

АННОТАЦИЯ

Технологический процесс изготовления вала сортировочной машины.
Кафедра: Оборудование и технологии машиностроительного производства.
ТГУ Тольятти, 2017 г.

В данной работе рассмотрены вопросы проектирования техпроцесса изготовления вала сортировочной машины. В первой главе описываются исходные данные и делаются выводы о задачах работы. Во второй главе выбирается и проектируется заготовка, рассчитываются припуски на обработку и режимы резания, проектируется маршрутно-операционная технология изготовления детали. В третьей главе проектируется специальная оснастка и режущий инструмент с целью совершенствования технологического процесса. В четвертой главе оценивается безопасность и экологичность технологического процесса. В пятой главе определяются экономические показатели от предложенных технических решений.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	6
1 Описание исходных данных.....	7
1.1 Анализ служебного назначения детали.....	7
1.2 Анализ технологичности детали.....	7
1.3 Задачи работы.....	8
2 Технологическая часть работы.....	9
2.1 Определение исходных параметров техпроцесса	9
2.2 Экономическое обоснование выбора метода получения заготовки	9
2.3 Выбор методов обработки поверхностей.....	11
2.4 Определение припусков.....	13
2.5 Проектирование заготовки.....	19
2.6 Разработка технологического маршрута.....	19
2.7 План изготовления детали.....	20
2.8 Выбор средств технологического оснащения.....	21
2.9 Проектирование технологических операций.....	23
3 Проектирование приспособления и режущего инструмента.....	27
3.1 Проектирование приспособления	27
3.2 Проектирование режущего инструмента.....	31
4 Безопасность и экологичность технического объекта.....	33
5 Экономическая эффективность работы.....	42
Заключение.....	46
Список использованных источников.....	47
Приложения.....	50

ВВЕДЕНИЕ

Современное производство характеризуется высокой степенью автоматизации всех видов работ, в том числе и сортировочных. Рассматриваемая сортировочная машина относится к таким средствам автоматизации. Вал сортировочной машины является конечным звеном кинематической цепи. Качество изготовления вала влияет на точность, надежность и производительность всей сортировочной машины. Основы обеспечения перечисленных характеристик закладываются на стадии изготовления. Всегда имеется несколько вариантов техпроцессов изготовления, поэтому нужно не только провести его проектирование, но и выбрать наилучший.

Из всего вышесказанного можно сформулировать следующую цель работы: спроектировать технологический процесс, который позволит произвести заданное количество деталей в заданные сроки при обеспечении минимальных затрат.

1 Описание исходных данных

1.1 Анализ служебного назначения детали

В процессе эксплуатации вал вращает исполнительный механизм сортировочной машины, который непосредственно воздействует на сортируемые изделия.

Деталь имеет несложную ступенчатую конфигурацию, ступени убывают в обе стороны. Вал устанавливается в подшипниках. Вращение получает от зубчатого колеса через шпоночный паз. Работает в закрытом корпусе в умеренно агрессивной среде при высоких нагрузках, возможно появление достаточно высоких температур.

1.2 Анализ технологичности детали

Технологичность детали оценивается по методике [1].

Деталь изготавливается из стали 40Х ГОСТ 4543-71. Химический состав [2]: углерод 0,36-0,44%, хром 0,8-1,1%, марганец 0,5-0,8%, кремний 0,17-0,37%, никель до 0,3%, сера до 0,035%, фосфор 0,035%, медь до 0,3%. Прочность $\sigma_B = 570$ МПа.

Анализ конструкции детали позволяет сделать следующие выводы о технологичности общей конфигурации детали. Механическая обработка поверхностей является типовой. Элементы конструкции детали стандартизированы, размеры приняты из нормального ряда. Следовательно, можно применять стандартные средства оснащения.

В качестве баз для установки деталей на механической обработке могут быть приняты цилиндрические поверхности и специальные центровые отверстия.

Точность и шероховатость предполагает механическую обработку всех поверхностей. Данное условие определяется условиями работы детали. Изменение этих параметров поверхностей приведет к снижению точности сборки узла и ухудшению его эксплуатационных показателей, интенсивному изнашиванию.

Для проведения качественного анализа поверхностей детали систематизируем их по назначению. Результаты этого анализа позволят выявить наиболее ответственные элементы конструкции детали. В соответствии с классификацией поверхностей по назначению [3] к исполнительным поверхностям относятся 31, 44; к основным конструкторским базам относятся поверхности 10, 12, 17; к вспомогательным конструкторским базам относятся поверхности 6, 14, 21, 30, 32, 34, 41.

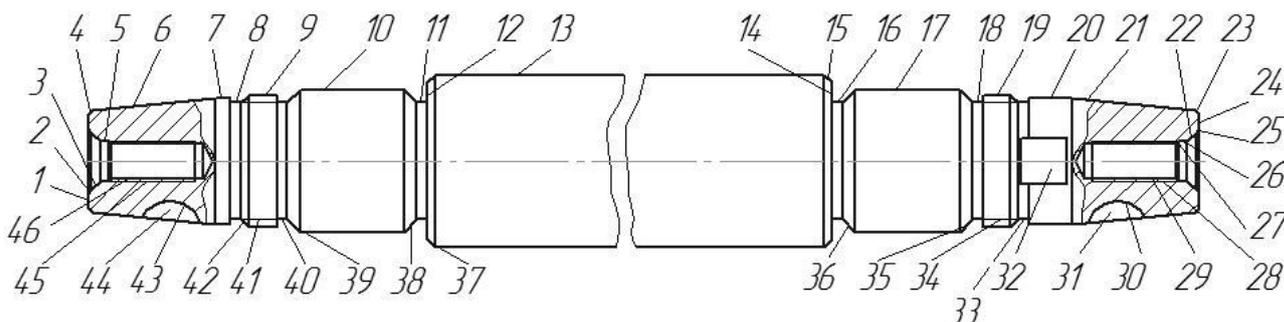


Рисунок 1.1 – Номера поверхностей

1.3 Задачи работы

Рассмотренный выше анализ технологичности вала позволяет сформулировать следующие задачи работы:

- выбрать метод получения заготовки;
- рассчитать припуск и спроектировать заготовку;
- выбрать средства технологического оснащения соответствующие типу производства;
- выбрать методы обработки поверхностей, составить маршрут обработки и спроектировать маршрутно-операционную технологию изготовления вала;
- для наиболее загруженных операций провести их модернизацию путем проектирования специальных станочного приспособления и режущего инструмента;
- провести анализ техпроцесса на наличие опасных и вредных факторов и разработать мероприятия по их устранению;
- определить экономические показатели техпроцесса.

2 Технологическая часть работы

2.1 Определение исходных параметров техпроцесса

Тип производства, в соответствии с которым проектируется технология, в работе определяется по массе (косвенному показателю трудоемкости) и заданному объему выпуска. Для определения типа производства можно воспользоваться рекомендациями [4]. В соответствии с ними при объеме выпуска 3500 деталей в год и их массе 15,75 кг производство среднесерийное.

Исходя из серийности производства, назначаем исходные параметров техпроцесса: групповая форма организации техпроцесса; выпуск изделий повторяющимися партиями; табличный выбор методов обработки; назначение припусков на механическую обработку по нормативам; разработка маршрутно-операционного техпроцесса на базе типового; достижение точности методом работы на настроенном оборудовании; соблюдение основных принципов базирования; универсальные и стандартные средства технологического оснащения; размещение оборудования на участке по группам; высокая квалификация работников. Более подробное описание исходных параметров техпроцесса можно найти в литературе [5].

2.2 Экономическое обоснование выбора метода получения заготовки

Заготовку детали типа вал целесообразно получать методами штамповки на горизонтально-ковочной машине или в открытых штампах [6]. Выбор варианта получения заготовки произведем 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 $C_{ЗАГ}$, $C_{МЕХ}$, $C_{ОТХ}$ - цена за кг заготовок, механическую обработку и стружку соответственно.

Определим массу изделия при помощи программы «Компас V16» путем построения 3D модели (рисунок 2.1). Получим $q=15,75$ кг.

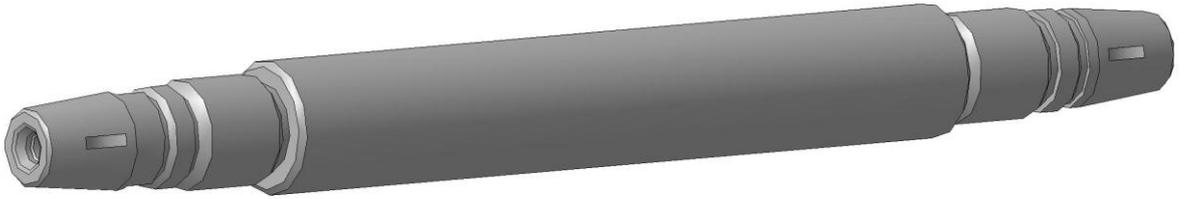


Рисунок 2.1 - 3D модель

Масса заготовки можно определить упрощенно:

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

где K_p – коэффициент, который завит от характеристик заготовки.

$Q_1 = 15,75 \cdot 1,5 = 23,63$ кг – для штамповки в открытых штампах.

$Q_2 = 15,75 \cdot 1,3 = 20,28$ кг – для штамповки на горизонтально-ковочной машине.

$$C_{MEX} = C_c + E_H \cdot C_k, \quad (2.3)$$

где C_c, C_k – текущие и капитальные затраты на стружку;

E_H – коэффициент, учитывающий капитальные вложения.

$C_{MEX1,2} = 4,95 + 0,1 \cdot 10,85 = 6,04$ руб.

Цена штампованной заготовки:

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

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

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

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

Тогда:

$$C_{T1} = 41,66 \cdot 23,63 + 6,04 \cdot \sqrt[3]{3,63 - 15,75} - 1,4 \cdot \sqrt[3]{3,63 - 15,75} = 1020,99 \text{ руб.}$$

$$C_{T1} = 41,66 \cdot 20,28 + 6,04 \cdot \sqrt[3]{0,28 - 15,75} - 1,4 \cdot \sqrt[3]{0,28 - 15,75} = 865,88 \text{ руб.}$$

Исходя из минимального значения C_T выбираем получение заготовки штамповкой на горизонтально-ковочной машине.

2.3 Выбор методов обработки поверхностей

Основной целью выполнения данного этапа является определение методов обработки, обеспечивающих минимум затрат на обработку при достижении заданной точности. Чаще всего имеется несколько вариантов решений, поэтому всегда требуется проведение тщательного анализа производственной ситуации. 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; 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; С – сверление; РН – резбонарезание; ТО – термическая обработка.

Таблица 2.1 - Методы обработки поверхностей

№	Тип	IT	Ra	Маршрут
1	2	3	4	5
1	П	12	12,5	Ф-ТО
2	КВ	12	12,5	С-ТО
3	КВ	12	12,5	С-ТО-Ш
4	К	12	12,5	Тч-ТО
5	ПВ	12	12,5	С-ТО
6	К	12	12,5	Т-Тч-ТО-Ш-Шч
7	Ц	8	0,63	Т-Тч-ТО

Продолжение таблицы 2.1

1	2	3	4	5
9	Ц	10	12,5	Т-Тч-ТО
10	Ц	6	0,63	Т-Тч-ТО-Ш-Шч
11	Ц	12	12,5	Тч-ТО
12	П	12	1,25	Т-Тч-ТО-Ш- Шч
13	Ц	12	12,5	Т-ТО
14	П	12	1,25	Т-Тч-ТО-Ш-Шч
15	К	12	12,5	Тч –ТО
16	Ц	12	12,5	Тч-ТО
17	Ц	6	0,63	Т-Тч-ТО-Ш-Шч
18	Ц	12	12,5	Тч-ТО
19	Ц	10	12,5	Т-Тч-ТО
20	К	12	12,5	Т-Тч-ТО
21	Ц	12	12,5	Т-Тч-ТО-Ш-Шч
22	КВ	12	12,5	С-ТО-Ш
23	К	12	12,5	Тч-ТО
24	П	12	12,5	Ф-ТО
25	КВ	12	12,5	С-ТО
26	КВ	12	12,5	С-ТО
27	КВ	12	12,5	С-ТО
28	РВ	12	12,5	РН-ТО
29	ЦВ	12	12,5	С-ТО
30	ЦВ	12	12,5	Ф-ТО
31	ПВ	9	3,2	Ф-ТО
32	П	12	6,3	Ф-ТО
33	Ц	12	12,5	Тч-ТО
34	Р	12	12,5	РН-ТО
35	К	12	12,5	Тч-ТО

Продолжение таблицы 2.1

1	2	3	4	5
36	К	12	12,5	Тч-ТО
37	К	12	12,5	Тч-ТО
38	К	12	12,5	Тч-ТО
39	К	12	12,5	Тч-ТО
40	Ц	12	12,5	Тч-ТО
41	К	12	12,5	Тч-ТО
42	К	12	12,5	Тч-ТО
43	ЦВ	12	12,5	Ф-ТО
44	ПВ	9	3,2	Ф-ТО
45	РВ	12	12,5	РН-ТО
46	ЦВ	12	12,5	С-ТО

2.4 Определение припусков

Припуски на обработку поверхностей назначаем исходя из характеристик производства.

Расчет припуска для обработки точных поверхностей 10, 17 производим по данным [8].

Минимальный припуск:

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

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

$$Z_{2\min} = a_1 + \sqrt{\Delta_1^2 + \varepsilon_2^2} = 0,2 + \sqrt{0,075^2 + 0,025^2} = 0,438$$

$$Z_{3\min} = a_{TO} + \sqrt{\Delta_{TO}^2 + \varepsilon_3^2} = 0,25 + \sqrt{0,03^2 + 0,012^2} = 0,282$$

$$Z_{4\min} = a_3 + \sqrt{\Delta_3^2 + \varepsilon_4^2} = 0,15 + \sqrt{0,012^2 + 0,012^2} = 0,167$$

Максимальный припуск:

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

$$Z_{1\max} = Z_{1\min} + 0,5 \cdot (d_0 + Td_1) = 0,601 + 0,5 \cdot (2 + 0,30) = 1,351$$

$$Z_{2\max} = Z_{2\min} + 0,5 \cdot (d_1 + Td_2) = 0,438 + 0,5 \cdot (0,30 + 0,12) = 0,648$$

$$Z_{3\max} = Z_{3\min} + 0,5 \cdot (d_{TO} + Td_3) = 0,282 + 0,5 \cdot (0,160 + 0,046) = 0,385$$

$$Z_{4\max} = Z_{4\min} + 0,5 \cdot (d_3 + Td_4) = 0,167 + 0,5 \cdot (0,046 + 0,019) = 0,200$$

Средний припуск:

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

$$Z_{cp1} = (Z_{1\max} + Z_{1\min}) / 2 = (1,351 + 0,601) / 2 = 0,976$$

$$Z_{cp2} = (Z_{2\max} + Z_{2\min}) / 2 = (0,648 + 0,438) / 2 = 0,543$$

$$Z_{cp3} = (Z_{3\max} + Z_{3\min}) / 2 = (0,385 + 0,282) / 2 = 0,334$$

$$Z_{cp4} = (Z_{4\max} + Z_{4\min}) / 2 = (0,200 + 0,167) / 2 = 0,184$$

Предельные диаметры:

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

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

Размер для термообработки:

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

$$\begin{aligned}
d_{4\min} &= 55,002 \\
d_{4\max} &= 55,021 \\
d_{3\min} &= d_{4\min} + 2 \cdot Z_{4\min} = 55,002 + 2 \cdot 0,167 = 55,336 \\
d_{3\max} &= d_{3\min} + Td_3 = 55,336 + 0,046 = 55,382 \\
d_{TO\min} &= d_{3\min} + 2 \cdot Z_{3\min} = 55,336 + 2 \cdot 0,282 = 55,9 \\
d_{TO\max} &= d_{TO\min} + Td_{TO} = 55,9 + 0,160 = 56,06 \\
d_{2\min} &= d_{TO\min} \cdot 0,999 = 56,06 \cdot 0,999 = 56,004 \\
d_{2\max} &= d_{2\min} + Td_2 = 56,004 + 0,12 = 56,124 \\
d_{1\min} &= d_{2\min} + 2 \cdot Z_{2\min} = 56,004 + 2 \cdot 0,438 = 56,88 \\
d_{1\max} &= d_{1\min} + Td_1 = 56,88 + 0,30 = 57,18 \\
d_{0\min} &= d_{1\min} + 2 \cdot Z_{1\min} = 56,88 + 2 \cdot 0,601 = 58,082 \\
d_{0\max} &= d_{0\min} + Td_0 = 58,082 + 1,2 = 59,282
\end{aligned}$$

Средний диаметр:

$$d_{icc} = \sqrt{d_{i\max} + d_{i\min}} \quad (2.11)$$

$$\begin{aligned}
d_{cp0} &= \sqrt{d_{0\max} + d_{0\min}} = \sqrt{59,282 + 58,082} = 58,682 \\
d_{cp1} &= \sqrt{d_{1\max} + d_{1\min}} = \sqrt{57,18 + 56,88} = 57,03 \\
d_{cp2} &= \sqrt{d_{2\max} + d_{2\min}} = \sqrt{56,016 + 56,004} = 56,01 \\
d_{cpTO} &= \sqrt{d_{TO\max} + d_{TO\min}} = \sqrt{56,06 + 55,9} = 55,98 \\
d_{cp3} &= \sqrt{d_{3\max} + d_{3\min}} = \sqrt{55,382 + 55,336} = 55,359 \\
d_{cp4} &= \sqrt{d_{4\max} + d_{4\min}} = \sqrt{55,021 + 55,002} = 55,012
\end{aligned}$$

Общие припуски:

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

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

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

$$2Z_{\min} = 58,082 - 55,021 = 3,061$$

$$2Z_{\max} = 3,061 + 1,2 + 0,019 = 4,28$$

$$2Z_{\text{cp}} = 0,5 \cdot (3,061 + 4,28) = 3,671$$

Для наглядности результаты расчета представлены в таблице 2.2 и в виде схемы на рисунке 2.2.

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}
1	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
0	17	1,2	0,3	0,3	-	-	-	-	58,082	59,282	58,682
1	12	0,30	0,2	0,075	0,025	0,601	1,351	0,976	56,88	57,18	57,03
2	10	0,12	0,2	0,03	0,025	0,438	0,648	0,543	56,004	56,124	56,064
3	11	0,160	0,25	0,03		-	-	-	55,9	56,06	55,98
4	8	0,046	0,15	0,012	0,012	0,282	0,385	0,334	55,336	55,382	55,359
5	6	0,019			0,012	0,167	0,200	0,184	55,002	55,021	55,012

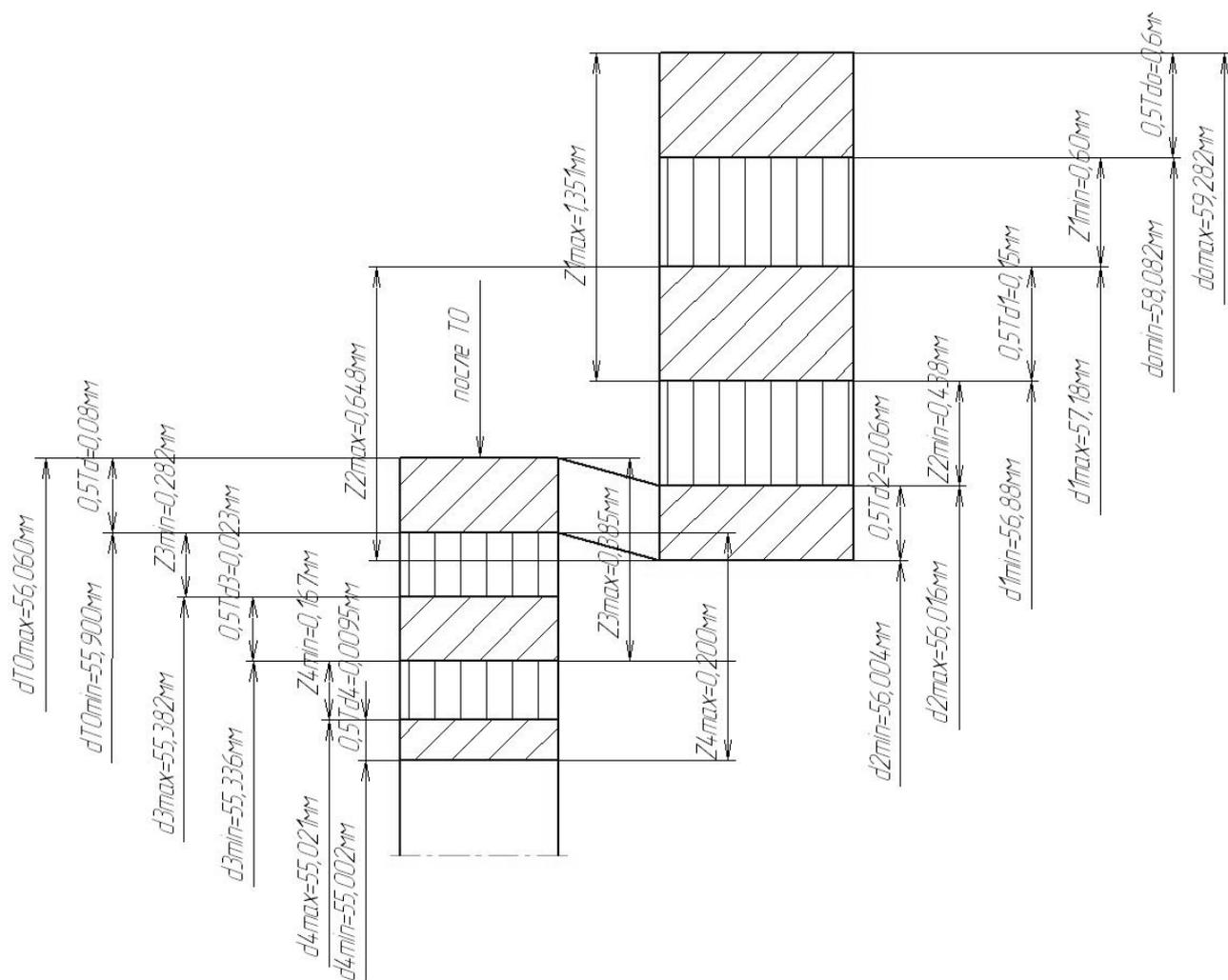


Рисунок 2.2 – Размерная схема обработки поверхности

Припуски на оставшиеся поверхности определяются по нормативам [9, 10].

Таблица 2.3 - Припуски на обработку

№	№ перехода	Z_{\min}	Z_{\max}
1	2	3	4
1, 24	1	2,5	5,4
6, 21	1	1,75	3,3
	2	0,175	0,385
	3	0,6	0,683
	4	0,03	0,063
7, 20	1	1,75	3,3

Продолжение таблицы 2.3

1	2	3	4
	2	0,175	0,385
9, 19	1	1,75	3,3
	2	0,175	0,385
12, 14	1	2,8	5,4
	2	1,2	1,69
	3	0,6	0,88
	4	0,2	0,48
13	1	2,2	3,75

На основании полученных данных по припускам выполняем следующий этап проектирования.

2.5 Проектирование заготовки

Заготовка проектируется согласно данным и рекомендациям [11].

Основные параметры проектируемой заготовки:

- класс точности Т4;
- группа стали М2;
- степень сложности С1;
- в зависимости от предыдущих значений (Т, М, С) рассчитываем исходный индекс И14.
- штамповочные уклоны: наружные 5°;
- радиусы скруглений 4 мм;
- допустимые значения остаточного облоя не более 1,2 мм.

2.6 Разработка технологического маршрута

Выбор технологического маршрута проводится на основе типового маршрута. Далее он конкретизируется с возможной корректировкой в зависимости от используемого технологического оборудования.

Типовые технологические маршруты изготовления представлены в [12,

13]. Для разработки маршрута необходимо провести анализ известных маршрутов с учетом конструктивных особенностей рассматриваемой детали.

Выполнение данного пункта производится на основе рекомендаций [14].

Таблица 2.4 - Технологический маршрут

№	№ операции	№ обрабатываемых поверхностей
1	005	1, 2, 3, 5, 22, 24, 25, 26
2	010	6, 7, 9, 10, 12, 13, 14, 17, 19, 20, 21, 35, 39
3	015	4, 6, 7, 8, 10, 11, 12, 15, 16, 17, 18, 20, 21, 23, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42
4	020	28, 29, 45, 46
5	025	30, 31, 43, 44
6	030	32
7	035	все
8	040	3, 22
9	045	10, 12, 14, 17
10	050	6, 21
11	055	10, 12, 14, 17
1	4	3
12	060	6, 21
13	065	все
14	070	все

2.7 План изготовления детали

Выполнение данного этапа 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. Рекомендации по выполнению данного этапа

содержатся в литературе [1, 14].

2.8 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, 7, 13]. Выбор моделей и типоразмеров соответствующих средств оснащения производим по каталогам и справочным данным [15, 16, 17, 18, 19, 20].

Таблица 2.5 - Средства технологического оснащения

№	Название операции	Оборудование	Инструмент	Контрольные приспособления	Приспособления
1	2	3	4	5	6
005	Фрезерно-центровальная	Фрезерно-центровальный МР-179	Фреза ГОСТ 24359-80 Сверло ГОСТ14952-80 Р6М5	Штангенциркуль ГОСТ166-89, калибры	Тиски самоцентрирующие ГОСТ 21168-75
010	Токарная	Токарно-винторезный 16К20Ф3	Резец токарный контурный ВОК-60 специальный	Штангенциркуль ГОСТ166-89	Патрон трехкулачковый специальный
015	Токарная	Токарно-винторезный 16К20Ф3	Резец токарный контурный ВОК-60	Штангенциркуль ГОСТ166-89	Патрон поводковый ГОСТ2571-71

Продолжение таблицы 2.5

1	2	3	4	5	6
			специальный, резец Т5К10 ГОСТ 18879- 73, резец ГОСТ 18885- 73 Т5К10		
020	Сверлильная	Сверлильный 2Н125Ф2	Сверло спиральное ГОСТ 4010- 77, Метчик ГОСТ 3266- 81	Калибры	Тиски самоцентрир ующие ГОСТ 21168-75
025	Фрезерная	Горизонталь- но- фрезерный 6Р82Г	Фреза дисковая ГОСТ 3964- 69 Р6М5	Штангенцир куль ГОСТ166-89	Тиски самоцентрир ующие ГОСТ 21168-75
030	Фрезерная	Вертикально- фрезерный 6Т13	Фреза ГОСТ17025- 71 Р6М5	Калибры	Универсальн ая делительная головка УДГ-160 ГОСТ 8615- 89
035	Термическая				
040	Центрошлиф овальная	Центрошлиф овальный 3925	Головка АГК ГОСТ2447-82	Калибры	Тиски самоцентрир ующие

Продолжение таблицы 2.5

1	2	3	4	5	6
					ГОСТ 21168-75
045	Торцекругло шлифовальн ая	Торцекругло шлифовальн ый 3Т160	Круг 3- 750х32х350 23А46М8V 30м/с1А ГОСТ52781- 2007	Микрометр ГОСТ6507- 90	Патрон поводковый ГОСТ2571- 71
050	Круглошлиф овальная	Круглошлиф овальный 3В151А	Круг 1- 300х50х127 23А46М8V30 м/с1А ГОСТ52781- 2007	Микрометр ГОСТ6507- 90	Патрон поводковый ГОСТ2571- 71
055	Торцекругло шлифовальн ая	Торцекругло шлифовальн ый 3Т160	Круг 3- 750х32х350 24А60К7V	Микрометр ГОСТ6507- 90	Патрон ГОСТ2571- 71
060	Круглошлиф овальная	Круглошлиф овальный 3В151А	Круг 1- 300х50х127 24А60К7V	Микрометр ГОСТ6507- 90	Патрон ГОСТ2571- 71

2.9 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 [1, 15, 21, 22, 23].

Скорость резания определяется:

$$V = \frac{C_v \cdot K_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y}, \quad (2.15)$$

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:

$$n = \frac{1000V}{\pi \cdot d} \quad (2.16)$$

где d – диаметр обработки.

Фактическая скорость:

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

Сила:

$$P_Z = 10C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p, \quad (2.18)$$

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

Мощность резания:

$$N = \frac{P_Z \cdot V}{1020 \cdot 60} \quad (2.19)$$

Скорость вращения заготовки при шлифовании:

$$V_s = \frac{C_v \cdot d^{0.5}}{T^{0.6} \cdot t^{0.9} \cdot \beta^{0.9}}, \quad (2.20)$$

где C_v – коэффициент;

T – период стойкости шлифовального круга;

β - коэффициент подачи.

Скорость круга:

$$V_k = \frac{\pi \cdot D_k \cdot n_k}{1000 \cdot 60}, \quad (2.21)$$

где D_k – диаметр шлифовального круга;

n_k – частота вращения шпинделя по паспорту станка.

Мощность резания при шлифовании:

$$N = C_N \cdot V_s^{0.5} \cdot t^{0.4} \cdot S_{\text{прод}}^{0.4} \cdot D^{0.5} \quad (2.22)$$

Штучно-калькуляционное время:

$$T_{\text{шт.к.}} = T_{\text{шт}} + \frac{T_{n-3}}{n_3} \quad (2.23)$$

где $T_{\text{шт}}$, T_{n-3} , n_3 - принимаются согласно рекомендациям [23].

Таблица 2.6 - Режимы резания

№ операции	№ перехода	S_o	V	n	L_{PX}	T_o
005	1	0,11	180	560	52	0,11
	2	0,08	5	320	12	0,47
010 А	1	0,5	96	450	574	2,55
010 Б	1	0,5	96	450	142	0,63
015 А	1	0,24	135	630	158	1,05
	2	0,05	98	630	8	0,25
	3	1,5	100	630	18	0,02
015 Б	1	0,24	135	630	127	0,84
	2	0,05	98	630	8	0,25
	3	1,5	100	630	18	0,02
020	1	0,20	26	1000	47	0,48
	2	1,5	5	100	43	0,54
025	1	0,10	41	500	18	0,04
030 А	1	0,12	47	860	20	0,05
030 Б	2	0,12	47	860	20	0,05
040	1	0,55	15	300	0,8	0,18
045	1	0,014	30	320	0,334	0,18
050	1	0,02	30	320	56	0,38
055	1	0,011	35	250	0,184	0,17
060	1	0,009	35	250	56	0,54

Данный этап заканчивается разработкой и оформлением комплекта технологической документации.

3 Проектирование приспособления и режущего инструмента

3.1 Проектирование приспособления

Недостатком токарных операций проектируемого техпроцесса является отсутствие механизированного зажимного приспособления на токарных операциях. Это приводит к увеличению времени на закрепление и снятие заготовки, и потере точности обработки вследствие нестабильности сил зажима.

Выполним проектирование механизированного патрона по методике и данным [24].

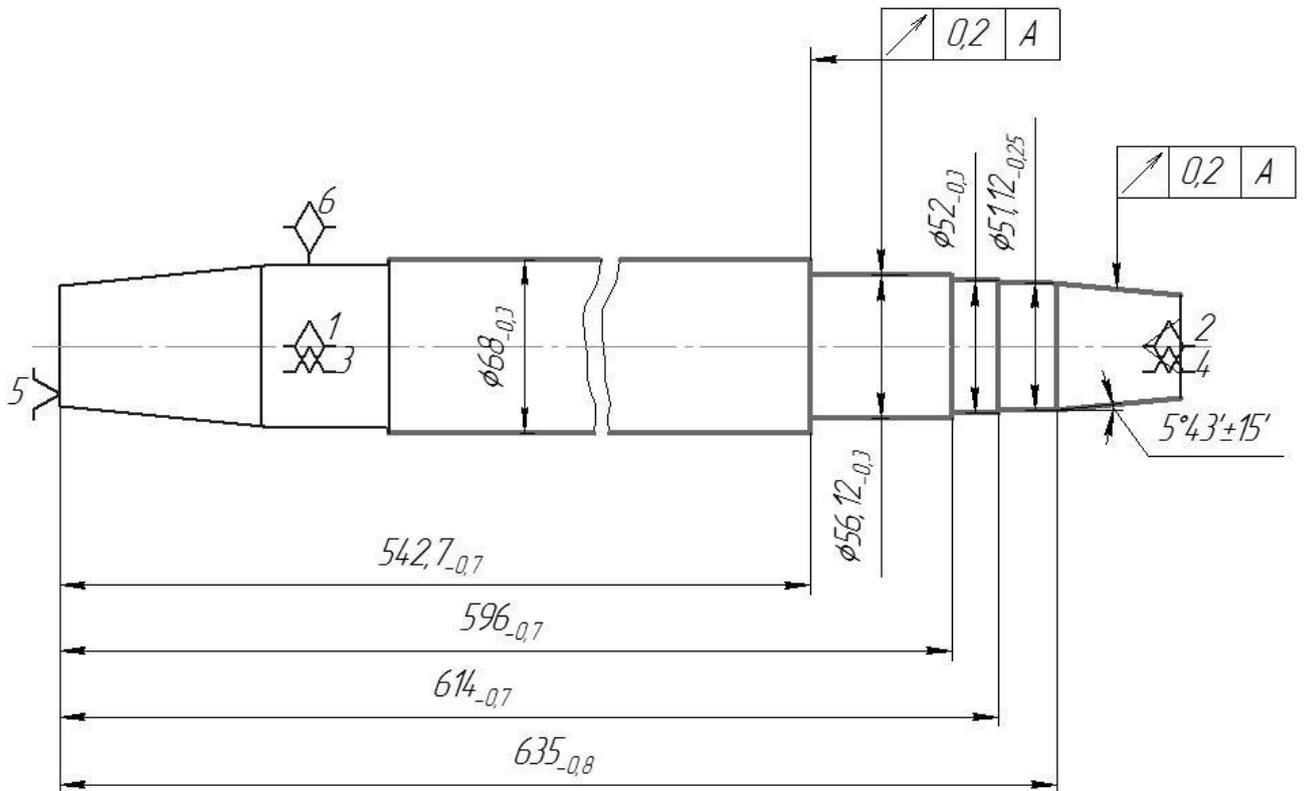


Рисунок 3.1 – Эскиз операции

Составляющая силы резания определяется как:

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

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

$$P_Y = 10 \cdot 243 \cdot 2,8^{0,9} \cdot 0,5^{0,6} \cdot 96^{-0,3} \cdot 0,89 = 917 \text{ Н.}$$

$$P_Z = 10 \cdot 300 \cdot 2,8^1 \cdot 0,5^{0,75} \cdot 96^{-0,15} \cdot 0,89 = 2242 \text{ Н.}$$

Для расчета усилия зажима необходимо составить систему равновесия моментов согласно схеме представленной на рисунке 3.2.

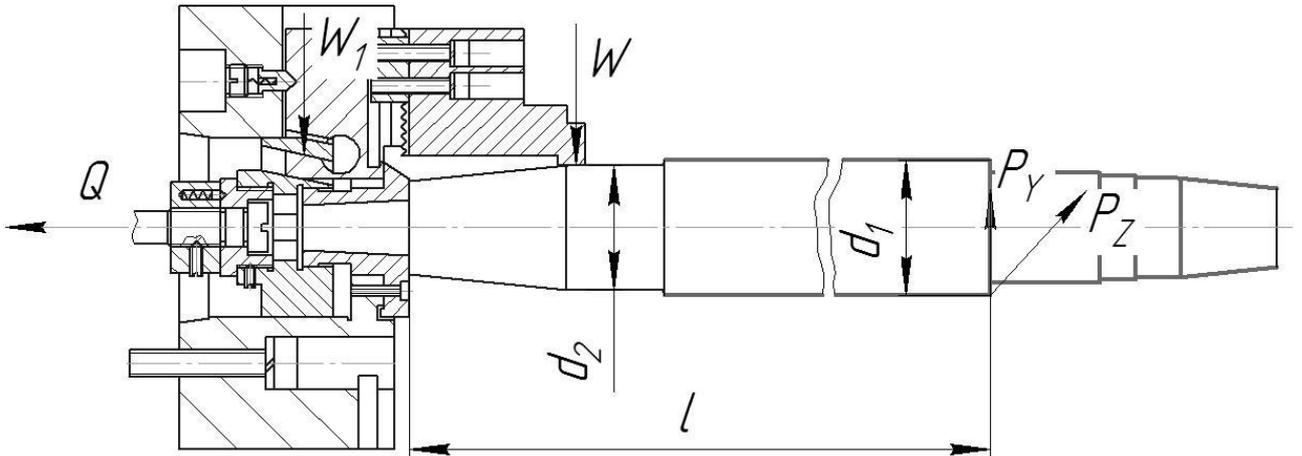


Рисунок 3.2 - Схема установки заготовки

Момент силы P_Z :

$$M_P = \frac{P_Z \cdot d_1}{2} \quad (3.2)$$

Момент закрепления:

$$M_3 = \frac{W \cdot f \cdot d_2}{2} \quad (3.3)$$

Из равновесия системы сил следует:

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

где K - коэффициент запаса.

$$W = \frac{2 \cdot 1,8 \cdot 2242 \cdot 68}{0,3 \cdot 55} = 33263 \text{ Н.}$$

Момент силы P_Y :

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

Момент закрепления:

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

Тогда сила зажима равна:

$$W = \frac{1,5 \cdot 2,52 \cdot 912 \cdot 560}{0,35 \cdot 55} = 117001 \text{ Н}$$

Из двух полученных усилий принимаем большее значение $W=117001 \text{ Н}$

Рассчитаем усилие зажима W_1 прикладываемое к постоянным кулачкам:

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

где l_k H_k - определяются прочерчиванием.

$$W_1 = \frac{117001}{\left(-\left(\frac{62}{80} \cdot 0,1\right)\right)} = 152345 \text{ Н.}$$

Усилие, развиваемое силовым приводом:

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

где i_C - передаточное отношение силового механизма.

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

где α , φ , φ_1 - соответствующие геометрические параметры клина.

Получим:

$$i = \frac{1}{\operatorname{tg}(5 + 5^{\circ}50') + \operatorname{tg}5^{\circ}50'} = 2,1.$$

$$Q = \frac{152345}{2,1} = 72545 \text{ Н.}$$

Рассчитаем диаметр поршня для создания усилия Q :

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

где P - давление;

d – диаметр штока.

$$D = \sqrt{\frac{1,27 \cdot 72545}{7,5} + 30^2} = 78,6 \text{ мм.}$$

Принимаем диаметр поршня 80 мм.

Для расчета погрешности установки в приспособлении составим размерную схему проектируемого патрона (рисунок 3.3).

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

где $\omega_{A\Delta}$ - погрешность размера A_{Δ} ;

$\Delta_1, \Delta_3, \Delta_4$ - погрешности размеров A_1, A_3, A_4 ;

Δ_2, Δ_5 - зазоры в сопряжениях.

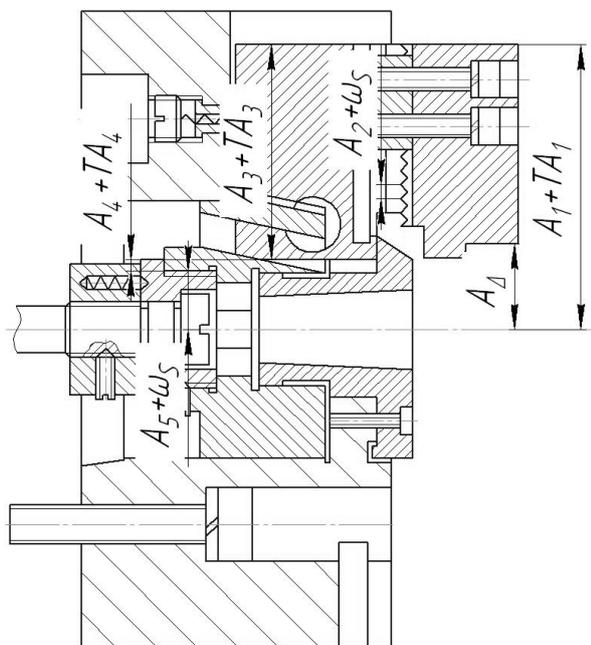


Рисунок 3.3 - Размерная схема патрона

Максимально допустимая погрешность установки равна $\varepsilon_v^{доп} = 0,3Td$.

$$\varepsilon_v = 0,5\sqrt{0,025^2 + 0,01^2 + 0,025^2 + 0,012^2 + 0,01^2} = 0,022 \text{ мм.}$$

$$\varepsilon_v^{доп} = 0,25 \cdot 0,1 = 0,025 \text{ мм.}$$

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

3.2 Проектирование режущего инструмента

Одни из самых часто встречаемых проблем при выполнении токарных операциях это низкая стойкость режущей части неудовлетворительное дробление стружки. Первая проблема приводит к значительным затратам на инструмент и потерям времени на переналадку оборудования. Вторая проблема также приводит к дополнительным затратам времени, т.к. ее необходимо удалять из рабочей зоны, и влияет на безопасность выполнения операции. Для решения данных задач рассчитаем и спроектируем токарный резец.

Наиболее часто в производстве используются режущие элементы в виде твердосплавных трехгранных пластин. Поэтому расчет будем производить по соответствующей методике для операции токарной чистовой [25].

Основные параметры операции зависят от геометрии режущей части инструмента. Основная ее характеристика главный угол в плане в данном

случае должен быть равен $\varphi = 92^\circ$. Все остальные геометрические характеристики принимаются исходя из главного угла в плане и более подробно представлены на чертеже резца.

Определим размеры державки резца. Для этого необходимо определить площадь сечения стружки $F = t \cdot S = 2,8 \cdot 0,5 = 1,4 \text{ мм}^2$. Согласно полученным значениям получаем: сечение державки резца 20x20 мм; рабочая высота 20 мм; длина 125 мм.

Остальные конструктивные размеры резца определяем путем прочерчивания на чертеже.

Для крепления режущей пластины наиболее удобно использовать систему крепления с винтом. Для предотвращения его поломки рассчитаем минимально допустимый диаметр:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_1}{\pi \cdot \sigma_\sigma}} \quad (3.12)$$

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

Получаем:

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

Для решения обозначенных в начале раздела проблем усовершенствуем конструкцию резца с использованием литературных данных [26].

Для увеличения стойкости резца предлагается использовать режущую пластину из керамики ВОК-60, которая подвергнута дополнительному азотированию. Такое решение позволит повысить стойкость режущей пластины в 1,5-2 раза. Проблему дробления стружки решим традиционным методом путем применения накладного стружколома, что с учетом использования более стойкой режущей пластины не внесет изменений в технологическую операцию и не скажется на износе передней поверхности резца.

4 Безопасность и экологичность технического объекта

4.1 Паспорт технического объекта

Таблица 4.1 - Паспорт технического объекта

№ п/п	Техническ ий и/или технологич еский процесс	Операция технологи ческого процесса и/или вид предлагае мых работ	Должность работающего , который будет выполнять предлагаемы й технологичес кий процесс и/ил операцию	Технологическое оборудование и/или техническое приспособление, устройство	Используе мые материал ы и/или вещества
1	Точение	Токарная операция	Оператор станков с числовым управлением	Токарный станок 16К20Ф3 с системой программного управления	Сталь 40Х, смазочно- охлаждаю щая 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
Токарная	Высокая температура поверхности оборудования и материалов, движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки; высокий уровень шума	Заготовка детали, металлорежущий инструмент, токарный станок 16К20Ф3 с системой программного управления

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 оборудования, материалов	Регламентированная процедура по обучению по охране труда	Краги брезентовые с двойным наладонником, перчатки «Ангара»
2	Движущиеся машины и механизмы	Регламентированная процедура по обучению по охране труда	Очки защитные «ОП-ТЕМА»
3	Подвижные части производственного оборудования	Регламентированная процедура по обучению по охране труда	Очки защитные «ОП-ТЕМА»

Продолжение таблицы 4.3

1	2	3	4
4	Высокий шум на рабочем месте	Антишумовая обработка участка обработки	Беруши «Лазер Лайт»

4.4 Пожарная и техногенная безопасность технического объекта

Таблица 4.4 – Определение характеристик пожара

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

Таблица 4.5 – Выбор средства пожаротушения

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

Таблица 4.6 – Средства обеспечения пожарной безопасности

<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>Точение</p>	<p>Хранение ветоши в негоряемых ящиках Применение плавких предохранителей или автоматов в электроустановках станков. Участки ГСМ и СОЖ в отдельных помещениях с выходом на улицу отгорожены стеной с огнестойкостью 2,5 часа</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 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 рассматриваемо го технического объекта на гидросферу (забор воды из источников водяного снабжения, сточные воды)	Экологическое негативное воздействие рассматриваемо го 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 16К20Ф3 с системой программного управления	Пыль металличес кая	Взвешенные вещества и нефтепродукт ы	Основная часть отходов должна храниться в металлических контейнерах, вывоз бытовых и промышленных отходов должен

Продолжение таблицы 4.7

1	2	3	4	5
				производиться своевременно

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

Название технического объекта	Точение
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 снижения негативного	Разработка регламентированных процедур по обращению с отходами

Продолжение таблицы 4.8

1	2
антропогенного воздействия на литосферу	

4.6 Выводы по результатам выполнения раздела

Результатом выполнения данного раздела стал комплекс разработанных мер по снижению и устранению опасных и вредных производственных факторов, обеспечению пожарной безопасности и сохранению экологии и окружающей среды для усовершенствуемой токарной операции проектируемого технологического процесса.

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 «вал сортировочной машины». Чтобы сделать заключение об эффективности предложенного изменения необходимо проанализировать сравниваемые параметры вариантов технологического процесса. Основные отличительные особенности исходных и предлагаемых изменений по операциям 010 и 020 Токарные, представлены в таблицы 5.1.

Таблица 5.1 – Отличительные особенности сравниваемых вариантов технологических процессов изготовления детали

Базовый вариант	Проектируемый вариант
<u>Оборудование</u> – токарно-винторезный станок с ЧПУ, модель 16К20Ф3. <u>Оснастка</u> – патрон 3-х кулачковый с ручным зажимом. <u>Инструменты:</u> резец контурный, Т5К10. $T_O = 4,56 \text{ мин}; T_{ШТ-К} = 5,97 \text{ мин}$ $T_O = 3,65 \text{ мин}; T_{ШТ-К} = 4,77 \text{ мин}$	<u>Оборудование</u> – токарно-винторезный станок с ЧПУ, модель 16К20Ф3. <u>Оснастка</u> – патрон 3-х кулачковый механизированный. <u>Инструменты:</u> резец контурный, минералокерамика ВОК-60. $T_O = 3,04 \text{ мин}; T_{ШТ-К} = 3,98 \text{ мин}$ $T_O = 2,43 \text{ мин}; T_{ШТ-К} = 3,18 \text{ мин}$

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 3500 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 010 и 020 операций – Токарных. По исходному варианту технологического процесса она составляет 55,09 руб., а по проектируемому – 47,86 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 почти все параметры, за исключением статьи «Расходы на содержание и эксплуатация оборудования», имеют тенденцию к снижению. Это следует воспринимать, как положительные изменения, которые могут привести к эффективности рассматриваемого процесса производства. Что касается «статьи-исключения», то это обосновывается введением в эксплуатацию

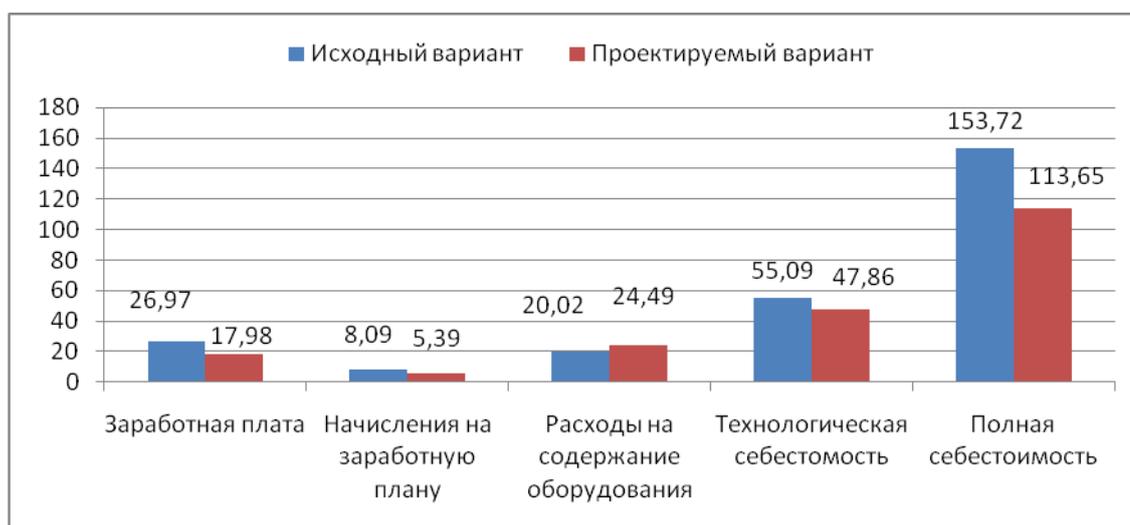


Рисунок 5.1 – Структура технологической себестоимости, величина технологической и полной себестоимости, руб.

нового оборудования, более современного по сравнению с уже использованными основными фондами.

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 110351,73 руб. и учитывает изменяющиеся позиции (затраты на проектирование, капитальные вложения на инструмент и приспособление) при выполнении анализируемых операций 010 и 020 – 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	$P_{\text{чист}}$, руб.	112196
2	Срок окупаемости инвестиций	$T_{\text{ок}}$, лет	2
3	Общий дисконтированный доход	$D_{\text{общ. диск}}$, руб.	137327,9
4	Интегральный экономический эффект	$E_{\text{инт}} = ЧДД$, руб.	26976,18
5	Индекс доходности	$ИД$, руб.	1,24

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

- положительная величина интегрального экономического эффекта – 26976,18 руб.;
- оптимальное значение срока окупаемости для машиностроительного предприятия – 2 года;
- и наконец, индекс доходности (ИД), который составляет 1,24 руб./руб.

Все вышеперечисленные значения свидетельствуют о целесообразности использования описанных совершенствований, которые касаются операций 010 и 020 технологического процесса изготовления детали «вал сортировочной машины».

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выполнение выпускной квалификационной работы позволило добиться ее цели, сформулированной во введении. Для этого был проведен комплекс различных мероприятий. Разработана заготовка на основе экономического анализа возможных вариантов ее получения и расчетов припусков на обработку. Проведено проектирование технологического процесса изготовления вала сортировочной машины и спроектированы технологические операции. С целью повышения эффективности токарных операций были спроектированы патрон и резец. Проведен анализ безопасности и экологичности техпроцесса и оценка экономических показателей техпроцесса.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Горбацевич, А.Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: учебное пособие для вузов/ А.Ф. Горбацевич, В.А. Шкред. М: – ООО ИД «Альянс», 2007 – 256 с.
2. www.metallischekiy-portal.ru
3. Основы технологии машиностроения [Электронный ресурс] : учебник / В. В. Клепиков [и др.]. - Москва : ИНФРА-М, 2017. - 295 с.
4. Лебедев, В. А. Технология машиностроения : Проектирование технологий изготовления изделий : учеб. пособие для вузов / В. А. Лебедев, М. А. Тамаркин, Д. П. Гепта. - Гриф УМО. - Ростов-на-Дону : Феникс, 2008. - 361 с.
5. Маталин А. А. Технология машиностроения : учеб. для студ. вузов, обуч. по спец. 151001 напр. "Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроит. производств" / А. А. Маталин. - Изд. 3-е, стер. ; Гриф УМО. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2010. - 512 с.
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. 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.
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. 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.

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

14. 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.

15. 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.

16. 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.

17. 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.

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

19. Сергель, Н.Н. Технологическое оборудование машиностроительных предприятий [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Н.

Н. Сергель. - Минск : Новое знание ; Москва : ИНФРА-М, 2013. - 732 с.

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

21. 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.

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

23. 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.

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

26. Григорьев, С.Н. Методы повышения стойкости режущего инструмента: учебник для студентов вузов. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — М. : Машиностроение, 2009. — 368 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

И-в. № подл.	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лит.	Лист	Листов	И-в. № св-в. №	Взам. св-в. №	И-в. № д-бл.	Подп. и дата	Стор. №	Перв. примен.	Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	
															A4							
																			Документация			
																			17.07.ТМ.064.008.000.СБ	Сборочный чертеж		
																			Детали			
																			17.07.ТМ.064.008.001	Корпус	1	
																			17.07.ТМ.064.008.002	Стопор	1	
																			17.07.ТМ.064.008.003	Клин	1	
																			17.07.ТМ.064.008.004	Постоянный кулачек	3	
																			17.07.ТМ.064.008.005	Сухарь	3	
																			17.07.ТМ.064.008.006	Сменный кулачек	3	
																			17.07.ТМ.064.008.007	Втулка	1	
																			17.07.ТМ.064.008.008	Заглушка	1	
																			17.07.ТМ.064.008.009	Тяга	1	
																			17.07.ТМ.064.008.010	Гайка	1	
																			17.07.ТМ.064.008.011	Плунжер	1	
																			17.07.ТМ.064.008.012	Втулка	3	
																			17.07.ТМ.064.008.013	Шток	3	
																			17.07.ТМ.064.008.014	Корпус неподвижный	1	
																			17.07.ТМ.064.008.015	Муфта	1	
																			17.07.ТМ.064.008.016	Крышка	1	
																			17.07.ТМ.064.008.017	Корпус гидроцилиндра	1	
																			17.07.ТМ.064.008.018	Поршень	1	
																			17.07.ТМ.064.008.019	Шток	1	
																			17.07.ТМ.064.008.020	Переходная втулка	1	
17.07.ТМ.064.008.000																						
															Лит. Лист Листов							
															В 1 2							
															ТГУ, ТМБЗ-1232							
															Станочное приспособление							
															И-в. № подл. Разр-б. Макаров							
															Пр-в. Козлов							
															И-контр. Виткалов							
															Утв. Логинов							

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				Стандартные изделия		
		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	

Инд. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Подп. и дата
Инд. № дубл.	Подп. и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	17.07.ТМ.064.008.000	Лист 2
------	------	----------	-------	------	----------------------	-----------

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	Лит.	Лист	Листов
<u>Документация</u>									
A1			17.07.ТМ.064.010.000.СБ	Сборочный чертеж					
<u>Детали</u>									
A3	1		17.07.ТМ.064.010.001	Державка	1				
A4	2		17.07.ТМ.064.010.002	Прихват	1				
A4	3		17.07.ТМ.064.010.003	Винт М4	1				
A4	4		17.07.ТМ.064.010.004	Винт М2	1				
A4	5		17.07.ТМ.064.010.005	Пластина режущая	1				
A4	6		17.07.ТМ.064.010.006	Пластина опорная	1				
A4	7		17.07.ТМ.064.010.007	Стружколом	1				
17.07.ТМ.064.010.000									
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	<p style="text-align: center;">Резец токарный проходной</p> <p style="text-align: center;">ТГУ, ТМБЗ-1232</p>				
	Разраб.								
Проб.	Козлов				В			1	
Н.контр.	Виткалов								
Утв.	Логинов								

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Маршрутные карты

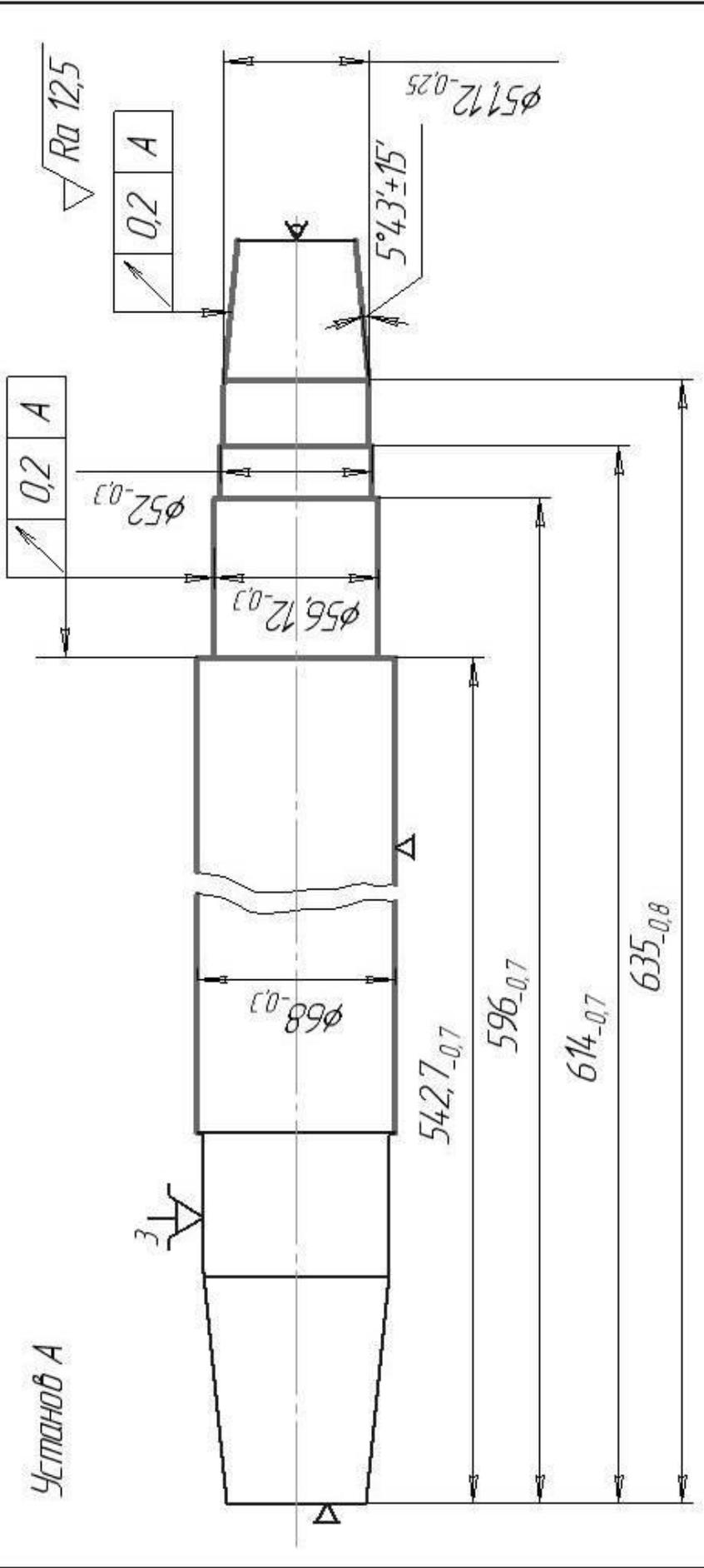
А	Цех	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции	Обозначение документа						
						СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН
Т 69	393311 Штангенциркуль ШЦ-1 ГОСТ 160-80.											
70												
А 71	XX XX XX 030 4262 Фрезерная											
Б 72	381631 Вертикально-фрезерный 6Т13 3 18632 312 1Р 1 1 1 200 1 0,8											
О 73	Фрезеровать поверхность 32 в размер 18 ^{+0,01} 47,5 ^{+0,1} 46 ^{+0,1} 23 ^{+0,08} .											
Т 74	396190 Универсальная делительная головка УДГ-160 ГОСТ 8615-89; 392841 Центр ГОСТ 8742-75;											
Т 75	396190 Люнет ГОСТ 2190-75. 391821 Фреза концевая ϕ 18 Р6М5 ГОСТ 17025-71. 393400 Калибры.											
76												
А 77	XX XX XX 035 Термическая											
78												
А 79	XX XX XX 040 4142 Центрошлифовальная											
Б 80	381317 Центрошлифовальный 3925 3 18873 312 1Р 1 1 1 200 1 0,88											
О 81	Шлифовать поверхность 3, 22 в размер ϕ 22 ^{+0,01} .											
Т 82	396131 Тиски самоцентрирующие ГОСТ 21168-75; 397120 Головка шлифовальный АГК ГОСТ 2447-82;											
Т 83	393120 Калибры.											
84												
А 85	XX XX XX 045 4130 Торцевуюшлифовальная											
Б 86	381311 Торцевуюшлифовальный 3Т160 3 18873 312 1Р 1 1 1 200 1 0,88											
О 87	Шлифовать поверхность Установка 14, 17 в размер ϕ 55,382 ^{+0,016} ; 536,48 ^{+0,28} . Установки 10, 12 в размер											
О 88	ϕ 55,382 ^{+0,016} ; 555,48 ^{+0,28} .											
Т 89	396110 Патрон поводковый ГОСТ 2571-71; 392841 Центр ГОСТ 8742-75; 396190 Люнет ГОСТ 2190-75;											
Т 90	39810 Круг шлифовальный 3-750x32x350 23А46М8V 30М/С1А ГОСТ 52781-2007; 393413 Микрометр											
Т 91	МК-70 ГОСТ 6507-90.											
МК												

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Операционные карты

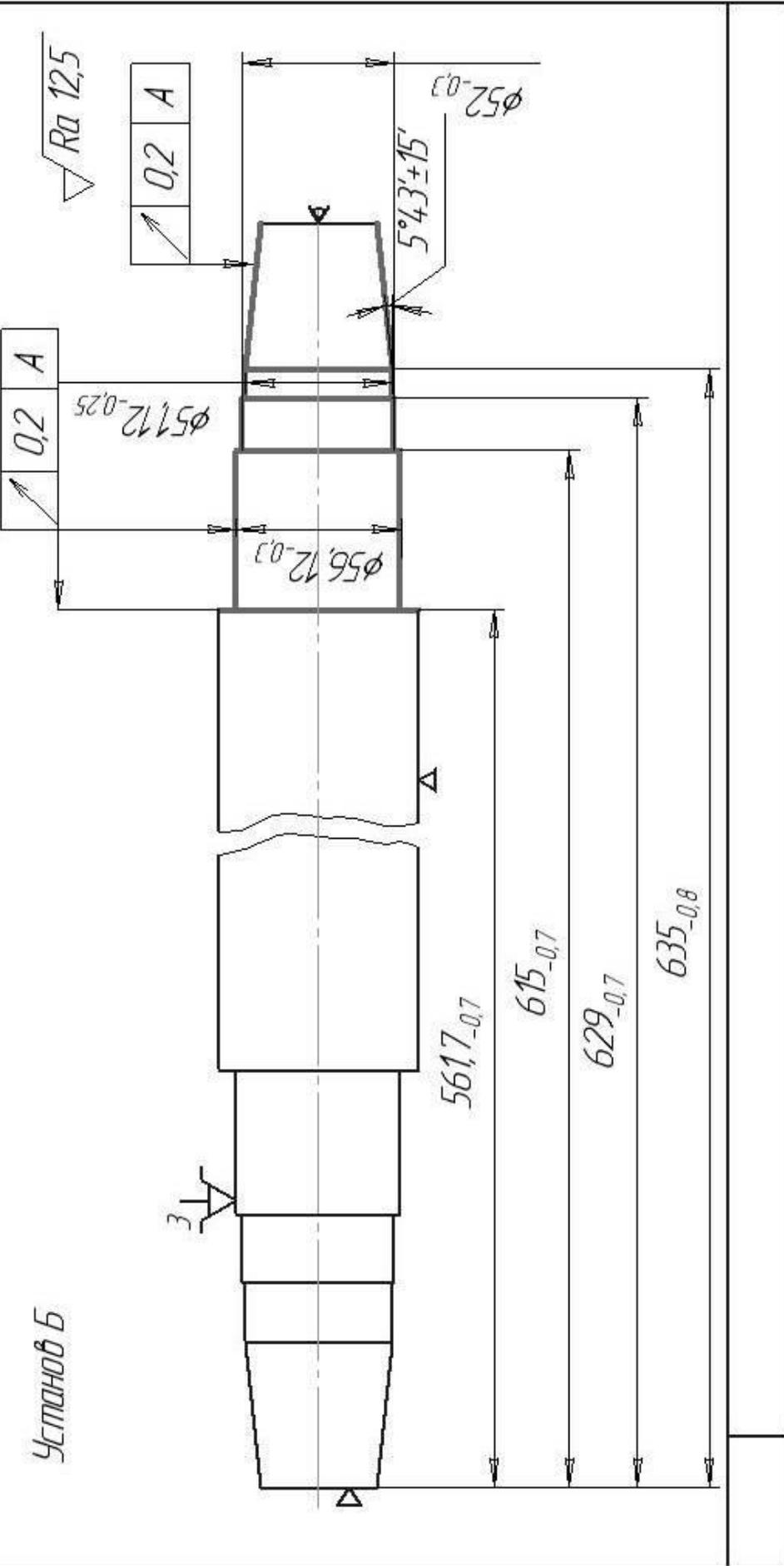
Дубл.																				
Взам.																				
Подп.																				

Разраб.	Маслов	ТУ Кафедра ОТМП	Вал	010
Проверил	Козлов			
И.контр.	Виткалов			



Дубл.																				
Взам.																				
Подп.																				

Разраб.	Микалоб	ТГУ, Кафедра ОТМП	Вал	010
Проверил	Казлоб			
И.контр.	Виткалоб			



Дубл.																		
Взам.																		
Подп.																		
Разраб.	Макараб																	
Проверил	Козлоб																	
Начпр.	Виткалоб																	
Наименование операции	ИТУ		Кафедра ОТМТ		Вал													
Токарная	Материал		ЕВ		МД		Профиль и размеры		МВ		КОИД							
Оборудование, устройство ЧПУ	Сталь 40Х ГОСТ 4543-71		166		15,75		Ø74,2x693		20,28		1							
16x20Ф3	Обозначение программы		То		Тов		Тшт		СОЖ		Украсил-1							
	3,18		3,18				3,98											
	0 или в		L		t		s		n		v							
01	1. Установить заготовку																	
1.01	396110 Патрон 3-х кулачковый специальный; 392841 Центр ГОСТ 8742-75; 396190 Люнет																	
1.02	ГОСТ21190-75, 392101 Резец контурный специальный ВК-60.																	
0.04	2. Точить последовательно поверхность поверхности и торцы выдерживая размеры согласно эскиза																	
Р.05	1 2,8 0,5 450 96																	
06	3. Переустановить заготовку																	
0.07	4. Точить последовательно поверхность поверхности выдерживая размеры согласно эскиза																	
08	1 2,8 0,5 450 96																	
09	5. Открепить, снять деталь с приспособления, положить на тележку.																	
10																		

Дубл.																				
Взам.																				
Подп.																				
Разраб.	Макаров																			
Проверил	Козлов																			
Начинпр.	Виткалов																			
Наименование операции	<i>Вал</i>																			
Материал	Сталь 40Х ГОСТ 4543-71																			
Твердость	EB	МД	Профиль и размеры																	
Т ₀	Т ₀	Т ₀	Т ₀	Т ₀	Т ₀	Т ₀	Т ₀	Т ₀	Т ₀	Т ₀	Т ₀	Т ₀	Т ₀	Т ₀	Т ₀	Т ₀	Т ₀	Т ₀	Т ₀	Т ₀
Оборудование, устройство ЧПУ	Обозначение программы																			
679	Угловой-1																			
01	0,1																			
02	0,12																			
03	0,12																			
04	0,12																			
05	0,12																			
06	0,12																			
07	0,12																			
08	0,12																			
09	0,12																			
10	0,12																			

1. Установить заготовку

396190 Универсальная делительная головка УДГ-160 ГОСТ 8615-89; 392841 Центр ГОСТ 8742-75;

396190 Люнет ГОСТ 21190-75, 391821 Фреза концевая φ18 Р6М5 ГОСТ 17025-71.

2. Фрезеровать поверхность выдерживая размеры согласно эскиза

1 | 2,0 | 0,12 | 860 | 47

3. Переустановить заготовку

4. Фрезеровать поверхность выдерживая размеры согласно эскиза

1 | 2,0 | 0,12 | 860 | 47

5. Открепить, снять деталь с приспособления, уложить на тележку.