

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

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

на тему Технологический процесс изготовления шестерни коробки скоростей
универсально-фрезерного станка Pedersen VPF-970

Студент(ка)	<u>С.С. Бочкарев</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
Руководитель	<u>А.А. Козлов</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
Консультанты	<u>А.В. Степаненко</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
	<u>И.В. Краснопевцева</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
	<u>В.Г. Виткалов</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)

Допустить к защите

Заведующий кафедрой
к.т.н., доцент

_____ Н.Ю. Логинов
(личная подпись)

« _____ » _____ 2017 г.

Тольятти 2017

АННОТАЦИЯ

Технологический процесс изготовления шестерни коробки скоростей универсально-фрезерного станка Pedersen VPF-970. Кафедра: Оборудование и технологии машиностроительного производства. ТГУ. Тольятти, 2017 г.

В данной работе рассматриваются вопросы разработки технологического процесса изготовления шестерни коробки скоростей универсально-фрезерного станка Pedersen VPF-970. В первой главе описываются исходные данные и на их основе ставятся задачи работы. Во второй главе определяется тип производства и его характеристики. На основании этих данных выбирается и проектируется заготовка, проектируется технология изготовления шестерни. В третьей главе для совершенствования технологического процесса разрабатывается станочное приспособление и режущий инструмент. Четвертая глава посвящена анализу безопасности и экологичности техпроцесса. В пятой главе оценивается экономическая эффективность от предложенных усовершенствований.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	6
1 Описание исходных данных.....	7
1.1 Описание служебного назначения и условий работы детали.....	7
1.2 Описание технологичности детали.....	7
1.3 Задачи работы.....	8
2 Технологическая часть работы.....	9
2.1 Определение типа и характеристик производства.....	9
2.2 Экономическое обоснование выбора метода получения заготовки.....	10
2.3 Выбор методов обработки поверхностей.....	12
2.4 Определение припусков на обработку.....	14
2.5 Разработка технологического маршрута и плана изготовления.....	18
2.6 Выбор средств технологического оснащения.....	19
2.7 Проектирование технологических операций.....	23
3 Проектирование приспособления и режущего инструмента.....	25
3.1 Проектирование приспособления	25
3.2 Проектирование режущего инструмента.....	30
4 Безопасность и экологичность технического объекта.....	32
5 Экономическая эффективность работы.....	42
Заключение.....	46
Список использованных источников.....	47
Приложения.....	50

ВВЕДЕНИЕ

Экономический кризис ставит перед машиностроительными предприятиями проблему обновления парка оборудования за счет качественного и недорогого оборудования. Выбор оборудования на рынке достаточно велик, но вышеназванным параметрам отвечают далеко не все станки. Как показала практика применения универсально-фрезерный станок Pedersen VPF-970 является одной из самых удачных моделей для применения в условиях небольших предприятий и ремонтных цехов.

Рассматриваемая шестерня является частью коробки скоростей универсально-фрезерного станка. Качество шестерни обеспечивается технологическим процессом ее изготовления.

В предлагаемой работе разработан один из вариантов технологического процесса изготовления шестерни, объемом выпуска 5000 штук в год.

Основная цель работы заключается в разработке такого технологического процесса изготовления шестерни коробки скоростей универсально-фрезерного станка Pedersen VPF-970, который обеспечит минимальные затраты на изготовление деталей при обеспечении заданного качества и сроков изготовления.

1 Описание исходных данных

1.1 Описание служебного назначения и условий работы детали

Служебное назначение шестерни заключается в передаче крутящего момента от ведущего вала ведомому с изменением частоты вращения и величины крутящего момента.

Деталь имеет ступенчатую конфигурацию поверхностей, имеется отверстие для установки в нем выходного конца вала электродвигателя и восприятия крутящего момента, а так же зубчатый венец для передачи крутящего момента исполнительному механизму. Шестерня устанавливается в корпусе на двух шарикоподшипниках.

Привод работает в закрытом корпусе в умеренно агрессивной среде.

1.2 Описание технологичности детали

Технологичность шестерни описывается согласно данных [1].

Деталь изготавливается из стали 40ХГНМ ГОСТ 4543-71, которая имеет следующие характеристики [2]. Содержание основных химических элементов: 0,37-0,43% углерода, 0,6-0,9% хрома, 0,7-1,1% никеля, 0,5-0,8% марганца, 0,7-1,1% молибдена, 0,17-0,37% кремния, не более 0,3% меди, не более 0,035% серы, не более 0,035% фосфора. Предел прочности $\sigma_B = 590$ МПа.

Исходя из материала детали и ее формы, заготовку целесообразно получить штамповкой.

Шестерня имеет достаточно простую конфигурацию – имеются ступени, убывающие по диаметру детали, что облегчает обработку с одного станова. Механическая обработка поверхностей не вызывает затруднений.

В качестве баз могут быть приняты цилиндрические поверхности и торцы. При этом будут созданы условия для соблюдения основных принципов базирования.

Исходя из точности и шероховатости поверхностей детали, которые определяются условиями ее работы, на операциях механической обработки нужно обработать все поверхности. Снижение объема механической обработки

за счет увеличения шероховатости и уменьшение точности рабочих поверхностей невозможно, т.к. это приведет к их интенсивному изнашиванию.

Исходя из проведенного описания, деталь можно считать технологичной.

1.3 Задачи работы

Анализ исходных данных показал необходимость решения следующих задач: на основе анализа возможных методов получения заготовок выбрать оптимальных для данных условий; разработать маршрутно-операционную технологию изготовления основываясь на типовых техпроцессах; для совершенствования технологического процесса спроектировать станочное приспособление и режущий инструмент; провести анализ техпроцесса на предмет безопасности и экологичности; провести экономические расчеты.

2 Технологическая часть работы

2.1 Определение типа и характеристик производства

Характеристики производства определяются исходя из знаний его типа, для определения которого применяются два основных метода. Первый метод заключается в определении коэффициента закрепления операций, значение которого и является показателем для типа производства. Однако в этом случае необходимо знание всей номенклатуры производства, что на стадии проектирования невозможно. Поэтому применим второй метод определения типа производства, который позволяет определить тип производства по программе выпуска изделия и его массе. Согласно данным [3] при годовой программе выпуска в 5000 деталей и массе 0,25 кг тип производства будет среднесерийный.

Характеристики производства принимаем согласно данным [1, 4].

2.2 Экономическое обоснование выбора метода получения заготовки

Метод получения исходной заготовки зависит, в первую очередь, от материала и конфигурации детали. Кроме того на способы получения заготовки ограничения накладывает тип производства.

Исходя из рекомендаций [5] в нашем случае целесообразно применять в качестве заготовки штамповку на горизонтально-ковочной машине (ГКМ) или штамповку в открытых штампах. Для определения конкретного метода получения заготовки необходимо рассчитать технологические себестоимости изготовления детали различными методами [6].

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

где $C_{МЕХ}$ - цена механической обработки;

$C_{ОТХ}$ - цена стружки.

Массу детали рассчитаем при помощи построения ее 3D модели в программе «Компас V16» (рисунок 2.1). Получим $q=1,05$ кг.

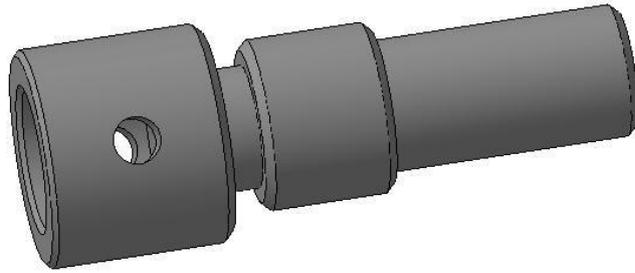


Рисунок 2.1 - 3D модель детали

Масса заготовки:

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

где K_p – коэффициент, который зависит от характеристик заготовки.

$Q_1 = 1,05 \cdot 1,6 = 1,68$ кг – для штамповки в открытых штампах.

$Q_2 = 1,05 \cdot 1,4 = 1,47$ кг – для штамповки на ГКМ.

Цена механической обработки:

$$C_{MEX} = C_C + E_H \cdot C_K \quad (2.3)$$

Составляющие в данной формуле определяются по данным [6].

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

Цена заготовок, полученных штамповкой:

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

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

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

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

Тогда:

$$C_{T1} = 50,28 \cdot 1,68 + 4,6 \cdot (68 - 1,05) - 1,4 \cdot (68 - 1,05) = 86,49 \text{ руб.}$$

$$C_{T2} = 50,28 \cdot 1,47 + 4,6 \cdot (47 - 1,05) - 1,4 \cdot (47 - 1,05) = 75,25 \text{ руб.}$$

Проведенные расчеты показали, что с экономической точки зрения более выгоден метод получения заготовки на горизонтально-ковочной машине. В связи с этим все дальнейшие расчеты проводим для данного метода получения заготовки.

2.3 Выбор методов обработки поверхностей

Выполнение данного этапа проектирования определяет содержание и количество операций в проектируемом технологическом процессе. Согласно существующих методик выбор технологической последовательности воздействий проводится на основе типового маршрута, при этом необходимо учитывать весь набор геометрических требований, а также возможности современного технологического оборудования и области экономической эффективности его применения. Данные методики содержатся в литературе [7].

Для выбора методов обработки поверхностей необходимо произвести нумерацию поверхностей. На рисунке 2.2 выполнен соответствующий эскиз. Полученные данные приведены в таблице 2.1.

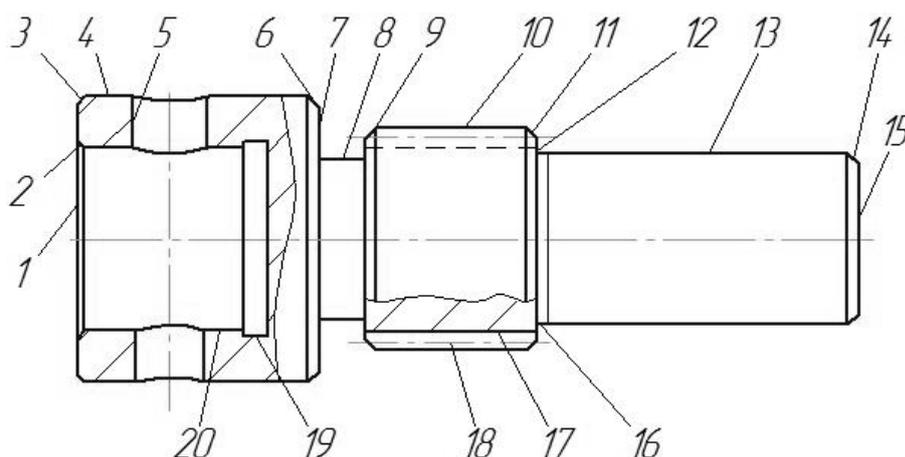


Рисунок 2.2 – Нумерация поверхностей

Таблица 2.1 - Маршруты обработки поверхностей

№	Тип	<i>IT</i>	<i>Ra</i>	Маршрут
1	П	12	3,2	Т-Тч-ТО-Ш
2	К	12	12,5	Тч-ТО
3	К	12	12,5	Тч-ТО
4	Ц	12	12,5	Т-ТО
5	Ц	10	3,2	С-3
6	К	12	12,5	Тч-ТО
7	П	12	12,5	Т-ТО
8	Ц	12	12,5	Т-ТО
9	К	12	12,5	Тч-ТО
10	Ц	12	12,5	Т-ТО
11	К	12	12,5	Тч-ТО
12	П	12	12,5	Т-ТО
13	Ц	6	0,63	Т-Тч-ТО-Ш-Шч
14	К	12	12,5	Тч-ТО
15	П	12	3,2	Т-Тч-ТО-Ш
16	Ц	12	12,5	Тч-ТО
17	Ц	12	12,5	ЗД-ТО
18	Э	9	3,2	ЗД-ЗШ-ТО
19	ЦВ	12	12,5	Тч-ТО
20	ЦВ	8	1,25	С-Тч-ТО-Ш

В таблице приняты нижеследующие сокращения:

П – плоскость;

Ц – цилиндр;

ЦВ – цилиндр внутренний;

Э – эвольвента;

К – конус;

Т – черновое точение;
Тч – чистовое точение;
Ш – черновое шлифование;
Шч – чистовое шлифование;
ЗД – зубодолбление;
ЗШ – зубошевингование;
РН – резьбонарезание;
ТО – термическая обработка.

2.4 Определение припусков на обработку

Исходя из типа производства и соответствующих ему организационных характеристик, рассчитываем припуски на обработку поверхностей.

Припуски для обработки поверхности 7 рассчитываем по данным [8], т.к. данная поверхность самая точная.

Минимальные припуски:

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

Составляющие минимального припуска принимаются исходя из метода обработки по данным [8].

$$Z_{1 \min} = a_0 + \sqrt{\Delta_0^2 + \varepsilon_1^2} = 0,3 + \sqrt{0,3^2 + 0,025^2} = 0,601$$

$$Z_{2 \min} = a_1 + \sqrt{\Delta_1^2 + \varepsilon_2^2} = 0,2 + \sqrt{0,045^2 + 0,025^2} = 0,252$$

$$Z_{3 \min} = a_{TO} + \sqrt{\Delta_{TO}^2 + \varepsilon_3^2} = 0,25 + \sqrt{0,03^2 + 0,012^2} = 0,263$$

$$Z_{4 \min} = a_3 + \sqrt{\Delta_3^2 + \varepsilon_4^2} = 0,15 + \sqrt{0,007^2 + 0,012^2} = 0,164$$

Максимальные припуски:

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

$$\begin{aligned}
Z_{1\max} &= Z_{1\min} + 0,5 \cdot (d_0 + Td_1) = 0,601 + 0,5 \cdot (0,9 + 0,25) = 1,176 \\
Z_{2\max} &= Z_{2\min} + 0,5 \cdot (d_1 + Td_2) = 0,252 + 0,5 \cdot (0,25 + 0,10) = 0,427 \\
Z_{3\max} &= Z_{3\min} + 0,5 \cdot (d_{TO} + Td_3) = 0,263 + 0,5 \cdot (0,160 + 0,062) = 0,374 \\
Z_{4\max} &= Z_{4\min} + 0,5 \cdot (d_3 + Td_4) = 0,164 + 0,5 \cdot (0,062 + 0,013) = 0,202
\end{aligned}$$

Средние припуски:

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

$$\begin{aligned}
Z_{cp1} &= (Z_{1\max} + Z_{1\min}) / 2 = (1,176 + 0,601) / 2 = 0,889 \\
Z_{cp2} &= (Z_{2\max} + Z_{2\min}) / 2 = (0,427 + 0,252) / 2 = 0,340 \\
Z_{cp3} &= (Z_{3\max} + Z_{3\min}) / 2 = (0,374 + 0,263) / 2 = 0,319 \\
Z_{cp4} &= (Z_{4\max} + Z_{4\min}) / 2 = (0,202 + 0,164) / 2 = 0,183
\end{aligned}$$

Размеры на переходах:

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

$$d_{(i-1)\max} = d_{(i-1)\min} + Td_{i-1} \quad (2.9)$$

Размер для термообработки:

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

$$\begin{aligned}
d_{4\min} &= 30,002 \\
d_{4\max} &= 30,015 \\
d_{3\min} &= d_{4\min} + 2 \cdot Z_{4\min} = 30,002 + 2 \cdot 0,164 = 30,33 \\
d_{3\max} &= d_{3\min} + Td_3 = 30,33 + 0,062 = 30,392 \\
d_{TO\min} &= d_{3\min} + 2 \cdot Z_{3\min} = 30,33 + 2 \cdot 0,263 = 30,856 \\
d_{TO\max} &= d_{TO\min} + Td_{TO} = 30,856 + 0,160 = 30,016 \\
d_{2\min} &= d_{TO\min} \cdot 0,999 = 30,856 \cdot 0,999 = 30,830 \\
d_{2\max} &= d_{2\min} + Td_2 = 30,830 + 0,100 = 30,930 \\
d_{1\min} &= d_{2\min} + 2 \cdot Z_{2\min} = 30,930 + 2 \cdot 0,252 = 31,434 \\
d_{1\max} &= d_{1\min} + Td_1 = 31,434 + 0,250 = 31,684 \\
d_{0\min} &= d_{1\min} + 2 \cdot Z_{1\min} = 31,684 + 2 \cdot 0,601 = 32,886 \\
d_{0\max} &= d_{0\min} + Td_0 = 32,886 + 0,9 = 33,786
\end{aligned}$$

Средние значения размеров на переходах:

$$d_{icp} = \frac{d_{i\max} + d_{i\min}}{2} \quad (2.11)$$

$$\begin{aligned}
d_{cp0} &= \frac{d_{0\min} + d_{0\max}}{2} = \frac{32,886 + 33,786}{2} = 33,336 \\
d_{cp1} &= \frac{d_{1\min} + d_{1\max}}{2} = \frac{31,434 + 31,684}{2} = 31,559 \\
d_{cp2} &= \frac{d_{2\min} + d_{2\max}}{2} = \frac{30,830 + 30,930}{2} = 30,880 \\
d_{cpTO} &= \frac{d_{TO\min} + d_{TO\max}}{2} = \frac{30,856 + 31,016}{2} = 30,936 \\
d_{cp3} &= \frac{d_{3\min} + d_{3\max}}{2} = \frac{30,33 + 30,392}{2} = 30,361 \\
d_{cp4} &= \frac{d_{4\min} + d_{4\max}}{2} = \frac{30,002 + 30,015}{2} = 30,0085
\end{aligned}$$

Общие припуски:

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

$$2Z_{\max} = 2Z_{\min} + Td_0 + Td_4 \quad (2.13)$$

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

$$2Z_{\min} = 32,886 - 30,012 = 2,874$$

$$2Z_{\max} = 2,874 + 0,9 + 0,013 = 3,787$$

$$2Z_{cp} = 0,5 \cdot (2,874 + 3,787) = 3,3305$$

Припуски на обработку оставшихся поверхностей определяем по нормативам [9, 10].

В таблице 2.2 представлены результаты определения припусков.

Таблица 2.2 – Результаты определения припусков

№	Переход	Z_{\min}	Z_{\max}
1,15	1	1,8	3,1
	2	0,8	1,08
	3	0,4	0,56
4	1	2,3	3,43
5	1	0,5	0,56
7	1	1,8	2,93
10	1	2,3	3,23
12	1	2,0	2,95
18	1	0,5	0,72
20	1	0,5	0,675
	2	0,4	0,47

Заготовка, спроектированная на основе расчета припусков, представлена на листе графической части работы. Проектирование заготовки выполнено согласно рекомендациям [11].

2.5 Разработка технологического маршрута и плана изготовления

Произведем формирование технологических операций. При этом необходимо учитывать тип производств и определенные ранее его характеристики, с учетом рекомендаций [7]. Особое внимание при формировании операций следует обратить на концентрацию переходов. В

данном случае она должна быть максимальной, это позволит максимально сократить время на обработку и повысить показатели взаимного расположения поверхностей.

В таблице 2.3 показан спроектированный маршрут.

Таблица 2.3 – Маршрут обработки

№	№ операции	№ обрабатываемых поверхностей
1	005	7, 8, 10, 12, 13, 15
2	010	20
3	010	1, 4, 20
4	015	5
5	015	5
6	020	6, 11, 13, 15
7	025	1, 2, 3, 9, 19, 20
8	030	17, 18
9	035	фаски зубчатого венца
10	040	18
11	045	все
12	050	1, 20
13	055	15
14	060	13
15	065	20
16	070	13
17	075	все
18	080	все

На основе полученного маршрута проектируем план изготовления, представляющий собой графическое изображение маршрута обработки, формируется на основе рекомендаций [7].

2.6 Выбор средств технологического оснащения

Для выбора моделей и типоразмеров станков, режущих инструментов, средств контроля и приспособлений будем использовать данные [12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19].

Для удобства результаты выбора технологического оборудования, станочных приспособлений, режущих инструментов и средств контроля оформим в виде таблиц 2.4.

Таблица 2.4 - Средства технологического оснащения

№	Название операции	Оборудование	Приспособления	Инструмент	Контрольные приспособления
1	2	3	4	5	6
005	Токарная	Токарный HAAS SL-10	Патрон трехкулачковый специальный	Резец специальный	Штангенциркуль ГОСТ 166-89
010	Токарная	Токарный HAAS SL-10	Патрон трехкулачковый специальный	Сверло спиральное R840-3000-30-A0A GC1220 Резец специальный Резец расточной специальный	Штангенциркуль ГОСТ166-89
015	Сверлильная	Вертикально-	Патрон	Сверло	Калибр

Продолжение таблицы 2.4

1	2	3	4	5	6
		сверлильный с ЧПУ HAAS OM-1	трехкулачков ый специальный	спиральное R640-3000- 30-A0A GC1220 Развертка N151.2-500- 40-4P GC1220 «Sandvik»	
020	Токарная	Токарный HAAS SL-10	Оправка цанговая	Резец специальный	Штангенци ркуль ГОСТ 166- 89
025	Токарная	Токарный HAAS SL-10	Патрон трехкулачков ый специальный	Резец специальный Резец расточной специальный	Штангенци ркуль ГОСТ 166- 89
030	Зубодолбеж ная	Зубодолбежн ый 5121	Оправка цанговая	Долбяк чашечный Ø100 ГОСТ 9323-79 P18	Калибры
035	Зубофасочна я	Зубофасочны й BC-320A	Оправка цанговая	Фреза специальная	Калибры
040	Зубошевинг овальная	Зубошевинго вальный 5A702Г	Оправка цанговая	Шевер дисковый Ø180	Калибры

Продолжение таблицы 2.4

1	2	3	4	5	6
				ГОСТ8570-75	
050	Внутришлиф овальная	Внутри шлифовальный 3К227	Патрон цанговый	Круг 23А60V30м/с1А Круг 23А60K5V40 м/с1А	Микрометр ГОСТ 6507-90
055	Внутришлиф овальная	Внутришлиф овальный 3К227	Оправка цанговая	Круг 23А60V30м/с1А	Микрометр ГОСТ 6507-90
060	Круглошлиф овальная	Круглошлиф овальный 3А151	Патрон цанговый	Круг 23А46М6V8	Микрометр ГОСТ 6507-90
065	Внутришлиф овальная	Внутришлиф овальный 3К227	Оправка цанговая	Круг 24А80K7V30 м/с1А	Микрометр ГОСТ 6507-90
070	Кругло шлифовальная	Круглошлиф овальный 3А151	Патрон цанговый	Круг 24А25K7V30 м/с1А	Микрометр ГОСТ6507-90

2.7 Проектирование технологических операций

Режимы резания определяют качество и точность обработанных поверхностей, а также условия эксплуатации оборудования и оснастки. При их назначении следует учитывать не только рекомендации литературы, но и ряд факторов зависящих от конкретных производственных условий, такие как состояние станка, вид обработки и инструмента.

В нашем случае при назначении режимов резания следует учесть, что на ряде операций технологического процесса используется высокоэффективный импортный инструмент. Для назначения режимов резания на данные операции будем использовать соответствующие рекомендации [13]. Для определения режимов резания на другие операции техпроцесса используем методики и рекомендации [20, 21, 22, 23]

Нормирование операций технологического процесса проводим согласно методике, рекомендаций и данных [20, 21, 22, 23] расчетно-аналитическим методом.

Норма времени на одну операцию:

$$T_0 = \frac{L_{PX}}{S_0 \cdot n_D} \quad (2.15)$$

В таблице 2.5 представлены результаты вычислений.

Таблица 2.5 – Определение режимов резания и норм времени

№ операции	№ перехода	S_0	V	n	L_{PX}	T_0
1	2	3	4	5	6	7
005	1	0,3	189	2000	102	0,17
010	1	0,3	189	2000	69	0,12
	2	0,2	76	1600	35	0,11
	3	0,15	113	1800	36	0,13
015	1	0,05	24	1500	54	0,72
	2	0,5	15	1200	54	0,18
020	1	0,15	226	2400	64	0,18
025	1	0,15	166	2400	11	0,03
	2	0,1	150	2500	35	0,14

Продолжение таблицы 2.5

1	2	3	4	5	6	7
	3	0,1	150	2500	1,5	0,01
030	1	0,3	25	100	2,6	3,4
035	1	0,3	35	600		0,7
040	1	120	12	260	25	0,92
050	1	0,014	25	360	11	0,86
	2	0,017	30	360	33	0,94
055	1	0,014	25	360	18	1,1
060	1	0,008	36	360	33	1,89
070	1	0,011	30	320	58	2,82
		мм/ход				

По результатам проектирования технологических операций оформляем комплекта технологической документации в виде маршрутных и операционных карт, а также технологические наладки.

3 Проектирование приспособления и режущего инструмента

3.1 Проектирование приспособления

В базовом варианте техпроцесса закрепление и базирование детали на операции 010 черновой токарной осуществляется при помощи приспособления с ручным зажимом, что приводит к потерям времени при закреплении детали и возникновению дополнительных погрешностей вследствие нестабильности сил закрепления. Проведем проектирование приспособления с механизированным зажимом.

Расчет проводим согласно методике [24, 25, 26].

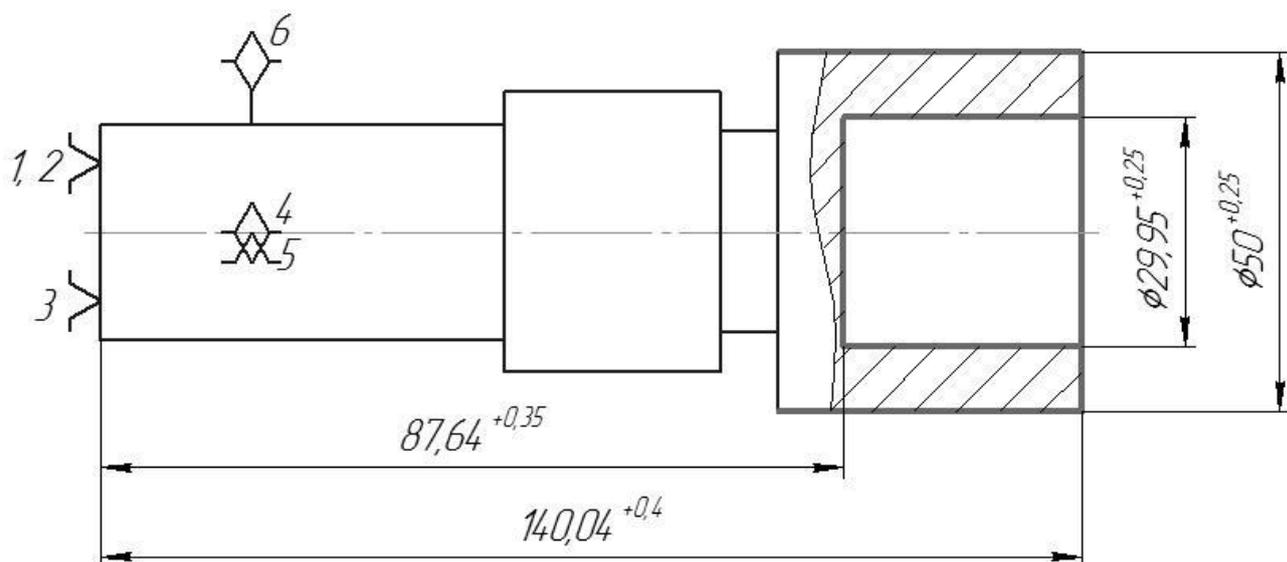


Рисунок 3.1 – Эскиз операции

Режущий инструмент – резец токарный Т5К10 с наноструктурным покрытием.

Металлорежущий станок модели HAAS SL-10.

Для дальнейших расчетов необходимо рассчитать две составляющие силы резания, которые определяются по формуле:

$$P_{Y,Z} = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p \quad (3.1)$$

где K_p - коэффициент, который учитывает реальные условия обработки.

$$P_y = 10 \cdot 243 \cdot 2,86^{0,9} \cdot 0,3^{0,6} \cdot 189^{0,3} \cdot 0,9 = 502 \text{ Н.}$$

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 2,86^{1,0} \cdot 0,3^{0,75} \cdot 189^{0,15} \cdot 0,9 = 1323 \text{ Н.}$$

Расчет усилия зажима производится на основании схемы закрепления, приведенной на рисунке 3.2.

Крутящий момент:

$$M_{Pz} = P_z \cdot \frac{d_1}{2} \quad (3.2)$$

Момент усилия закрепления:

$$M_{3Pz} = \frac{W \cdot f \cdot d_2}{2} \quad (3.3)$$

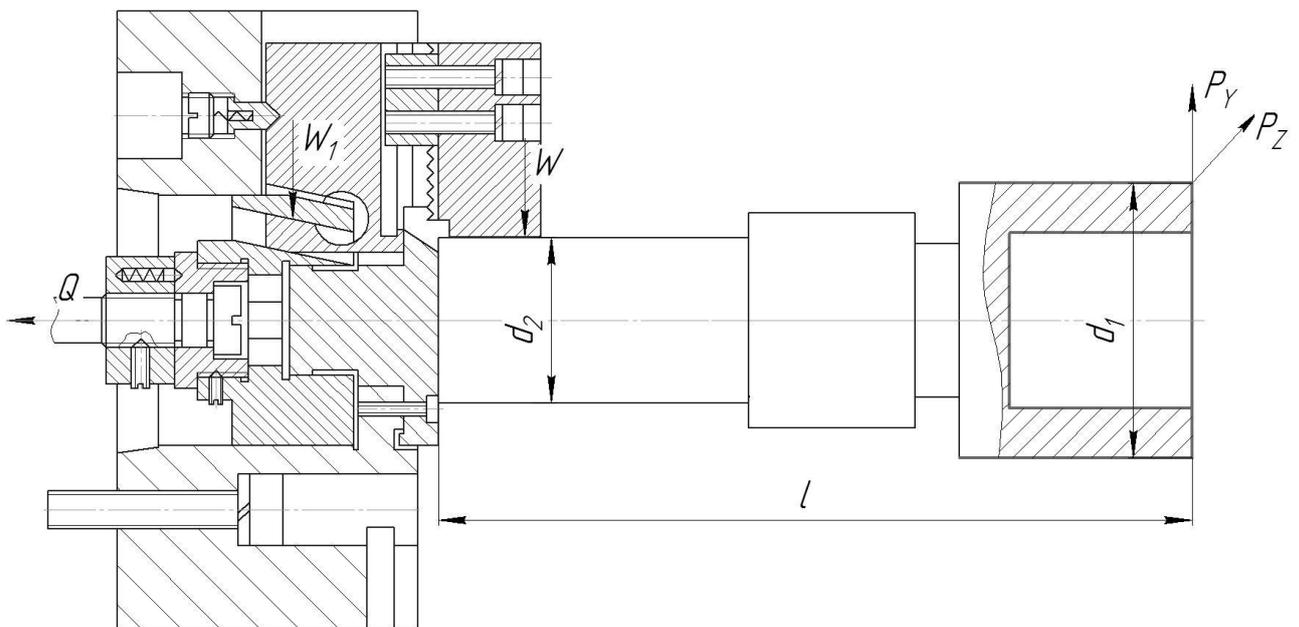


Рисунок 3.2 - Схема закрепления заготовки

Из уравнения равенства моментов получим:

$$W = \frac{2 \cdot K \cdot P_z \cdot d_1}{f \cdot d_2} \quad (3.4)$$

где K - коэффициента запаса, зависящий от конкретных условий обработки.

$$W = \frac{2 \cdot 1,8 \cdot 1323 \cdot 50}{0,3 \cdot 30} = 23944 \text{ Н.}$$

Момент от силы P_Y :

$$M_P = P_Y \cdot l \quad (3.5)$$

Момент от силы зажима:

$$M_3 = \frac{2}{3} \cdot W \cdot f \cdot d_2 \quad (3.6)$$

Получаем:

$$W = \frac{2 \cdot 2,52 \cdot 484 \cdot 140}{3 \cdot 0,3 \cdot 22} = 18295 \text{ Н.}$$

Дальнейшие расчёты выполняем из расчета $W=24300 \text{ Н}$

Усилие зажима, прикладываемая к постоянным кулачкам:

$$W_1 = \frac{W}{\left(1 - \left(\frac{3 \cdot l_k}{H_k}\right) \cdot f_1\right)} \quad (3.7)$$

где l_k - вылет кулачка;

H_k - длина направляющей;

f - коэффициент трения.

$$W_1 = \frac{24300}{\left(1 - \left(\frac{62}{80}\right) \cdot 0,1\right)} = 31559 \text{ Н.}$$

Усилие необходимое на силовом приводе:

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

где i_C - передаточное отношение

$$i = \frac{1}{\operatorname{tg}(\alpha + \varphi) + \operatorname{tg} \varphi_1} \quad (3.9)$$

где α - угол клина;

φ, φ_1 - углы трения на соответствующих поверхностях клина.

$$Q = \frac{31559}{2,5} = 12624 \text{ Н.}$$

Диаметр поршня привода:

$$D = \sqrt{\frac{1,27 \cdot Q}{P} + d^2} \quad (3.10)$$

где P - давление рабочей среды;

d – диаметр штока.

$$D = \sqrt{\frac{1,27 \cdot 14857}{2,5} + 30^2} = 89,8 \text{ мм.}$$

Принимаем диаметр поршня 90 мм.

Определение погрешности установки производится на основе представленной, на рисунке 3.3 размерной схемы патрона.

Исходя из схемы получим:

$$\varepsilon_y = \frac{\omega_{A\Delta}}{2} = 0,5 \sqrt{\Delta_1^2 + \Delta_2^2 + \Delta_3^2 + \Delta_4^2 + \Delta_5^2} \quad (3.11)$$

где $\omega_{A\Delta}$ - допуск размера A_Δ ,

Δ_1, Δ_3 – допуск на размеры A_1 и A_3 ;

$\Delta_2, \Delta_4, \Delta_5$ – величина колебаний зазоров в сопряжениях.

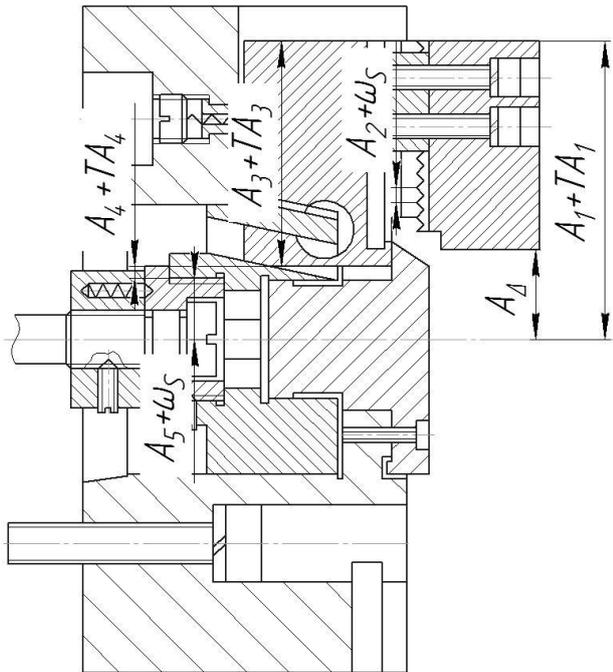


Рисунок 3.3 - Размерная схема патрона

Допустимая погрешность установки $\varepsilon_v^{доп} = 0,3Td$.

$$\varepsilon_v = 0,5\sqrt{0,025^2 + 0,015^2 + 0,018^2 + 0,015^2 + 0,015^2} = 0,02 \text{ мм.}$$

$$\varepsilon_v^{доп} = 0,1 \cdot 0,3 = 0,03 \text{ мм.}$$

Условие $\varepsilon_v^{доп} \geq \varepsilon_v$ выполняется.

3.2 Проектирование режущего инструмента

Основной недостаток стандартного режущего инструмента для токарной чистовой операции – неудовлетворительное дробление и завивание стружки. Проведем проектирование режущего инструмента с целью устранения данного недостатка по методике изложенной в [27].

Согласно используемой методике в данном случае целесообразным является применение механического способа крепления трехгранной пластины из твердого сплава Т5К10.

Для обеспечения необходимых параметров качества поверхностного слоя главный угол в плане должен составлять $\varphi = 93^\circ$. Выбор основных конструктивных параметров резца зависит от величины сечения срезаемого слоя:

$$F = t \cdot S \quad (3.12)$$

$$F = t \cdot S = 1,1 \cdot 0,4 = 0,44 \text{ мм}^2.$$

Исходя из полученного значения и учитывая, что в качестве технологического оборудования используется станок HAAS SL-10, производим выбор конструктивных размеров проектируемого резца и указываем их на рабочем чертеже.

Для крепления пластины будем использовать штифт, поэтому необходимо определить его минимальный диаметр:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_1}{\pi \cdot \sigma_0}} \quad (3.13)$$

Величину Q_1 находим из соотношения:

$$P_{z \max} = 0,7 \cdot Q_1 \quad (3.14)$$

Получим,

$$Q_1 = \frac{P_{z \max}}{0,7} \quad (3.15)$$

$$Q_1 = \frac{1250}{0,7} = 1786 \text{ Н.}$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_1}{\pi \cdot \sigma_0}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 1786}{3,14 \cdot 650}} = 1,9 \text{ мм.}$$

Окончательно размер штифта определяется при прочерчивании резца и, как правило, принимается несколько больше расчетных размеров.

Для решения проблемы обозначенной в начале раздела предлагается в конструкцию внести некоторые изменения. А именно, выполнить специальный уступ на режущей пластине. Конкретные конструктивные параметры такого

уступа зависят от множества факторов, поэтому для его конструирования воспользуемся рекомендациями [21]. Данный уступ позволит дополнительно деформировать стружку при резании, в результате чего она будет ломаться. Более подробно конструктивные параметры уступа представлены на рабочем чертеже.

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 предлагаемых 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 Haas SL-10 с системой программного управления	Сталь 40ХГНМ, смазочно-охлаждающая жидкость
2	Сверление	Сверлильная операция	Оператор станков с числовым управлением	Вертикально-сверлильный станок Haas OM-1 с системой программного управления	Сталь 40ХГНМ, 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 Haas SL-10 с системой программного управления
Сверлильная	Высокая температура поверхности оборудования и материалов,	Заготовка детали, металлорежущий инструмент, вертикально-сверлильный станок Haas OM-1 с системой

Продолжение таблицы 4.2

1	2	3
	<p>движущиеся машины и механизмы;</p> <p>подвижные части производственного оборудования;</p> <p>передвигающиеся изделия, заготовки;</p> <p>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 «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	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 Наас SL-10 с системой программного управления Вертикально-сверлильный станок Наас OM-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 мобильного пожаротушения	Установки стационарного пожаротушения и/или пожаротушащие системы	Средства автоматической пожаротушения	Оборудование для пожаротушения	СИЗ для спасения 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 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
Сверление	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.)
1	2	3	4	5
Точение Сверление	Токарный станок Haas SL- 10 с системой программного управления Вертикально- сверлильный станок Haas	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
	ОМ-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, Сверление
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 проведен анализ возникающих на производстве опасных и вредных факторов, а также пожарной безопасности и экологической безопасности производства. Также предложены мероприятия по снижению и устранению выявленных недостатков.

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 «шестерня коробки скоростей универсально-фрезерного станка Pedersen VPF-970». Чтобы сделать заключение об эффективности предложенного изменения необходимо проанализировать сравниваемые параметры вариантов технологического процесса. Основные отличительные особенности исходных и предлагаемых изменений по операциям 005 и 010 Токарные, представлены в таблицы 5.1.

Таблица 5.1 – Отличительные особенности сравниваемых вариантов технологических процессов изготовления детали

Базовый вариант	Проектируемый вариант
<p><u>Оборудование</u> – токарно-винторезный станок с ЧПУ, модель 16К20Ф3.</p> <p><u>Оснастка</u> – патрон 3-х кулачковый.</p> <p><u>Инструменты</u>: резец контурный, Т5К10.</p> <p>$T_O = 0,25 \text{ мин}; T_{ШТ-К} = 0,34 \text{ мин}$ $T_O = 0,48 \text{ мин}; T_{ШТ-К} = 0,57 \text{ мин}$</p>	<p><u>Оборудование</u> – токарный станок с ЧПУ HAAS SL-10.</p> <p><u>Оснастка</u> – патрон 3-х кулачковый.</p> <p><u>Инструменты</u>: резец контурный с пластиной GS4205 «Sandvik» и стружколомающей канавкой.</p> <p>$T_O = 0,17 \text{ мин}; T_{ШТ-К} = 0,23 \text{ мин}$ $T_O = 0,36 \text{ мин}; T_{ШТ-К} = 0,44 \text{ мин}$</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 5000 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 [28], сначала определяем значения технологической себестоимости выполнения 005 и 010 операций – Токарных. По исходному варианту технологического процесса она составляет 5,93 руб., а по проектируемому – 4,73 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.

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.

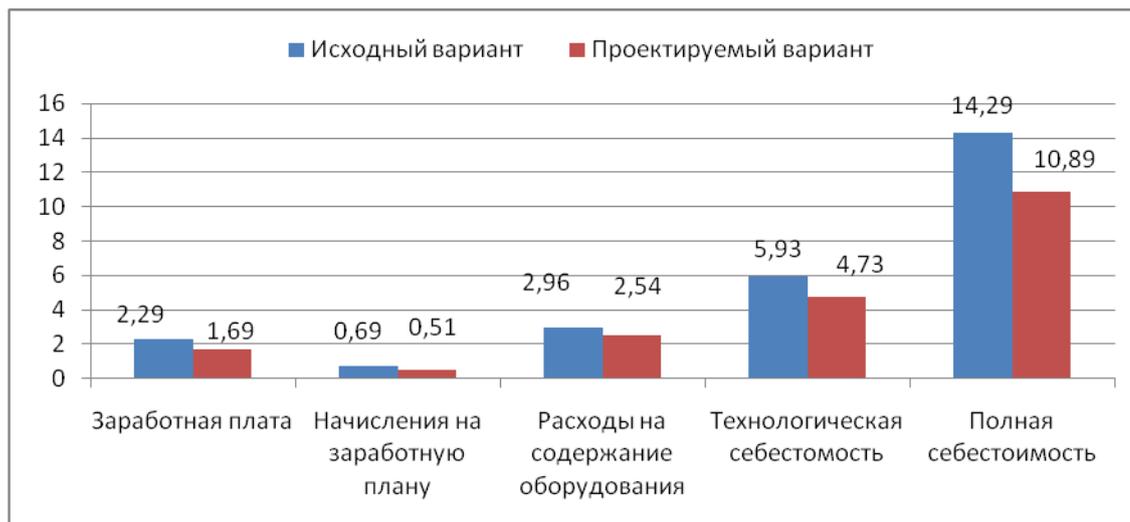


Рисунок 5.1 – Структура технологической себестоимости, величина технологической и полной себестоимости, руб.

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 [28], определим размер необходимых инвестиций. Данная величина составила 66911,76 руб. и учитывает изменяющиеся позиции (затраты на проектирование, капитальные вложения на инструмент и приспособление) при выполнении анализируемых операций 005 и 010 – Токарные.

Чтобы окончательно удостовериться в целесообразности, предлагаемых изменений, выполним экономические расчеты по определению эффективности внедрения. Согласно методике расчета [28], 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	$P_{\text{чист}} \text{ руб.}$	23600
2	Срок окупаемости инвестиций	$T_{\text{ок}} \text{ лет}$	4
3	Общий дисконтированный доход	$D_{\text{общ, диск}} \text{ руб.}$	78688,2
4	Интегральный экономический эффект	$\mathcal{E}_{\text{инт}} = \text{ЧДД}, \text{ руб.}$	11776,44
5	Индекс доходности	$ИД, \text{ руб.}$	1,18

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 – 11776,44 руб.;
- оптимальное значение срока окупаемости для машиностроительного предприятия – 4 года;
- и наконец, индекс доходности (ИД), который составляет 1,18 руб./руб.

Все вышеперечисленные значения свидетельствуют о целесообразности использования описанных совершенствований, которые касаются операций 005 и 010 технологического процесса изготовления детали.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выполнение работы позволило решить ряд задач. Выбрана и разработана заготовка на основе расчетов припусков с максимально приближенные к форме и размерам готового изделия. Выбраны методы обработки. Разработана маршрутно-операционная технология изготовления, которая основана на типовых техпроцессах. Наиболее загруженные операции были усовершенствованы путем проектирования специальной технологической оснастки и режущего инструмента. Также были проведены мероприятия по разработке безопасных условий труда и экологичности работы. Экономическими расчетами подтверждена эффективность технологического процесса. Решение всех этих задач позволило достигнуть цели работы.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Иванов, А.С. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учебное пособие / А.С. Иванов, П.А. Давыденко, Н.П. Шамов. - М.: ИЦ РИОР: НИЦ ИНФРА-М, 2014. - 276 с.
2. Марочник сталей и сплавов / сост. А. С. Зубченко [и др.] ; под ред. А. С. Зубченко. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Машиностроение, 2003. - 782с.
3. Технология машиностроения : учеб. пособие для вузов. В 2 кн. Кн. 1. Основы технологии машиностроения / Э. Л. Жуков [и др.] ; под ред. С. Л. Мурашкина . - Изд. 3-е, стер. ; Гриф МО. - Москва : Высш. шк., 2008. - 278 с.
4. Технология машиностроения : учеб. пособие для вузов. В 2 кн. Кн. 2. Производство деталей машин / Э. Л. Жуков [и др.] ; под ред. С. Л. Мурашкина. - Изд. 3-е, стер. ; Гриф МО. - Москва : Высш. шк., 2008. - 295 с. : ил. - Библиогр.: с. 292-293.
5. 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.
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. Расторгуев Д. А. Разработка плана изготовления деталей машин : учеб.-метод. пособие / Д. А. Расторгуев ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Оборудование и технологии машиностроит. пр-ва". - ТГУ. - Тольятти : ТГУ, 2013. - 51 с.
8. 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. 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.

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

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

12. www.int.haascnc.com

13. www.sandvik-coromant.ru

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. Стратиевский, И. Х. Абразивная обработка [Электронный ресурс] : справочник / И. Х. Стратиевский, В. Г. Юрьев, Ю. М. Зубарев. - Москва : Машиностроение, 2012. - 352 с..

24. Иванов, И. С. Расчет и проектирование технологической оснастки в машиностроении [Электронный ресурс] : учеб. пособие / И. С. Иванов. - Москва : ИНФРА-М, 2015. - 198 с.

25. 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.

26. 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.

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

28.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	Лист	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				<u>Документация</u>		
A1			17.07.ТМ.057.008.000.СБ	Сборочный чертеж		
				<u>Детали</u>		
A3	1		17.07.ТМ.057.008.001	Корпус	1	
A4	2		17.07.ТМ.057.008.002	Стопор	1	
A4	3		17.07.ТМ.057.008.003	Клин	1	
A4	4		17.07.ТМ.057.008.004	Постоянный кулачек	3	
A4	5		17.07.ТМ.057.008.005	Сухарь	3	
A4	6		17.07.ТМ.057.008.006	Сменный кулачек	3	
A4	7		17.07.ТМ.057.008.007	Втулка	1	
A4	8		17.07.ТМ.057.008.008	Заглушка	1	
A4	9		17.07.ТМ.057.008.009	Тяга	1	
A4	10		17.07.ТМ.057.008.010	Гайка	1	
A4	11		17.07.ТМ.057.008.011	Плунжер	1	
A4	12		17.07.ТМ.057.008.012	Втулка	3	
A4	13		17.07.ТМ.057.008.013	Шток	3	
A3	14		17.07.ТМ.057.008.014	Корпус неподвижный	1	
A4	15		17.07.ТМ.057.008.015	Муфта	1	
A3	16		17.07.ТМ.057.008.016	Крышка	1	
A3	17		17.07.ТМ.057.008.017	Корпус гидроцилиндра	1	
A4	18		17.07.ТМ.057.008.018	Поршень	1	
A4	19		17.07.ТМ.057.008.019	Шток	1	
A4	20		17.07.ТМ.057.008.020	Переходная втулка	1	
			17.07.ТМ.057.008.000			
			Изм.	Лист	№ докум.	Подп.
			Разраб.	Бочкарев С.С.		
			Проб.	Козлов А.А.		
			Н.контр.	Виткалов В.Г.		
			Утв.	Логинов Н.Ю.		
			Станочное приспособление			Лит
			ТГУ, ТМдз-1232			Лист
			Копировал			Листов
			Формат А4			1 2

Формат	Зона	Лист	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				<u>Стандартные изделия</u>		
		21		Пружина ГОСТ9379-85	3	
		22		Винт М8х35 ГОСТ11738-84	6	
		23		Шайба ГОСТ6402-70	6	
		24		Винт М5х25 ГОСТ11738-84	3	
		25		Пружина ГОСТ9379-85	1	
		26		Винт стопорный М5х15 ГОСТ1479-93	1	
		27		Винт стопорный М5х10 ГОСТ1479-93	1	
		28		Винт М14х70 ГОСТ11738-84	3	
		29		Пружина ГОСТ9379-85	3	
		30		Подшипник206 ГОСТ2893-82	2	
		31		Кольцо ГОСТ 1567-68	3	
		32		Кольцо ГОСТ 1567-68	1	
		33		Демпфер ГОСТ 8754-79	2	
		34		Кольцо ГОСТ 1567-68	2	
		35		Пробка М5 ГОСТ 12202-66	2	
		36		Винт стопорный М8х15 ГОСТ1479-93	1	
		37		Винт стопорный М8х15 ГОСТ1479-93	2	
		38		Винт М8х25 ГОСТ11738-84	6	
		39		Прокладка ГОСТ 14475-80	1	

Изм. № подл.	Лист	Дата
Взам. инв. №	Лист	Дата
Инв. № докл.	Лист	Дата
Лист	Лист	Дата

17.07.ТМ.057.008.000

Лист
2

Изм. Лист № докум. Подл. Дата

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Маршрутные карты

		Код, наименование операции				Обозначение документа										
А	Цех	Ч4	РМ	Опер	Код, наименование операции	СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпоз	Тшт
Б	Код, наименование оборудования															
Т 19	Резец расточной специальный Т5К10; 391213 Сфера $\phi 30$ R840-3000-30-A0A GC1220 Sandvik; 393311															
Т 20	Штангенциркуль ШЦ-1 ГОСТ 166-89.															
21																
А 22	XX XX XX 015 4120 Сверлильная															
Б 23	381210 Сверлильный с ЧПУ HAAS OM-13 17335 422 1P 1 1 1 800 1 11															
О 24	Сверлить поверхность 5 в размер $\phi 12^{+0,05}$ 16															
Т 25	396190 Патрон 3-х кулачковый специальный 391213 Сфера $\phi 12$ R640-3000-30-A0A GC1220 Sandvik;															
Т 26	391701 Развертка N1512-500-40-4P GC1220 Sandvik; 393400 Калибр.															
27																
А 28	XX XX XX 020 4110 Токарная															
Б 29	381101 Токарный HAAS SL-10 3 18217 312 1P 1 1 1 800 1 024															
О 30	Точить последовательно поверхность 6, 11, 13, 14, 15 в размер $\phi 30,3_{0,4}$, $\phi 27,5_{0,084}$, $137,9^{+0,16}$, $72,5^{+0,12}$															
О 31	$43,5^{+0,1}$, $1^{+0,1}$ $\chi 45^\circ$.															
Т 32	396190 Оправка цанговая; 392101 Резец контурный специальный Т5К10; 393311 Штангенциркуль															
Т 33	ШЦ-1 ГОСТ 166-89.															
34																
А 35	XX XX XX 025 4110 Токарная															
Б 36	381101 Токарный HAAS SL-10 3 18217 312 1P 1 1 1 800 1 024															
О 37	Точить поверхность 1, 2, 3, 9, 19, 20 в размер $\phi 31,2^{+0,1}$, $\phi 32,5^{+0,1}$, $136,8^{+0,16}$, $94^{+0,3}$, $86^{+0,3}$, $1^{+0,1}$ $\chi 45^\circ$.															
Т 38	396190 Патрон 3-х кулачковый специальный; 392101 Резец контурный специальный Т5К10; 392101															
Т 39	Резец расточной специальный Т5К10; 393311 Штангенциркуль ШЦ-1 ГОСТ 166-89.															
40																
А 41	XX XX XX 030 4152 Зудоблужная															
МК																

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Операционные карты

