89.							
32																
А 33	XX XX XX	025	4110	Токарная												
Б 34	381101	Токарный	16K20Ф3	3	18217	312	1P	1	1	1	800	1				164
0 35	Точить поверхность 1, 5, 20 в размер $\phi 40,857^{+0,084}$, 258 ^{+0,21} , 1x45.															
Т 36	396190	Патрон	цанговый	специальный;	392101	Резец	контурный	специальный	Т30К4;	393311						
Т 37	Штангенциркуль ШЦ-1 ГОСТ 166-89.															
38																
А 39	XX XX XX	030	4260	Фрезерная												
Б 40	381210	Фрезерный с ЧПУ	6P11Ф3-1	3	17335	422	1P	1	1	1	800	1				0,94
0 41	Фрезеровать поверхность 17, 18, 19 в размер 126 ^{+0,16} , 158 ^{+0,16} , 18 ^{+0,07} , 12 ^{+0,025}															
МК																

		Код, наименование операции				Обозначение документа										
А	Цех	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции	СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпоз	Тшт
Б	Код, наименование оборудования															
Т 69	396131 Тиски самоцентрирующие специальные; 391822 Фреза концевая $\phi 12$ ГОСТ 17025-71 Р6МБ;															
Т 70	393610 Шаблон.															
71																
А 72	XX XX XX 035 4260 Фрезерная															
Б 73	381210 Фрезерный с ЧПУ 6Р11ФЗ-1 3 17335 422 1Р 1 1 1 800 1 13															
О 74	Фрезеровать поверхности 2, 3, 4 в размер $135^{+0,16}$ $160^{+0,16}$ $18^{+0,07}$															
Т 75	396131 Тиски самоцентрирующие специальные; 391822 Фреза концевая $\phi 60$ специальная ВК6М;															
Т 76	393311 Штангенциркуль ШЦ-1 ГОСТ 166-89.															
77																
А 78	XX XX XX 040 Термическая															
79																
А 80	XX XX XX 045 Правильная															
81																
А 82	XX XX XX 050 4131 Шлифовальная															
Б 83	381311 Бесцентровшлифовальный 3М184 3 18873 312 1Р 1 1 1 800 1 108															
Б 84	Шлифовать поверхность 5 в размер, $\phi 40,372^{+0,03}$															
О 85	39810 Круг шлифовальный; 393421 Микрометр МР-70 ГОСТ 6507-90.															
Т 86																
А 87	XX XX XX 055 4131 Шлифовальная															
Б 88	381311 Торцевкруглошлифовальный 3Т153Е 3 18873 312 1Р 1 1 1 800 1 11															
О 89	Шлифовать поверхности 6, 7, 9, 11 в размер $\phi 20,4^{+0,055}$ $225,4^{+0,072}$															
Т 90	396190 Патрон цанговый специальный; 39810 Круг шлифовальный; 393421 Микрометр МР-70															
Т 91	ГОСТ 6507-90.															
МК																

А	Цех	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции	Обозначение документа												
						СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпоз	Тшт		
Б	Код, наименование оборудования																	
А 94	XX XX XX	060	4131	Шлифовальная														
Б 95	381311	Бесцентровый шлифовальный	ЗМ184	3	18873	312	1Р	1	1	1	800	1						10
0 96	Шлифовать поверхность 5 в размер, $\phi 40,028^{+0,016}$																	
Т 97	39810 Круг шлифовальный; 393421 Микрометр МР-70 ГОСТ6507-90.																	
98																		
А 99	XX XX XX	065	4131	Шлифовальная														
Б 100	381311	Торцевозлашлифовальный	ЗТ153Е	3	18873	312	1Р	1	1	1	800	1						15
0 101	Шлифовать поверхности 6, 7, 9, 11 в размер $\phi 20,002^{+0,015}$, $225^{+0,072}$																	
Т 102	396190 Патрон цанговый специальный; 39810 Круг шлифовальный; 393421 Микрометр МР-70																	
Т 103	ГОСТ6507-90.																	
104																		
А 105	XX XX XX	070	4133	Шлифовальная														
Б 106	381313	Плоскошлифовальный	ЗЕ711ВФ3-1	3	18873	312	1Р	1	1	1	800	1						3,94
0 107	Шлифовать поверхность 2, 3, 4 в размер $135^{+0,16}$, $160^{+0,16}$, $18^{+0,07}$																	
Т 108	396131 Тиски самоцентрирующие специальные; 39810 Круг шлифовальный; 393421 Микрометр МР-70																	
Т 109	ГОСТ6507-90.																	
110																		
А 111	XX XX XX	075	4191	Полуровальная														
Б 112	381337	Полуровально-шлифовальный	ЗА352	3	18873	312	1Р	1	1	1	800	1						0,89
0 113	Полировать поверхность 5 в размер, $\phi 40,028^{+0,016}$																	
Т 114	396190 Патрон цанговый специальный; 39810 Круг шлифовальный; 394300 Скоба рычажная.																	
115																		
А 116	XX XX XX	080	Мечная															
МК																		

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Операционные карты

