

АННОТАЦИЯ

Технологический процесс изготовления шнека Томо. Кафедра: Оборудование и технологии машиностроительного производства. ТГУ Тольятти, 2017 г.

В данной работе рассматриваются вопросы проектирования технологического процесса изготовления шнека Томо. Для этого формируются задачи работы на основе описания исходных данных. Выбирается метод проектирования заготовки и производится ее проектирование. Производятся расчеты припусков на обработку и режимов резания. Проектируется маршрутно-операционная технология технологического процесса. Ряд операций совершенствуются путем проектирования специального станочного приспособления и режущего инструмента. Полученный технологический процесс анализируется на предмет опасных и вредных факторов и экологичности. Экономические расчеты подтвердили корректность технических решений.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	6
1 Описание исходных данных.....	7
1.1 Описание служебного назначения и условий работы.....	7
1.2 Описание технологичности детали.....	7
1.3 Задачи работы.....	8
2 Технологическая часть работы.....	10
2.1 Выбор типа производства.....	10
2.2 Выбор метода получения заготовки.....	10
2.3 Выбор методов обработки поверхностей.....	12
2.4 Определение припусков и проектирование заготовки.....	13
2.5 Разработка технологического маршрута.....	16
2.6 Проектирование плана изготовления.....	17
2.7 Выбор средств технологического оснащения.....	17
2.8 Проектирование технологических операций.....	26
3 Проектирование приспособления и режущего инструмента.....	29
3.1 Проектирование приспособления	29
3.2 Проектирование режущего инструмента.....	34
4 Безопасность и экологичность технического объекта.....	35
5 Экономическая эффективность работы.....	45
Заключение.....	49
Список использованных источников.....	50
Приложения.....	53

ВВЕДЕНИЕ

Изделия из пластика стали неотъемлемой частью нашей повседневной жизни. Для их производства используются экструдеры. Это оборудование является очень производительным и в большинстве случаев обеспечивает точность деталей без дополнительной механической обработки. В связи с этим данные механизмы получили широкое распространение.

Шнек является одной из основных деталей экструдера. Это и имеет очень важное значение, как для работоспособности всего механизма, так и для качества выполняемых им работ. Основные эксплуатационные показатели шнека закладываются на стадии его производства, поэтому необходимо спроектировать современный техпроцесс его изготовления с использованием современного технологического оборудования, оснастки и приспособлений. Из этого следует, что цель работы заключается в том, чтобы разработать технологический процесс изготовления шнека, обеспечивающий минимальную стоимость его изготовления при обеспечении годовой программы выпуска и соответствующих показателей качества детали.

1 Описание исходных данных

1.1 Описание служебного назначения и условий работы

Шнеки являются главным рабочим органом экструдера. Их работа заключается в следующем: захват непластифицированного компаунда от загрузочного отверстия, его нагрев до пластичного состояния и подача гомогенного расплава к выходной фильере. По мере движения по каналу шнеков температура полимера повышается под действием тепла от электронагревателей, которые размещены на корпусе рабочего цилиндра, а также от внутреннего вязкого трения. Под действием давления из материала удаляются захваченные воздушные включения, что приводит к уменьшению объема, поэтому для компенсации каналы шнеков имеют уменьшающиеся объёмы витков. Соответственно, и глубина винтового канала шнека на выходе меньше, чем на входе.

Деталь имеет достаточно сложную конфигурацию. Наиболее сложным по конфигурации элементом является спираль шнека. Деталь устанавливается в корпусе. Вращение получает от зубчатого колеса через шпоночный паз. Работает в закрытом корпусе в агрессивной среде при высоких температурах.

1.2 Описание технологичности детали

В ходе выполнения данного пункта необходимо полностью оценить технологичность детали, что позволит грамотно поставить задачи работы. Для описания технологичности будем использовать методику [1].

Оценим на технологичность материал детали. Согласно данных [2] сталь 38Х2МЮА ГОСТ 4543-71 содержит следующие основные химические элементы: углерод 0,35-0,42%, хром 1,35-1,65%, марганец 0,3-0,6%, алюминий 0,7-1,1%, кремний 0,2-0,45%, никель до 0,3%, сера до 0,025%, фосфор 0,025%, медь до 0,3%. Имеет прочность $\sigma_B = 980$ МПа. Исходя из данных характеристик, заготовку рассматриваемой детали целесообразно получить штамповкой или из проката.

Оценим технологичность конструкции детали. Деталь имеет относительно сложную конфигурацию, однако она позволяет применять стандартные методы обработки и универсальные средства технологического оснащения.

В качестве баз на операциях механической обработки могут быть приняты цилиндрические поверхности и специальные центровые отверстия.

Точность и шероховатость поверхностей детали диктуют необходимость обработки всех поверхностей. Уменьшение точности приведет к снижению эксплуатационных характеристик. Увеличение шероховатости и уменьшение точности рабочих поверхностей приведет к их интенсивному изнашиванию.

Для проведения качественного анализа поверхностей детали систематизируем их по назначению [3]. Результаты этого анализа позволят выявить наиболее ответственные элементы конструкции шнека.

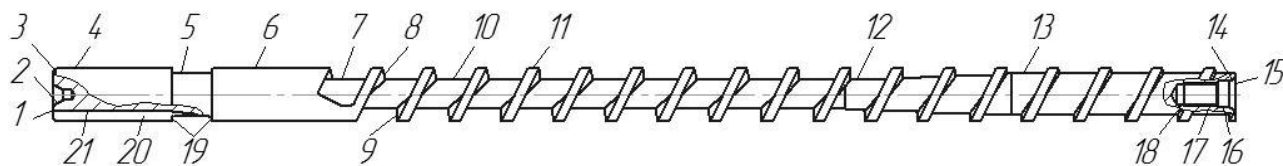


Рисунок - 1.1 Нумерация поверхностей

В соответствии с классификацией поверхностей по назначению к основным конструкторским базам относятся поверхности 6, 11; к вспомогательным конструкторским базам относятся поверхности 4, 21; к исполнительным поверхностям 7, 8, 9, 10, 12, 13; все оставшиеся поверхности являются свободными.

Из проведенного анализа видно, что деталь в целом технологична.

1.3 Задачи работы

Анализ базового варианта технологического процесса изготовления детали позволяет сформулировать следующие задачи проектирования: выбрать оптимальный метод получения заготовки, рассчитать припуск и спроектировать заготовку; применить средства технологического оснащения, которые отвечали бы современным требованиям; спроектировать оснастку и инструмент для обеспечения совершенствования техпроцесса; провести анализ техпроцесса на

наличие опасных и вредных факторов, на пожарную и экологическую безопасность; рассчитать экономические показатели работы.

2 Технологическая часть работы

2.1 Выбор типа производства

Исходя из типа производства определяют все его основные характеристики: тип оборудования, технологическую оснастку, режущие инструменты, форму организации техпроцесса, основные принципы его формирования, технологическую документацию и ряд других характеристик [4].

Определение типа производства возможно несколькими методами. Самый точный метод по коэффициенту закрепления операций. В данном случае применение этого метода невозможно, т.к. неизвестна номенклатура производства, отсутствуют данные по количеству оборудования. В этом случае работу можно отнести к проектной стадии и тип производства определить по данным [1, 4], в зависимости от массы детали и производственной программы. В данном случае тип производства среднесерийный, т.к. годовая программа составляет 7000 деталей, а масса детали равна 2,08 кг. Для дальнейшего проектирования техпроцесса принимаем характеристики производства согласно литературным данным [1, 5].

2.2 Выбор метода получения заготовки

При анализе данных было отмечено, что для данного шнека заготовку лучше всего получать штамповкой или из проката. Выбор конкретного метода производится путем сравнения общих затрат на получение детали [6].

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

где $C_{ЗАГ}$ - цена одного кг заготовки;

$C_{МЕХ}$ - цена механической обработки;

$C_{ОТХ}$ - цена одного кг стружки.

Расчет ведем для каждого варианта.

Расчет массы детали выполним путем создания ее твердотельной модели в программе «Компас 3D» (рисунок 2.1). Получим массу детали $q = 0,79$ кг.

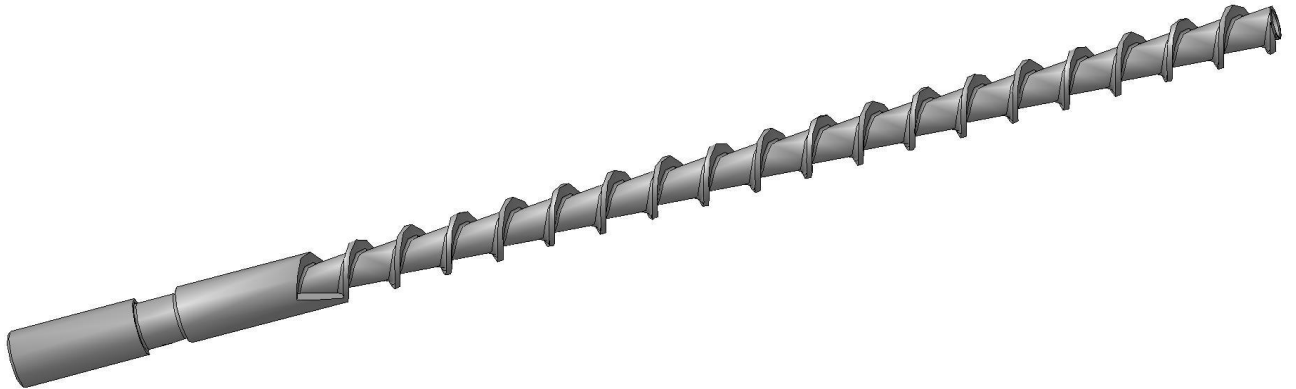


Рисунок 2.1 – 3D-модель детали

Массу заготовки также определим при помощи программы «Компас 3D».

$Q_1 = 1,96$ кг – для штамповки.

$Q_2 = 1,94$ кг – для проката.

$$C_{MEX} = C_C + E_H \cdot C_K \quad (2.2)$$

где C_C, C_K – текущие и капитальные затраты на стружку;

E_H - коэффициент эффективности вложений.

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

Цена заготовки:

$$C_{ЗАГ} = C_{ШТ} \cdot h_T \cdot h_C \cdot h_B \cdot h_M \cdot h_{П} \quad (2.3)$$

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

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

$$C_{ЗАГ1} = 40,25 \cdot 1,00 \cdot 0,84 \cdot 0,8 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 27,05 \text{ руб.}$$

Стоимость заготовки из проката:

$$C_{3AG} = C_{IP} \cdot h_{\Phi} \quad (2.4)$$

где C_{IP} - базовая стоимость одного кг заготовок;

h_{Φ} - коэффициент формы металлопроката.

$$C_{3AG2} = 14,14 \cdot 1,0 = 14,14 \text{ руб.}$$

$$C_{T1} = 27,05 \cdot 1,96 + 4,6 \cdot (0,96 - 0,79) \cdot 1,4 \cdot (0,96 - 0,79) = 55,95 \text{ руб.}$$

$$C_{T2} = 14,14 \cdot 1,94 + 4,6 \cdot (0,94 - 0,79) \cdot 1,4 \cdot (0,94 - 0,79) = 30,57 \text{ руб.}$$

Расчет показал, что наиболее выгодным методом получения заготовки в данном случае будет прокат.

2.3 Выбор методов обработки поверхностей

Цель выполнения данного этапа заключается в определении методов обработки, обеспечивающих минимум затрат на обработку при достижении заданной точности.

Конкретные методы обработки для каждой поверхности выбираются согласно данным и рекомендациям [7].

В таблице 2.1 представлены полученные результаты.

В данной таблице примем следующие сокращения: П – плоскость; Ц – цилиндр; К – конус; В – винтовая поверхность; ПВ – плоскость внутренняя; ЦВ – цилиндр внутренний; КВ – конус внутренний; Р – резьба; Т – черновое точение; Тч – чистовое точение; Ш – черновое шлифование; Шч – чистовое шлифование; Ф – черновое фрезерование; Фч – чистовое фрезерование; С – сверление; РН – резбонарезание; ТО – термическая обработка.

Таблица 2.1 - Методы обработки поверхностей

№	Тип	<i>IT</i>	<i>Ra</i>	Маршрут
1	П	12	12,5	Ф-ТО
2	КВ	10	1,25	С-ТО-Ш
3	К	12	12,5	Тч-ТО
4	Ц	7	1,25	Т-Тч-ТО-Ш-Шч
5	Ц	12	12,5	Т-ТО
6	Ц	8	0,32	Т-Тч-ТО-Ш-Шч-ПО
7	Ц	12	0,32	Ф-Фч-ТО-Ш-Шч-ПО
8	В	12	0,32	Ф-Фч-ТО-Ш-Шч-ПО
9	В	12	0,32	Ф-Фч-ТО-Ш-Шч-ПО
10	Ц	12	0,32	Ф-Фч-ТО-Ш-Шч-ПО
11	Ц	8	0,32	Т-Тч-ТО-Ш-Шч-ПО
12	Ц	12	0,32	Ф-Фч-ТО-Ш-Шч-ПО
13	Ц	10	0,32	Ф-Фч-ТО-Ш-Шч-ПО
14	КВ	10	1,25	С-ТО-Ш
15	П	12	12,5	Ф-ТО
16	ЦВ	12	12,5	С-ТО
17	Р	12	12,5	РН-ТО
18	ЦВ	12	12,5	С-ТО
19	П	12	12,5	Т-ТО
20	ПВ	9	3,2	Ф-ТО
21	ПВ	9	6,3	Ф-ТО

2.4 Определение припусков и проектирование заготовки

Определение припусков на обработку в условиях среднесерийного типа производства проводится расчетно-аналитическим методом (для точных поверхностей) и по нормативам и справочным данным [9, 10].

Результаты расчета представим в виде таблиц 2.2, 2.3.

Таблица 2.2 - Операционные припуски и размеры

№ перехода	IT	Td	a	Δ	ε	Z_{\min}	Z_{\max}	Z_{cp}	d_{\min}	d_{\max}	d_{cp}
0		0,9	0,3	0,225	-	-	-	-	24,616	25,516	25,066
1	12	0,21	0,2	0,053	0,025	0,526	1,078	0,802	23,354	23,564	23,459
2	10	0,084	0,1	0,021	0,025	0,259	0,406	0,333	22,836	22,920	22,878
3	11	0,13	0,25	0,033	-	-	-	-	22,859	22,989	22,924
4	8	0,033	0,15	0,009	0,012	0,285	0,367	0,326	22,289	22,322	22,306
5	7	0,021	0,01	0,005	0,012	0,165	0,192	0,178	21,959	21,98	21,97

Таблица 2.3 - Припуски на обработку

№	№ перехода	Z_{\min}	Z_{\max}
2	1	2,5	3,515
7	1	0,25	0,43
	2	0,05	0,23
	3	0,005	0,185
8	1	1,2	1,32
	2	0,6	0,72
	3	0,008	0,128
9	1	1,2	1,32
	2	0,6	0,72
	3	0,008	0,128
10	1	1,2	1,32
	2	0,6	0,72
	3	0,008	0,128
12	1	0,25	0,43
	2	0,05	0,23
	3	0,005	0,185
13	1	0,25	0,43
	2	0,05	0,23
	3	0,005	0,185
15	1	2,5	3,515

На основе полученных припусков на обработку и учитывая данные по выбору заготовки, проводим ее проектирование по методике и справочным данным [11].

Исходя из расчетов, в качестве заготовки принимаем прокат круглого сечения $\varnothing 25$ мм нормальной точности с допусками $\begin{matrix} 0,4 \\ 0,5 \end{matrix}$.

2.5 Разработка технологического маршрута

Выполнение данного пункта производится на основе рекомендаций [12].

Выбор технологической последовательности воздействий проводится на основе типового маршрута, учитывая весь набор геометрических требований.

Таблица 2.4 - Технологический маршрут

№	№ операции	№ обрабатываемых поверхностей
1	005	1, 15
2	005	2, 14
3	010	4, 11, 19
4	015	18
5	015	17
6	020	20, 21
7	025	4, 11
8	030	7, 8, 9, 10, 12, 13
9	035	все
10	040	в зависимости от результатов контроля
11	045	2, 14
12	050	6, 11
13	055	4
14	060	6, 11
15	065	4
16	070	7, 8, 9, 10, 12, 13
17	075	6, 11
18	080	7, 8, 9, 10, 12, 13
19	085	все
20	090	все

2.6 Проектирование плана изготовления

Данный этап заключается в формировании технологического процесса.

План изготовления формируется в виде графического документа, на котором указывается информация об оборудовании, технических операционных требованиях, схемах базирования и изображается эскиз операции. Оформление и формирование плана изготовления ведется на основании рекомендаций [12].

2.7 Выбор средств технологического оснащения

Данный этап выполняется основываясь на типе производства. Исходя из его характеристик, необходимо отдавать предпочтение универсальным и стандартизованным средствам технологического оснащения. Для корректного выполнения данного этапа будем пользоваться рекомендациями литературы [1]. Выбор моделей и типоразмеров соответствующих средств оснащения производим по каталогам и справочным данным [13, 14, 15, 16, 17, 18].

Результаты выбора отражены в таблицах 2.5, 2.6, 2.7, 2.8.

Таблица 2.5 - Технологическое оборудование

Опера ция	Наименование	Поверхности	<i>IT</i>	Оборудование
005	Центровально-подрезная	1, 2, 14, 15	12	Фрезерно-центровальный МР-75М
010	Токарная	4, 5, 11, 19	12	Токарно-винторезный 16К20Ф3
015	Сверлильная	17, 18	10	Сверлильный 2Н125Ф2
020	Фрезерная	20, 21	9	Горизонтально-фрезерный 6Т82Г
025	Токарная	4, 11	10	Токарно-винторезный 16К20Ф3
030	Фрезерная	7, 8, 9, 10, 12, 13	10	Обрабатывающий центр HAAS DS-30SSY
045	Центрошлифовальная	2, 14	8	Центрошлифовальный 3922
050	Круглошлифовальная	6, 11	8	Круглошлифовальный 3А151
055	Круглошлифовальная	4	8	Круглошлифовальный 3А151
060	Круглошлифовальная	6, 11	7	Круглошлифовальный 3А151
065	Круглошлифовальная	4	7	Круглошлифовальный 3А151
070	Шлифовальная	7, 8, 9, 10, 12, 13	8	Шлифовальный с ЧПУ LUREN LWT-2080
075	Полировальная	6, 11	7	Полировальный 3890
080	Полировальная	7, 8, 9, 10, 12, 13	7	Ленточно-полировальный с ЧПУ IBS Sigma

Таблица 2.6 - Станочные приспособления

Оп.	Наименование	Содержание	Установочные элементы	Зажимные элементы	Наименование приспособления
1	2	3	4	5	6
005	Центровально-подрезная	Подрезание торцев, сверление отверстий	Губки, упор ГОСТ4743-83	Губки	Тиски самоцентрирующие специальные
010	Токарная	Точение шеек	Центр ГОСТ8742-75	Кулачки	Патрон трехкулачковый ГОСТ2675-80
015	Сверлильная	Сверление, резьбонарезание	Губки, центр ГОСТ8742-75	Губки	Тиски самоцентрирующие специальные
020	Фрезерная	Фрезерование паза	Губки, упор ГОСТ4743-83	Губки	Тиски самоцентрирующие специальные
025	Токарная	Точение шеек	Центра ГОСТ8742-75	Кулачки	Патрон трехкулачковый

Продолжение таблицы 2.6

1	2	3	4	5	6
					ГОСТ2675-80
030	Фрезерная	Фрезерование	Центр плавающий ГОСТ 2375-79, центр упорный ГОСТ 8740-75	Кулачки	Патрон двухкулачковый ГОСТ24351-80
045	Центрошлифовальная	Шлифование центров	Губки, упор ГОСТ4743-83	Губки	Тиски самоцентрирующие и специальные
050	Круглошлифовальная	Шлифование шеек	Центр плавающий ГОСТ 2375-79, центр упорный ГОСТ 8740-75	Поводок	Патрон поводковый ГОСТ2571-71
055	Круглошлифовальная	Шлифование шейки	Центр плавающий ГОСТ 2375-79, центр упорный ГОСТ 8740-75	Поводок	Патрон поводковый по ГОСТ2571-71

Продолжение таблицы 2.6

1	2	3	4	5	6
060	Круглошлифовальная	Шлифование шеек	Центр плавающий ГОСТ 2375-79, центр упорный ГОСТ 8740-75	Поводок	Патрон ГОСТ2571-71
065	Круглошлифовальная	Шлифование шейки	Центр плавающий ГОСТ 2375-79, центр упорный ГОСТ 8740-75	Поводок	Патрон ГОСТ2571-71
070	Шлифовальная	Шлифование шнека	Центр плавающий ГОСТ 2375-79, центр упорный ГОСТ 8740-75	Кулачки	Патрон двухкулачковый ГОСТ24351-80
075	Полировальная	Полирование шеек	Центр плавающий ГОСТ 2375-79, центр упорный ГОСТ 8740-75	Поводок	Патрон ГОСТ2571-71
080	Полировальная	Полирование шнека	Центр плавающий	Кулачки	Патрон

Продолжение таблицы 2.6

1	2	3	4	5	6
			ГОСТ 2375-79, центр упорный ГОСТ 8740-75		двухкулачковый ГОСТ24351-80

Таблица 2.7 - Режущий инструмент

Опера ция	Наименование	Содержание	Материал режущей части	Наименование инструмента
1	2	3	4	5
005	Центровально- подрезная	Подрезание торцев, сверление отверстий	T5K10, P6M5	Пластина твердосплавная ГОСТ 19052-80 T5K10 Сверло центровальное 2317007 ГОСТ 14952-75 P6M5
010	Токарная	Точение шеек	T5K10	Резец контурный ГОСТ18879-73 T5K10
015	Сверлильная	Сверление, резьбонарезание	P6M5	Сверло Ø9,5 ГОСТ4010-77 P6M5, Метчик M10 ГОСТ3266-81 P6M5
020	Фрезерная	Фрезерование паза	P6M5	Фреза дисковая Ø80 ГОСТ 3964-69 P6M5
025	Токарная	Точение шеек	T30K4	Резец контурный ГОСТ18879-73 T30K4

Продолжение таблицы 2.7

1	2	3	4	5
030	Фрезерная	Фрезерование	GC1640, GC1620	Фреза концевая R216.24-10050BCC16P GC1640 Sandvik, Фреза концевая R216.53-08040RAL15G GC1620 Sandvik
045	Центрошлифов альная	Шлифование центров	Алмаз синтетический	Головка АГК ГОСТ2447-82
050	Круглошлифов альная	Шлифование шеек	Электрокорунд	Круг 1-500x45x305 23A46M8V 30м/с1А ГОСТ52781-2007
055	Круглошлифов альная	Шлифование шейки	Электрокорунд	Круг 1-500x45x305 23A46M8V30м/с1А ГОСТ52781-2007
060	Круглошлифов альная	Шлифование шеек	Электрокорунд	Круг 1-500x45x305 24A60K7V35м/с1А
065	Круглошлифов альная	Шлифование шейки	Электрокорунд	Круг 1-500x45x305 24A60K7V35м/с1А
070	Шлифовальная	Шлифование шнека	Электрокорунд	Круг специальный 24A60K7V35м/с1А
075	Полировальная	Полирование шеек	Карбид кремния	Лента полировальная Р400 ГОСТ 3647-2004

Продолжение таблицы 2.7

1	2	3	4	5
080	Полировальная	Полирование шнека	Карбид кремния	Лента полировальная Р400 ГОСТ 3647-2004

Таблица 2.8 - Средства контроля

Операция	Размер для контроля	<i>IT</i>	Контрольные приспособления
005	Ø4,5, L=500	12	Штангенциркуль ГОСТ166-89, калибр
010	Ø22, L=433, L=416, L=67	12	Штангенциркуль ГОСТ166-89
015	M10x1,25	8	Калибр
020	L=2, L=8, L=50, R=40	9	Штангенциркуль ГОСТ166-89, калибр
025	Ø22	10	Штангенциркуль ГОСТ166-89
030	Ø17,5, Ø12, L=405, L=335, L=107, L=4, L=5, L=6	10	Калибры
045	Ø4,5	8	Калибры
050	Ø22	8	Микрометр ГОСТ6507-90
055	Ø22	8	Микрометр ГОСТ6507-90
060	Ø22	7	Микрометр ГОСТ6507-90
065	Ø22	7	Микрометр ГОСТ6507-90
070	Ø17,5, Ø12, L=405, L=335, L=107, L=4, L=5, L=6	10	Калибры
075	Ø22	7	Микрометр ГОСТ6507-90
080	Ø17,5, Ø12, L=405, L=335, L=107, L=4, L=5, L=6	10	Калибры

2.8 Проектирование технологических операций

Выполнение проектирования технологических операций заключается в расчете режимов резания и нормировании технологических операций. Исходя из типа производства, для расчета режимов резания рекомендуется применять расчетно-аналитический метод и отраслевые нормативы.

Данный раздел выполняем согласно рекомендациям [13, 19, 20, 21].

Методика расчета режимов резания следующая.

Скорость резания определяется:

$$V = \frac{C_v \cdot K_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y}, \quad (2.5)$$

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:

$$n = \frac{1000V}{\pi \cdot d} \quad (2.6)$$

где d – диаметр обработки.

Фактическая скорость:

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

Сила:

$$P_z = 10C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p, \quad (2.8)$$

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

Мощность резания:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} \quad (2.9)$$

Скорость вращения заготовки при шлифовании:

$$V_3 = \frac{C_v \cdot d^{0.5}}{T^{0.6} \cdot t^{0.9} \cdot \beta^{0.9}}, \quad (2.10)$$

где C_v – коэффициент;

T – период стойкости шлифовального круга;

β - коэффициент подачи.

Скорость круга:

$$V_k = \frac{\pi \cdot D_k \cdot n_k}{1000 \cdot 60}, \quad (2.11)$$

где D_k – диаметр шлифовального круга;

n_k – частота вращения шпинделя по паспорту станка.

Мощность резания при шлифовании:

$$N = C_N \cdot V_s^{0.5} \cdot t^{0.4} \cdot S_{\text{прод}}^{0.4} \cdot D^{0.5} \quad (2.12)$$

Штучно-калькуляционное время:

$$T_{\text{шт.к.}} = T_{\text{шт}} + \frac{T}{n_3} \quad (2.13)$$

Таблица 2.9 - Режимы резания

№ операции	№ перехода	S_o	V	n	L_{PX}	T_o
005	1	0,05	23	1600	10	0,13
	2	0,05	126	1600		
010	1	0,3	110	1600	435	0,91
	2	0,3	110	1600	70	0,15
015	1	0,15	34	1000	27	0,18
	2	1,5	9	250	24	0,07
020	1	0,1	90	360	52	0,12
025	1	0,15	110	1600	435	1,81
	2	0,15	110	1600	52	0,22
030	1	0,025	85	2700	792	2,93
	2	0,02	100	3980	1188	3,73
045	1	0,55	15	300	0,8	0,18
050	1	0,02	30	320	435	1,71
055	1	0,02	30	320	52	0,2
060	1	0,009	35	250	435	3,13
065	1	0,009	35	250	52	0,38
070	1	0,010	35	320	395	4,58
075	1		60	100	435	1,85
080	1		60	100	395	4,25

3 Проектирование приспособления и режущего инструмента

3.1 Проектирование приспособления

При выполнении центровально-подрезной операции используется приспособление с ручным приводом, что негативно сказывается на точности обработки ввиду непостоянства сил закрепления. Разработаем приспособление с механизированным приводом.

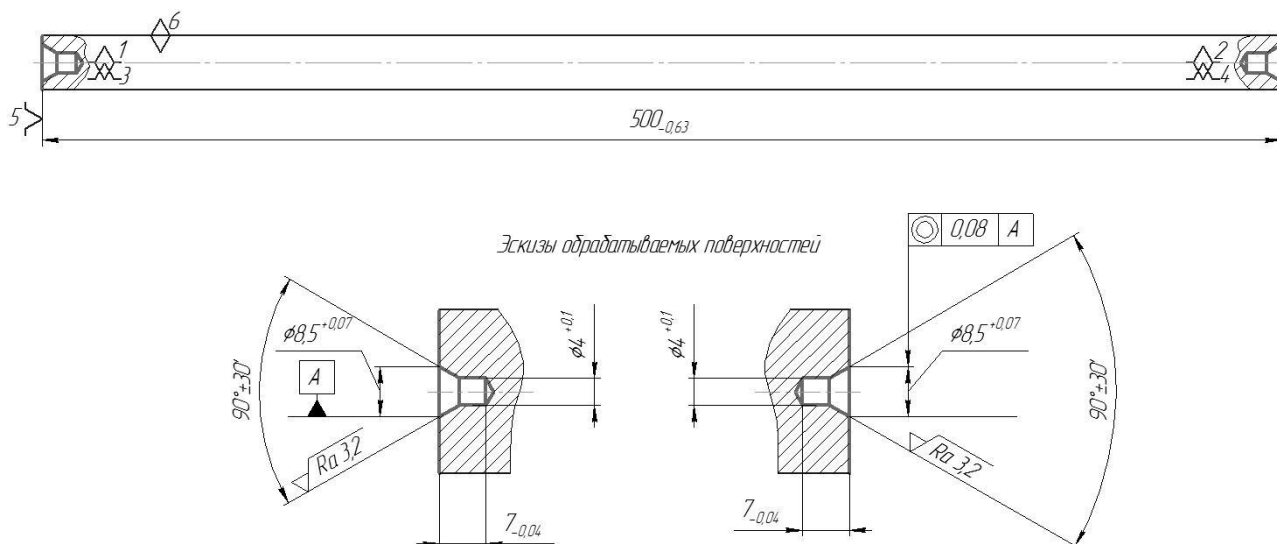


Рисунок 3.1 - Операционный эскиз

Вид и материал заготовки - прокат из стали 38Х2МЮА, $\sigma_B=980$ МПа, НВ 226...232.

Режущий инструмент – сверло центровочное $\varnothing 4,5$ Р6М5, пластины из сплава Т5К10.

Режимы резания: глубина обработки $t=3$ мм, подача $S_Z=0.15$ мм/зуб, $V=46.6$ м/мин, $n=250$ об/мин (для перехода фрезерование торцев).

Металлорежущий станок модели МР75М размеры стола 800х1400мм.

Расчет ведем согласно рекомендаций и данных [22, 23, 24].

Силы резания при подрезании:

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

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

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

Получим:

$$K_v = 1 \cdot 0,89 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0,89$$

$$P_z = 10 \cdot 200 \cdot 8,5^1 \cdot 0,05^{0,75} \cdot 126^0 \cdot 0,89 = 1600 \text{ Н.}$$

$$P_y = 10 \cdot 125 \cdot 8,5^{0,9} \cdot 0,05^{0,6} \cdot 126^0 \cdot 0,89 = 1266 \text{ Н.}$$

$$P_x = 10 \cdot 67 \cdot 8,5^{1,2} \cdot 0,05^{0,65} \cdot 126^0 \cdot 0,89 = 1110 \text{ Н.}$$

Для перехода сверление.

Определяем крутящий момент:

$$M_{кр} = 10 C_M D^q S^y K_p \quad (3.3)$$

где C_M , q , y , K_p – коэффициенты и показатели степеней, которые

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,0345 \cdot 4,5^{2,0} \cdot 0,05^{0,8} \cdot 1,0 = 0,636 \text{ Нм} = 63,6 \text{ Нмм.}$$

Определяем осевую силу:

$$P_o = 10 C_P D^q S^y K_p \quad (3.4)$$

$$P_o = 10 \cdot 68 \cdot 4,5^{1,0} \cdot 0,05^{0,7} \cdot 1,0 = 376 \text{ Н.}$$

При подрезании торца силы резания больше, поэтому дальнейшие расчеты ведем по данному переходу.

Момент сил резания:

$$M_p = P_z \cdot l \quad (3.5)$$

Момент сил закрепления:

$$M_3 = W \cdot l_1 \quad (3.6)$$

Из условия равновесия определяем:

$$W = \frac{KP_z l}{l_1} \quad (3.7)$$

$$W' = \frac{2,2 \cdot 1856 \cdot 10}{60} = 681 \text{ Н.}$$

Момент силы P_y :

$$M_P = \frac{P_y d_0}{2} \quad (3.8)$$

Момент сил закрепления:

$$M_3 = \frac{8Td_3}{2} = 4Wfd_3 \quad (3.9)$$

Из условия равновесия определяем:

$$W'' = \frac{KP_y d_0}{8fd_3} \quad (3.10)$$

$$W'' = \frac{2,2 \cdot 1266 \cdot 25}{8 \cdot 0,16 \cdot 25} = 2176 \text{ Н.}$$

Для дальнейшего расчета выбираем большую величину W .

С учетом угла призмы определим:

$$W = \frac{W''}{\sin \frac{\alpha}{2}} \quad (3.11)$$

$$W = \frac{2176}{\sin 45^\circ} = 3078 \text{ Н.}$$

Усилие, прикладываемое к основанию призмы:

$$W_1 = \frac{W}{1 - \frac{3l}{H} f_1} \quad (3.12)$$

где l - вылет;

H - длина направляющих;

f_1 - коэффициент трения.

$$W_1 = \frac{3078}{1 - \frac{3 \cdot 60}{75} 0,1} = 4050 \text{ Н.}$$

Усилие на двух ползушках равно:

$$Q = \frac{2W_1}{i} \quad (3.13)$$

где i – отношение плеч.

$$Q = \frac{2 \cdot 4050}{1,8} = 4500 \text{ Н.}$$

Опыт конструирования показывает, что применение рычажного зажимного механизма обеспечивает выигрыша в силе и в данном приспособлении сила на штоке силового привода должна составлять 4050 Н.

Определяем диаметр поршня:

$$D = \sqrt{\frac{1,27 \cdot Q}{P} + d^2} \quad (3.14)$$

где P - давление рабочей среды;

d – диаметр штока.

$$D = \sqrt{\frac{1,27 \cdot 4500}{2,5} + 25^2} = 56 \text{ мм}$$

Примем ближайшее большее стандартное значение 60 мм.

Время срабатывания гидроцилиндра равно:

$$\tau = \frac{G}{S_k V} \quad (3.15)$$

где G - объем полости гидроцилиндра при заданной длине хода определяемый;

S_k - площадь сечения канала, по которому подводится масло;

V - скорость перемещения жидкости в трубопроводе, которая по данным [24] при P_Γ до 5МПа составляет $V=40\text{см/с}$.

$$\tau = \frac{28,26}{0,785 \cdot 40} = 0,9 \text{ с.}$$

Время мало и наличие приспособления не приведет к снижению производительности.

Точность приспособления рассчитаем [23]:

$$\varepsilon_{\text{пр}} \leq T - K_T \sqrt{K_{T1} \varepsilon_\delta^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_y^2 + \varepsilon_{\text{и}}^2 + K_{T2} \omega} \quad (3.16)$$

где T - допуск на размер;

K_T - коэффициент, отклонения от нормального распределения.

ε_δ - погрешность от несовпадения баз.

$$\varepsilon_\delta = \Delta_1 = \frac{d_3}{2} \sin \frac{\Delta \alpha}{2} = \frac{36}{2} \sin 0^\circ 30' = 0,021 \text{ мм.}$$

ε_3 - погрешность от усилия при закреплении;

ε_y – погрешность, которая возникает при установке приспособления на станке;

$\varepsilon_{\text{и}}$ - погрешность от износа установочных элементов:

$$\varepsilon_u = u_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \quad (3.17)$$

где u_0 - износ установочных элементов;

k_1, k_2, k_3, k_4 - коэффициенты, которые учитывают условия эксплуатации приспособления.

$$\varepsilon_u = 115 \cdot 0,97 \cdot 1,0 \cdot 0,94 \cdot 1 = 104 \text{ МКМ.}$$

$$\varepsilon_{\text{пр}} \leq 0,3 \cdot \sqrt{0^2 + 0^2 + 0,038^2 + 0,1^2 + (0,6 \cdot 0,12)^2} = 0,172 \approx 0,17 \text{ мм.}$$

Исходя из полученного значения, назначаем точность звеньев расчетной цепи приспособления по способу равных допусков. Полученные результаты отражены на соответствующем чертеже.

3.2 Проектирование режущего инструмента

Одной из основных проблем на шлифовальных операциях является повышенная температура в зоне резания. В результате этого снижается качество обработанной поверхности и увеличивается процент брака. Попытаемся решить эту проблему путем конструирования специального шлифовального круга по методике [25].

Согласно справочных данных для стали 38Х2МЮА в качестве режущего зерна применяется белый электрокорунд, твердость принимается К (средняя), структура 7, размер зерна 60, связка керамическая V.

Для улучшения характеристик круга предлагается пропитывать его раствором мочевино-формальдегидной смолы и воды, что по данным [26], улучшит его стойкость.

С целью снижения температуры в зоне резания круг делаем не цельный, а из сегментов, между которыми образуются пазы. При этом пазы расположены под углом к торцу круга, что обеспечивает плавное вхождение сегмента в зону резания и предотвратит удары. Количество сегментов в нашем случае принимаем 12 штук. Крепление сегментов предлагается осуществить винтами с отверстиями для подвода смазочно-охлаждающей жидкости, что также позволит снизить температуру в зоне резания. Более подробно конструкция данного круга представлена на его рабочем чертеже.

Данные технические решения позволят увеличить стойкость круга на 30% и снизить количество брака по прижогам на 10-15%.

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	Фрезерование	Фрезерная операция	Фрезеровщик	Фрезерно-центровальный станок МР-75М	Сталь 38Х2МЮА, смазочно-охлаждающая жидкость
2	Шлифование	Шлифовальная операция	Шлифовщик	Круглошлифовальный станок 3А151	Сталь 38Х2МЮА, 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
Фрезерная	Высокая температура поверхности оборудования и материалов, движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки; высокий уровень шума	Заготовка детали, металлорежущий инструмент, фрезерно-центровальный станок МР-75М
Шлифовальная	Высокая температура поверхности оборудования и материалов,	Заготовка детали, металлорежущий инструмент, круглошлифовальный станок 3А151

Продолжение таблицы 4.2

1	2	3
	<p>движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки; высокий уровень шума</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	Наушники «Кедр»

4.4 Пожарная и техногенная безопасность технического объекта

Таблица 4.4 – Определение характеристик пожара

№ п/п	Производственный участок и/или производственное подразделение	Используемое оборудование	Номер пожара	Опасные факторы при пожаре	Сопутствующие проявляющиеся факторы при пожаре
1	Участок механической обработки	Фрезерно- центровальный станок MP-75M Круглошлифовальный станок ЗА151	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 для 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 высокого давления	Респираторы, пожарные веревки и карабины противогазы	Лопаты, багры, ломы, топоры	Автоматические извещатели

Таблица 4.6 – Средства обеспечения пожарной безопасности

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

4.5 Определение экологически опасных факторов объекта

Таблица 4.7 – Определение экологически опасных факторов объекта

Название	Структурные	Экологическ	Экологическое	Экологическое
технического объекта и/или производствен ного техпроцесса	элементы технического объекта и/или производственног о техпроцесса (производственног о сооружения или производственног о здания по функциональному назначению, операций техпроцесса, технического оборудования), а также энергетической установки, транспорта и т.п.	ое негативное воздействие рассматривае мого технического объекта на атмосферу (опасные и вредные выбросы в воздух)	негативное воздействие рассматриваемог о технического объекта на гидросферу (забор воды из источников водяного снабжения, сточные воды)	негативное воздействие рассматриваемого технического объекта на литосферу (недра, почву, забор плодородной почвы, растительный покров, порча растительного покрова, землеотчуждение и образование отходов и т.д.)
Фрезерова ние Шлифован ие	Фрезерно- центровальный станок МР-75М Круглошлифов альный станок ЗА151	Пыль металличес кая	Взвешенные вещества и нефтепродукт ы	Основная часть отходов должна храниться в металлических контейнерах

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

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

4.6 Выводы по результатам выполнения раздела

В результате выполнения раздела проведен анализ техпроцесса изготовления шнека на предмет выявления опасных и вредных производственных факторов, а также разработаны меры по снижению их влияния. Также, в данном разделе разработаны меры по снижению пожарной опасности и меры по сохранению экологии и окружающей среды.

5 Экономическая эффективность работы

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

В процессе написания выпускной квалификационной работы было предложено совершенствование исходного технологического процесса изготовления детали «шнек Томо». Чтобы сделать заключение об эффективности предложенного изменения необходимо проанализировать сравниваемые параметры вариантов технологического процесса. Основные отличительные особенности исходных и предлагаемых изменений по операциям «005 – Центрально-подрезная» и «060 – Круглошлифовальная», представлена в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Отличительные особенности сравниваемых вариантов технологических процессов изготовления детали

Базовый вариант	Проектируемый вариант
Операция 005 – Центрально-подрезная	
<p><u>Оборудование</u> – центрально-подрезной станок, модель МР-75М.</p> <p><u>Оснастка</u> – тиски ручные.</p> <p><u>Инструменты</u> – пластина Т5К10; сверло центровочное Р6М5.</p> <p>$T_O = 0,13 \text{ мин}; T_{ШТ-К} = 1,54 \text{ мин}$</p>	<p><u>Оборудование</u> – центрально-подрезной станок, модель МР-75М.</p> <p><u>Оснастка</u> – тиски механические.</p> <p><u>Инструменты</u> – пластина Т5К10; сверло центровочное Р6М5.</p> <p>$T_O = 0,13 \text{ мин}; T_{ШТ-К} = 0,85 \text{ мин}$</p>
Операция 060 – Круглошлифовальная	
<p><u>Оборудование</u> – круглошлифовальный станок, модель 3А151.</p> <p><u>Оснастка</u> – центра ГОСТ 8740-75, патрон поводковый ГОСТ 2571-71.</p> <p><u>Инструмент</u> – круг шлифовальный, 24А60К7V.</p> <p>$T_O = 4,46 \text{ мин}; T_{ШТ-К} = 5,24 \text{ мин}$</p>	<p><u>Оборудование</u> – круглошлифовальный станок, модель 3А151.</p> <p><u>Оснастка</u> – центра ГОСТ 8740-75, патрон поводковый ГОСТ 2571-71.</p> <p><u>Инструмент</u> – круг шлифовальный с канавками и внутренним подводом СОЖ, 24А60К7V.</p> <p>$T_O = 3,13 \text{ мин}; T_{ШТ-К} = 3,91 \text{ мин}$</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 7000 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 005 – Центровально-подрезной и операции 060 – Круглошлифовальной. По исходному варианту технологического процесса она составляет 42,85 руб., а по проектируемому – 29,12 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.

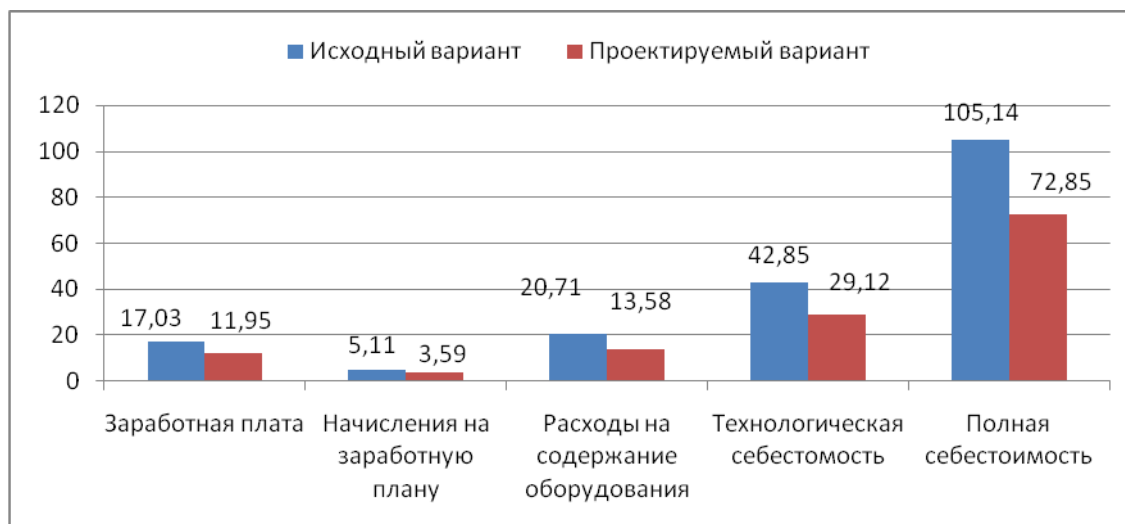


Рисунок 5.1 – Структура технологической себестоимости, величина технологической и полной себестоимости, руб.

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 140448,76 руб. и учитывает изменяющиеся условия (инструмент, приспособление и затраты на проектирование) при выполнении операций «005 Центровально-подрезная» и «060 Круглошлифовальная».

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

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

Таблица 5.2 – Результаты показателей эффективности внедрения предложений

№	Наименование показателей	Условное обозначение, единица измерения	Значение показателей
1	Чистая прибыль	<i>П_{чист}, руб.</i>	180824
2	Срок окупаемости инвестиций	<i>T_{ок}, лет</i>	2
3	Общий дисконтированный доход	<i>Д_{общ.диск.}, руб.</i>	158040,18
4	Интегральный экономический эффект	<i>Э_{инт} = ЧДД, руб.</i>	17591,41
5	Индекс доходности	<i>ИД, руб.</i>	1,13

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 – 17591,41 руб., во-вторых – оптимальное значение срока окупаемости для машиностроительного предприятия – 2 года, и в-третьих – индекс доходности (ИД), который составляет 1,13 руб./руб.

Все вышеперечисленные значения свидетельствуют о целесообразности использования описанных совершенствований, которые касаются операций 005 и 060 технологического процесса изготовления детали «шнек Томо».

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выполнение данной работы позволило решить все поставленные ранее задачи. В частности: спроектирована заготовка, сделаны расчеты припусков и режимов резания, спроектирован маршрутно-операционная технология изготовления шнека, для центровально-подрезной операции спроектировано соответствующее приспособление, спроектирован режущий инструмент для шлифовальной операции.

Данные решения позволили достигнуть цели работы - разработать технологический процесса изготовления шнека позволяющего выпускать детали заданного качества в установленном количестве с наименьшими затратами, что подтверждено в результате проведенного экономического обоснования.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Горбачевич, А.Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: учебное пособие для вузов / А.Ф. Горбачевич, В.А. Шкред. М: – ООО ИД «Альянс», 2007 – 256 с.
2. 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. Ковшов, А. Н. Технология машиностроения : учеб. для вузов / А. Н. Ковшов. - Изд. 2-е, испр. ; Гриф УМО. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2008. - 319 с.
4. Основы технологии машиностроения [Электронный ресурс] : учебник / В. В. Клепиков [и др.]. - Москва : ИНФРА-М, 2017. - 295 с.
5. Лебедев, В. А. Технология машиностроения : Проектирование технологий изготовления изделий : учеб. пособие для вузов / В. А. Лебедев, М. А. Тамаркин, Д. П. Гепта. - Гриф УМО. - Ростов-на-Дону : Феникс, 2008. - 361с.
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. Суслов, А. Г. Технология машиностроения : учеб. для вузов / А. Г. Суслов. - 2-е изд., перераб. и доп. ; Гриф МО. - Москва : Машиностроение, 2007. - 429 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. Боровков, В.М. Заготовки в машиностроении : учеб. пособие для вузов по спец. 1201 "Технология машиностроения" / В. М. Боровков [и др.] ; ТГУ. - Гриф УМО; ТГУ. - Тольятти : ТГУ, 2007. - 67 с. : ил. - 34-00.

12. 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.

13. 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.

14. 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.

15. 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.

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

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

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

19. 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.

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

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

22. 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.

23. 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.

24. 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.

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

Формат	Зона	Лист	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	
<u>Документация</u>							
A1			17.07.ТМ.109.008.000.СБ	Сборочный чертеж			
<u>Детали</u>							
A2	1		17.07.ТМ.109.008.001	Корпус	1		
A4	2		17.07.ТМ.109.008.002	Палец ромбический	1		
A4	3		17.07.ТМ.109.008.003	Крышка	1		
A3	4		17.07.ТМ.109.008.004	Корпус гидроцилиндра	1		
A4	5		17.07.ТМ.109.008.005	Шпонка	2		
A3	6		17.07.ТМ.109.008.006	Рычаг	2		
A3	7		17.07.ТМ.109.008.007	Ползушка	2		
A3	8		17.07.ТМ.109.008.008	Призма	2		
A3	9		17.07.ТМ.109.008.009	Подставка	2		
A3	10		17.07.ТМ.109.008.010	Втулка	1		
A3	11		17.07.ТМ.109.008.011	Поршень	1		
A4	12		17.07.ТМ.109.008.012	Пластики	4		
A4	13		17.07.ТМ.109.008.013	Упор	1		
A3	14		17.07.ТМ.109.008.014	Шток	1		
<u>Стандартные изделия</u>							
	15			Винт М8х15 ГОСТ 1172-68	8		
	16			Винт М10х25 ГОСТ 11725-68	2		
			17.07.ТМ.109.008.000				
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			
Разраб.	Ковалев						
Проб.	Левашкин						
Н.контр.	Виткалов						
Утв.	Логинов						
Тиски самоцентрирующие					Лит.	Лист	Листов
					В	1	2
					ТГУ, МСБЗ-1202		

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Маршрутные карты

А	Цех	Уч	РМ	Опер	Код наименования операции	Обозначение документа						
						СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН
Т 19	396110 Патрон 3-х кулачковый ГОСТ 2675-80; 392841 Центр ГОСТ 8742-75; 392101 Резец контурный											
Т 20	Т5К10 ГОСТ18879-73; 393311 Штангенциркуль ШЦ-2 ГОСТ166-89.											
21												
А 22	XX XX XX 015 4120 Сверлильная											
Б 23	381210 Сверлильный с ЧПУ 2Н125Ф2 3 17335 422 1Р 1 1 1 1200 1 0.94											
О 24	Сверлить, нарезать резьбу поверхность 10 в размер М10 ^{+0,07} , 58.5 ^{+0,3} , 478 ^{+0,3} , 475 ^{+0,3} .											
Т 25	396131 Тиски самоцентрирующие специальные; 391213 Сверла ø9.5 ГОСТ4010-77 Р6М5; 391311 Метчик											
Т 26	М10 ГОСТ3266-81 Р6М5; 393400 Калибры.											
27												
А 28	XX XX XX 020 4262 Фрезерная											
Б 29	381631 Горизонтально-фрезерный 6Т82Г 3 18632 422 1Р 1 1 1 1200 1 0.73											
О 30	Фрезеровать поверхности 20, 21 в размер 7 ^{+0,1} , 8 ^{+0,030} , R40 ^{+0,1} .											
Т 31	396131 Тиски самоцентрирующие специальные; 391833 Фреза дисковая Р6М5 ø80 ГОСТ 3964-69 Р6М5;											
Т 32	391833 Фреза дисковая Р6М5 ø80 ГОСТ 3964-69 Р6М5; 393311 Штангенциркуль ШЦ-2 ГОСТ166-89.											
Т 33	393400 Калибры.											
34												
А 35	XX XX XX 025 4110 Токарная											
Б 36	381101 Токарный 16К20Ф3 3 18217 422 1Р 1 1 1 1200 1 2.54											
О 37	Точить Установки поверхности 11 в размер ø22,92 ^{+0,084} . Установки поверхности 4 в размер ø22,92 ^{+0,084} .											
Т 38	396110 Патрон 3-х кулачковый ГОСТ 2675-80; 392841 Центр ГОСТ 8742-75; 392101 Резец контурный											
Т 39	Т30К4 ГОСТ18879-73; 393311 Штангенциркуль ШЦ-2 ГОСТ166-89.											
40												
А 41	XX XX XX 030 4260 Фрезерная											
МК												

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Операционные карты

