

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

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

на тему ___ Технологический процесс изготовления фланцевого вала планетарного редуктора

Студент	<u>В.С. Устименко</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
Руководитель	<u>Д.А. Расторгуев</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
Консультанты	<u>А.В. Степаненко</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
	<u>И.В. Краснопевцева</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
	<u>В.Г. Виткалов</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
	<u>Н.В. Яценко</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)

Допустить к защите

Заведующий кафедрой
к.т.н, доцент

_____ Н.Ю. Логинов
(личная подпись)

« _____ » _____ 2017 г.

Тольятти 2017

АННОТАЦИЯ

Устименко В.С. Технологический процесс изготовления фланцевого вала планетарного редуктора. - Кафедра “ОТМП” -ТГУ, Тольятти, 2017. – 75 с.

Рассматривается разработка техпроцесса изготовления вала фланцевой формы. Он предназначен для закрепления сателлитов планетарного редуктора.

Цель работы – повысить эффективность обработки плоскостей в технологическом процессе изготовления вала.

В первой главе рассматриваются технологичность детали. Во второй главе выбрана и спроектирована заготовка, методы обработки, спроектированы технологические операции. Для всех этапов технологического процесса выбирается оснащение, считаются технологические режимы. В третьей главе проводится расчет конструкций наиболее ответственных приспособлений и инструмента для обработки плоскостей. В четвертой главе спроектирован инструмент – торцовая фреза для повышения производительности обработки на основе анализа наиболее прогрессивных решений в области фрезерования плоскостей. В пятой главе приведены меры безопасности и мероприятия по обеспечению экологичности внедряемых усовершенствований. В шестой главе выполнен расчет эффективности предложенных изменений.

В результате внедрения предложенного инструмента снижено время обработки и получен эффект 2069 руб.

Бакалаврская работа содержит пояснительную записку на ___ стр., введение, включая ___рисунков,___ таблиц, список из ___источников, включая иностранные и_приложений, и графическую часть __ формата А1 листов.

ABSTRACT

The title of the graduation work is "The Technological process of Flanged Shaft Production ". It's considered the engineering of flanged shaft manufacturing process technology. It is designed to fasten planetary gear reducers.

The object of the graduation work is increasing the efficiency of the planes processing in the technological process of shaft manufacturing.

In the first part the shaft machinability is considered. In the second part the workpiece, the processing methods are selected and designed, technological operations are designed. For all stages of the technological process equipment is chosen, technological modes are considered . In the third part it's carried out the structural design of the most critical devices and tools for processing planes. In the fourth part the milling cutter is designed to improve the processing efficiency on the basis of the analysis of the most progressive solutions in the area of plane milling. In the fifth part it's given the labor protection measures and measures to ensure sustainability of implemented improvements. In the sixth part the efficiency of the proposed changes is calculated.

As a result of the introduction of the proposed tool, the processing time was reduced and the profit was 2069 rubles.

The final qualifying work contains explanatory note on ___pages, introduction, including ___figures,___ tables, the list of ___references including ___foreign sources and appendices, and the graphic part on ___ A1 sheets.

Содержание

Введение.....	5
1. Описание исходных данных	6
2. Технологическая часть работы	10
3. Проектирование приспособления и режущего инструмента	30
4. Патентно-исследовательская часть	39
5. Безопасность и экологичность технического объекта	46
6. Экономическая эффективность работы	53
Заключение	56
Список использованной литературы.....	57
Приложения	60

ВВЕДЕНИЕ

В машиностроении для жизненного цикла изделия в рамках технической подготовки производства проводится технологическая подготовка. Она заключается в разработке технологий и их оснащения.

Для деталей с большим количеством разнообразных поверхностей традиционно технологический процесс включает большое разнообразие технологического оборудования. Это удорожает техпроцесс, удлиняет его, увеличивает количество станков и оснастки. Для современного оборудования характерна модульная система. На одном станке за счет большого количества разнообразных технологических средств возможно проводить обработку различных поверхностей от черновой до отделочной обработки. В данной работе разрабатывается технология изготовления вала с использованием такого оборудования.

1. ОПИСАНИЕ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ

1.1. Служебное назначение и условие работы детали

Деталь “вал фланцевой формы” относится к планетарному редуктору. В ней закрепляются ведомые шестерни – сателлиты, которые обкатываются по центральной шестерне. Вал по отношению к ним является водилом, приводится во вращение от внешнего привода через шпоночный паз.

Сам редуктор является тяжело нагруженным устройством. Поэтому нагрузки на деталь высокие. По характеру нагрузка циклическая сосредоточенная. Действует крутящий момент.

Подшипники в которые устанавливается вал – шариковые однорядные, поджимаются гайкой.

По назначению и чертежным требованиям поверхности вала рассматриваются в таблице 1.1. в соответствии с нумерацией на рисунке 1.1.

В таблице есть ряд сокращений для обозначения формы поверхностей:

Ц – цилиндрическая наружная;

П – плоская;

Ф – фасонная;

Р – резьбовая.

1.2 Анализ технологичности детали

Материал «вала фланцевой формы» – сталь конструкционная 45 по ГОСТ 1050-88. Химический состав дан в таблице 1.2.

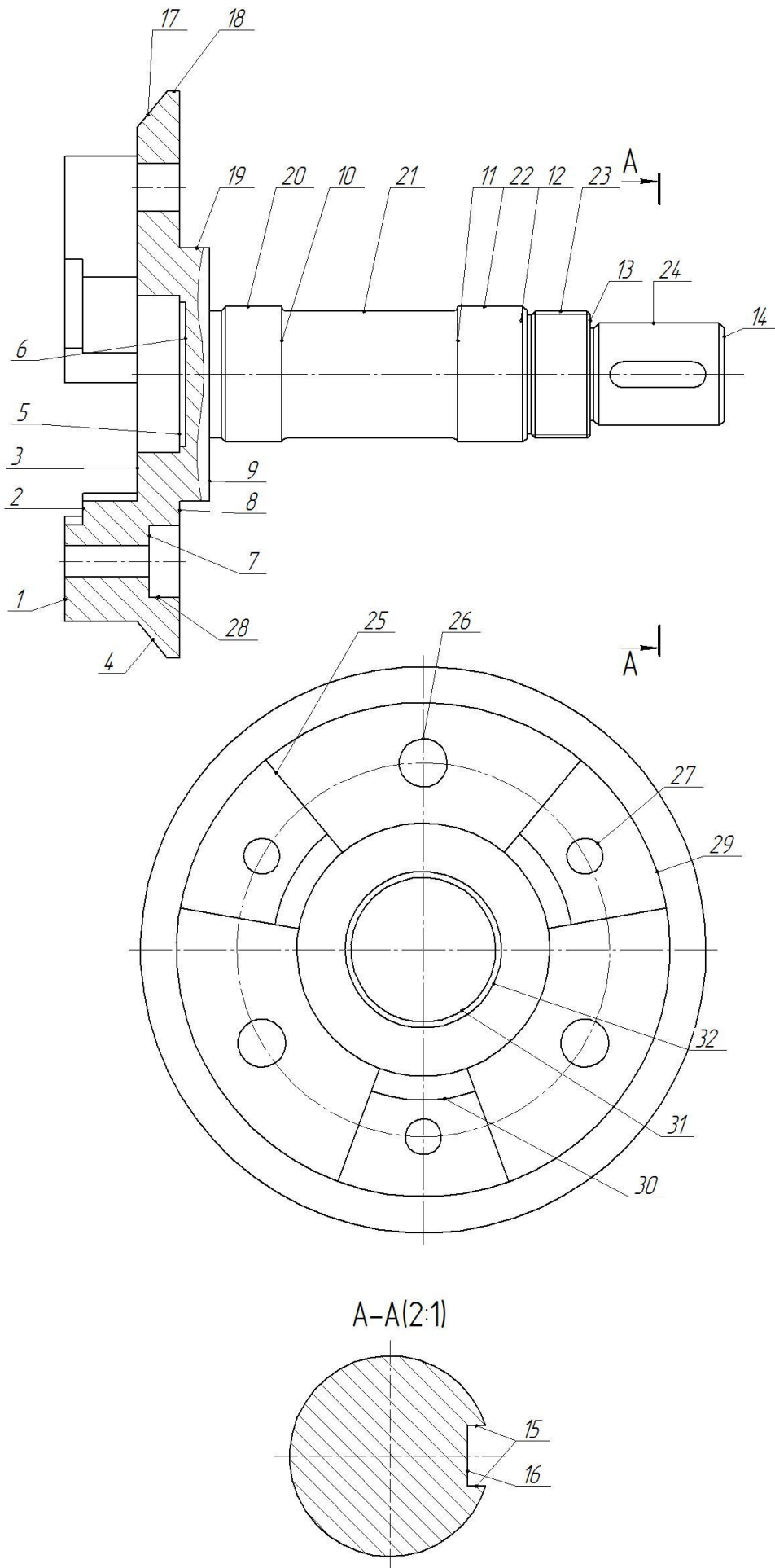


Рисунок 1.1 - Эскиз детали

Таблица 1.1 - Систематизация данных по поверхностям вала

№	Тип	Форма	Размеры, мм.	Квалитет	Требования	Допуск, Мм.	Шероховатость, Ra
1	2	3	4	6	7	8	10
1	С	П	260	12			12,5
2	С	П	8	12			12,5
3	ВКБ	П	2	12	Перпен.	0,05	2,5
4	С	П	40	12			12,5
5	С	П	16	12			12,5
6	С	П	18,5	12			12,5
7	ВКБ	П	12	12			12,5
8	С	П	45	12			12,5
9	ОКБ	П	28	12	Перпен.	0,012	1,25
10	С	П	70	12			12,5
11	С	П	28	12			12,5
12	С	П	25	12			12,5
13	С	П	55	12			12,5
14	С	П	260	12			12,5
15	ВКБ,И	Ф	12	10			3,2
16	ВКБ	П	36	13			6,3
17	С	Ф	16	12			12,5
18	С	Ц	225	12			12,5
19	С	Ц	198	12			12,5
20	ОКБ	ЦН	54	6	Соосн. Цил.	0,01 0,006	0,63
21	С	Ц	50	12			12,5
22	ОКБ	ЦН	54	6	Соосн. Цил.	0,01 0,006	0,63

Продолжение таблицы 1.1

1	2	3	4	6	7	8	10
23	ВКБ	Р	50	7			2,5
24	ВКБ	Ц	40	6	Соосн.	0,012	0,63
25	С	П	80°	12			12,5
26	ВКБ,И	О	20	7			1,25
27	ВКБ	О	14	7			1,25
28	С	Ц	28	12			12,5
29	С	Ц	198	12			12,5
30	С	Ц	120	12			12,5
31	С	Ц	100	12			12,5
32	С	Ц	62	7			1,25

Таблица 1.2 - Химический состав легированной конструкционной стали

C	Si	Mn	Cr	S	P	Cu	Ni	As
0,42 -0,50	0,17 -0,37	0,50 -0,80	0,25	0,04	0,035	0,25	0,2	0,08

Деталь имеет много конструктивных параметров расположенных в разных направлениях, разнохарактерных. Это отверстия точные цилиндрические, отверстия резьбовые, ступенчатые глухие и сквозные. Также пазы достаточной сложной формы. Для некоторых поверхностей выход инструмента затруднен. По базированию проблем с установкой нет. По заготовительным методам- конструкция отличается большим фланцем, что делает целесообразным применение методов давления.

Таким образом, по совокупности все показателей технологичности по заготовке, базированию или по конструкции обрабатываемых поверхностей вал фланцевый можно считать технологичной.

2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ РАБОТЫ

2.1. Выбор типа производства

Тип производства – среднесерийное – определяется с учетом массы вала (по чертежу) $m = 6,4$ кг. и заданному объему выпуска ($N = 500$ дет./год). Все проектирование ведем по рекомендациям [16].

2.2. Определение способа с проектированием заготовки

Выбор заготовки проведем по [12]. Заготовку для среднесерийного производства вала можно получать или штамповкой на прессе осадкой в торец или способом литья.

Отрезкой из проката ее получать невыгодно. Получатся очень большие напуски и очень маленький коэффициент использования материала. Для литья использовать исходный материал. При получении вала из отливки необходимо изменить материал. Для этого сталь 45 необходимо заменить на литейную сталь 45Л.

На рисунке 2.1. показаны возможные варианты конструкций заготовок для штамповки и отливки.

Стоимости заготовок рассчитаем по известной методике из [12], по формуле:

$$S_{\text{заг}} = \left(\frac{C_i}{1000} \cdot Q \cdot K_T \cdot K_C \cdot K_B \cdot K_M \cdot K_{II} \right) - Q - q \cdot \frac{S_{\text{омк}}}{1000}, \quad (2.1)$$

где C_i – табличная стоимость у 1 тонны заготовок, руб. (для горячей штамповки примем $C_i = 373$ руб. [8]) ;

Q – масса у исходной заготовки, кг.

Массу вала можно приблизительно определить как:

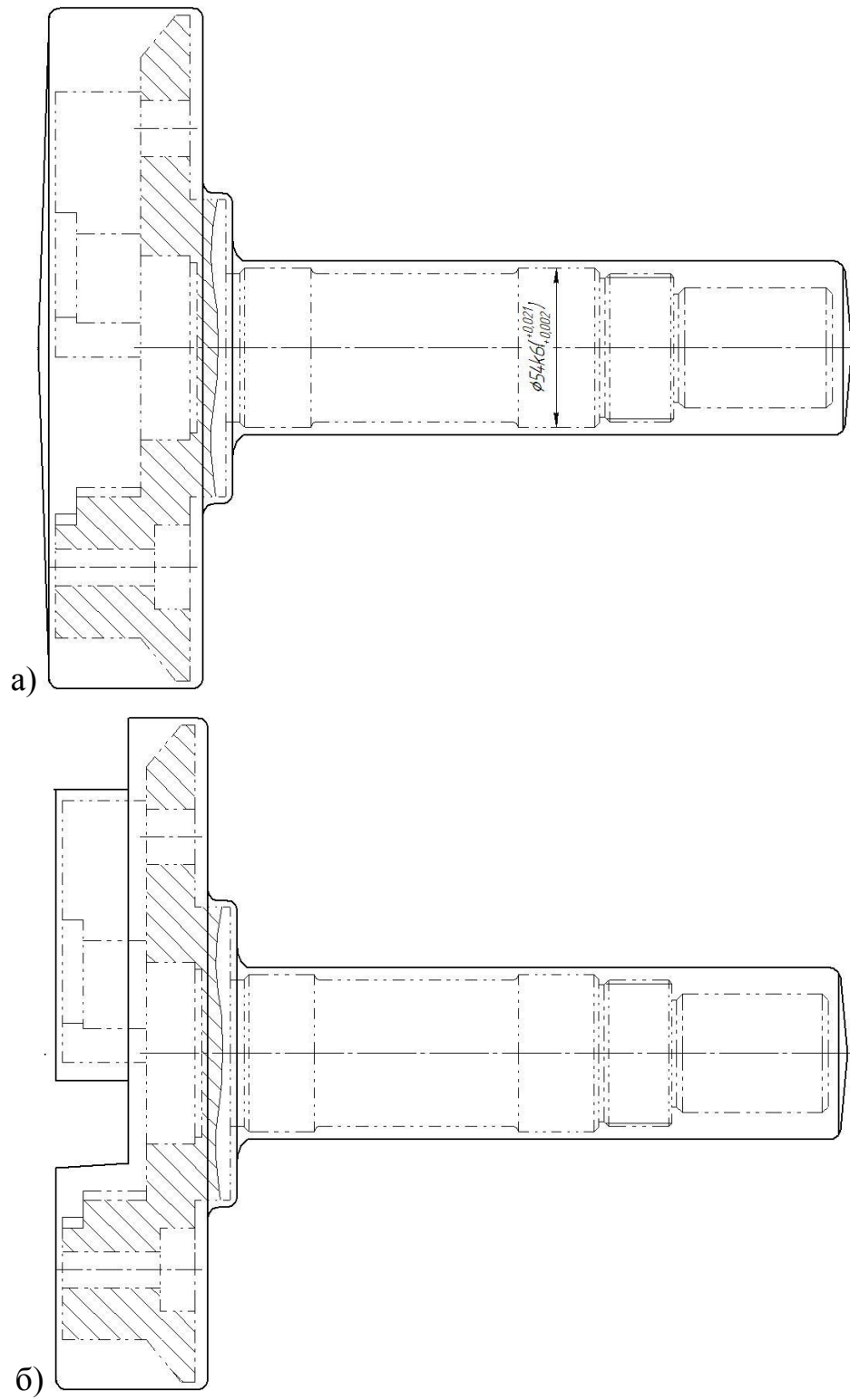


Рисунок 2.1 – Эскизы заготовок: а) штамповка, б) отливка

$$Q = \frac{g}{K_M}, \quad (2.2)$$

где: K_M – коэффициент использования материала.

Для штамповки примем его равным $K_{им} = 0,7$.

$$Q = \frac{6,4}{0,7} = 9,1 \text{ кг.}$$

Все коэффициенты для расчетов даются в таблице 2.1. Для отливки примем $Q = 678$ руб. за 1 тонну. Для данного расчёта массу отливки определим, задав $K_{им} = 0,85$:

$$Q = \frac{6,4}{0,85} = 7,5 \text{ кг.}$$

Таблица 2.1 - Коэффициенты для расчета стоимости заготовок

Способ получения заготовки	Коэффициент точности	Коэффициент сложности и	Коэффициент массы	Коэффициент объема производства	Коэффициент материала
Штамповка	1,2	0,8	0,9	1	1
Отливка	0,7	1,1	1	1	1,2

Стоимость штамповки

$$S_{заг} = \frac{373}{1000} \cdot 9,1 \cdot 1,2 \cdot 0,8 \cdot 0,9 \cdot 1,0 - (9,1 - 6,4) \cdot \frac{26}{1000} = 23,9 \text{ руб./шт.}$$

$$S_{заг} = \frac{678}{1000} \cdot 7,5 \cdot 0,7 \cdot 1,1 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,2 - (7,5 - 6,4) \cdot \frac{26}{1000} = 47 \text{ руб./шт.}$$

Более выгодной по такому расчету является штамповка. Стоимость механической обработки не учитываем, т.к. конфигурация заготовок одинаковая, а припуски на отливку больше, что еще больше увеличит разницу цене рассматриваемых заготовок.

Проектирование должно проходить по ГОСТ 7505 – 89 на штамповки. Результаты проектирования представлены на листе. На ОКБ – шейку $\varnothing 54k6$ мм припуск рассчитывается по формулам из [12].

Технологические переходы для обработки шейки $\varnothing 54k6$ состоят из следующих действий: Точение черновое (13; Ra12,5) – Точение чистовое (10; Ra 3,2) – Шлифование черновое (8; Ra1,6) – Шлифование чистовое (6; Ra0,63).

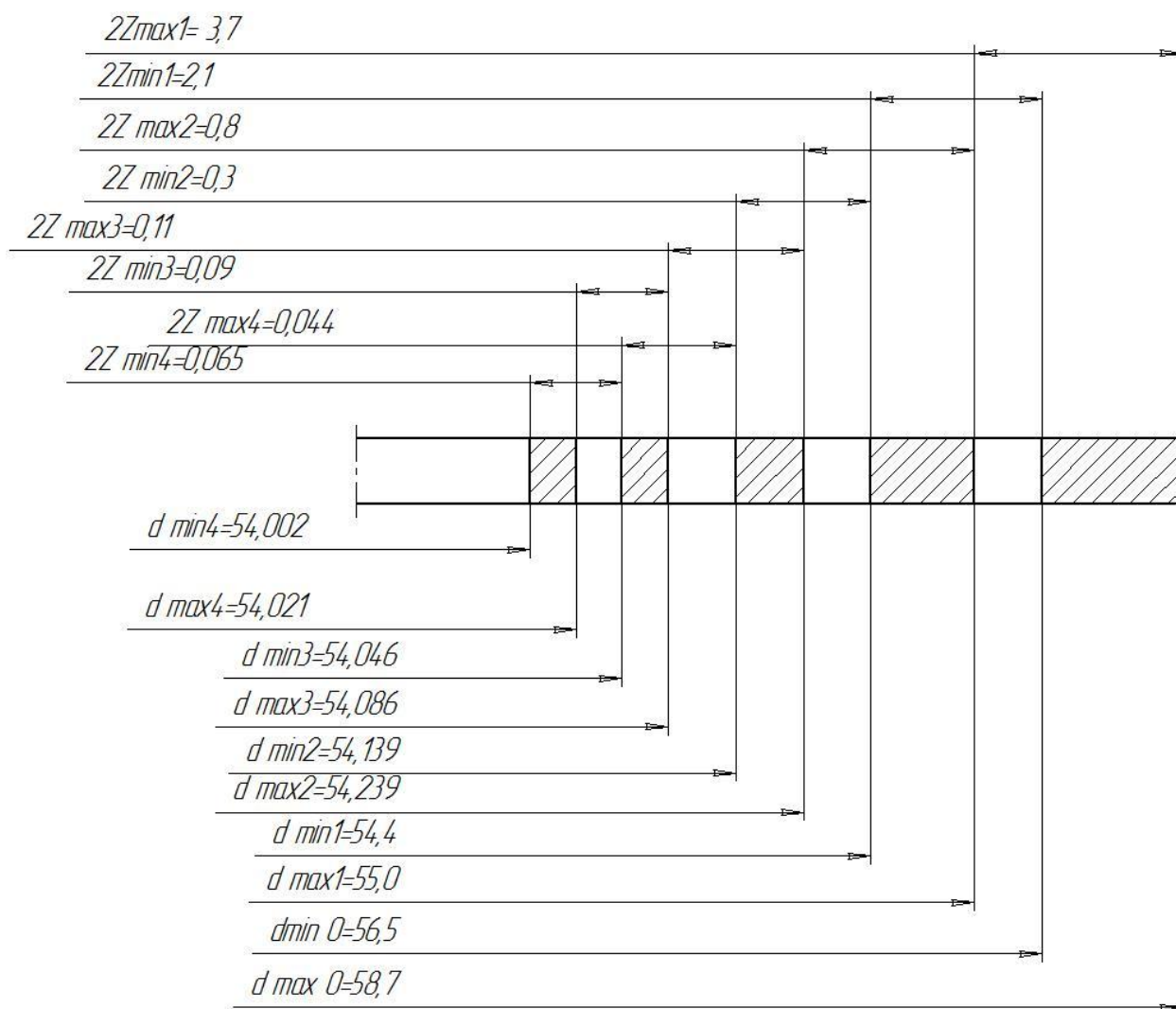


Рисунок 2.1 - Схема расположения припуска

Расчеты сводятся в таблицу 2.2 и на ее основе строится схема расположения припусков по обработке шейки вала $\varnothing 54k6$ $\left(\begin{smallmatrix} 0,021 \\ 0,002 \end{smallmatrix} \right)$ (рисунок 2.1).

Таблица 2.2 - Расчеты припусков на обработку $\varnothing 45k6$ $\begin{matrix} 0,018 \\ 0,002 \end{matrix}$

Переходы	ТА, мм	IT	Составляющие припуска				Припуски, мкм.		Расчетные размеры, мкм.	
			T	Rz	$\Delta_{пр}$	ϵ_y	Z _{min}	Z _{max}	\varnothing_{min}	\varnothing_{max}
1. Штамповка	2,2	16	0,5	0,1	0,25	-	-	-	56,5	58,7
2. Токарная черновая	0,6	13	0,04	0,05	0,062	0,1	2,1	3,7	54,4	55,0
3. Токарная чистовая	0,1	10	0,01	0,01	0,016	0,05	0,3	0,8	54,14	54,24
4. Шлифование черновое	0,04	8	0,005	0,005	0,009	0,05	0,09	0,11	54,046	54,086
5. Шлифование чистовое	0,1	6	0,004	0,004	0,004	0,005	0,044	0,065	54,002	54,021

2.3. Разработка технологического маршрута и схем базирования

Маршруты обработки поверхностей выбираем в зависимости от заданных квалитетов точности и шероховатости. Все виды и методы обработки сведены в таблицу 2.3.

Таблица 2.3 - Маршруты обработки поверхностей фланцевого вала

№	Размеры , мм.	Допуск, мм.	Квали тет	Шерох оватост ь, мкм.
1	2	3	4	5
1	260	T(13; Ra 12,5) – Тч (10; Ra 6,3) – ТО – Ш (8; Ra 1,25)	12	12,5
2	8	T(13; Ra 12,5) – Тч (10; Ra 6,3) – ТО	12	12,5
3	2	Ф(10, Ra 6,3) - Фч(8, Ra 3,2) - Фь(7, Ra 2,5)	12	2,5
4	40	T(13; Ra 12,5) – Тч (10; Ra 6,3) – ТО	12	12,5
5	16	C(12, Ra 6,3) – P(10, Ra 2,5)	12	12,5
6	18,5		12	12,5
7	12	P(13; Ra 12,5) – Pч (10; Ra 6,3) – ТО – Ш (7; Ra 1,25)	12	12,5
8	45	T(13; Ra 12,5) – Тч (10; Ra 6,3) – ТО	12	12,5
9	28	T(13; Ra 12,5) – Тч (10; Ra 6,3) – ТО – Ш (8; Ra 1,25)	12	1,25
10	70	T(13; Ra 12,5) – Тч (10; Ra 6,3) – ТО	12	12,5
11	28		12	12,5
12	25	T(13; Ra 12,5) – Тч (10; Ra 6,3) – ТО	12	12,5
13	55		12	12,5
14	260		12	12,5

Продолжение таблицы 2.3

1	2	3	4	5
15	12	Ф(10, Ra 6,3) - Фч(8, Ra 3,2) - Фь(7, Ra 2,5)	10	3,2
16	36		13	6,3
17	16	Т(13; Ra 12,5) – Тч (10; Ra 6,3) – ТО	12	12,5
18	225		12	12,5
19	198		12	12,5
20	54	Т(13; Ra 12,5) – Тч (10; Ra 6,3) – ТО – Ш (8; Ra 2,5) – Шч (6; Ra 0,63)	6	0,63
21	50	Т(13; Ra 12,5) – Тч (10; Ra 6,3) – ТО	12	12,5
22	54	Т(13; Ra 12,5) – Тч (10; Ra 6,3) – ТО – Ш (8; Ra 2,5) – Шч (6; Ra 0,63)	6	0,63
23	50		7	2,5
24	40		6	0,63
25	80°	Ф(10, Ra 6,3) - Фч(8, Ra 3,2) - Фь(7, Ra 2,5)	12	12,5
26	20	С(12; Ra 6,3) – З(10; Ra 3,2) – Раз (7; Ra 1,25) - ТО	7	1,25
27	14		7	1,25
28	28	Р(13; Ra 12,5) – Рч (10; Ra 6,3) – ТО – Ш (7; Ra 1,25)	12	12,5
29	198	Т(13; Ra 12,5) – Тч (10; Ra 6,3) – ТО – Ш (8; Ra 2,5) – Шч (6; Ra 0,63)	12	12,5
30	120	С(12, Ra 6,3) – Р(10, Ra 2,5)	12	12,5
31	100		12	12,5
32	62		7	1,25

Т – точение черновое; Тч – точение чистовое; Ф – фрезерование; Р – растачивание; С – сверление; Ц – цекование; Ш – шлифование черновое; Шч – шлифование чистовое.

4.1 Разработка технологического маршрута

Техпроцесс разрабатывается на основе типового.

Построение технологического маршрута изготовления вала ведется на основе последовательности переходов на каждую поверхность. Окончательный вариант технологии представлен в таблице 2.4.

Таблица 2.4 - Маршрут изготовления фланцевого вала

№ операции	Операция	Этапы операции	Точность	Шероховатость, Ra
1	2	3	4	5
000	Заготовительная (штамповка)	Формовка	15	20
005	Фрезерно-центровальная - 2Г942.10	Поз. I Фрезерование Поз. II Центрование	12 9	12,5
010	Токарная СА500СФ3	Установ А - точение начерно	13	12,5
		Установ Б - точение начерно	13 10	12,5 3,2
015	Токарная СА500СФ3	Установ А - точение начисто		
		Нарезать резьбу	-	3,2
		Установ Б – точение начисто	10	3,2

Продолжение таблицы 2.4

1	2	3	4	5
		Сверлить	11	3,2
		Расточить	10	6,3
015	Многооперационная – 21104Н7Ф4	Позиция I Сверлить отв. Зенкеровать отв. Развернуть отв.	11 8 6	6,3 2,5 1,25
020	Многооперационная – 21104Н7Ф4	. Позиция II Расточить отв	11	3,2
025	Шпоночно-фрезерная 6P10	Фрезеровать пазы	10	3,2
030	Термообработка	Закалка		
035	Центрошлифовальная ZC 810	Установы А и Б Шлифование центров	8	3,2
040	Шлифовальная 3Т151	шлифование начерно	8	1,25
045	Шлифовальная 3Т151	шлифование начисто	6	0,63
050	Внутришлифовальная – 3К226Б	Шлифовать начисто	8	1,25
045	Моечная			
050	Контрольная			

2.3. Выбор технологических баз

На первой операции 005 фрезерно-центровальной для базирования и закрепления вала используются основные конструкторские базы (поверхность 20-22) и торец 8.

На всех остальных используются или эти же поверхности или центровые отверстия. На сверлильно-расточной операции используется большой фланец.

2.4. Назначение средств технологического оснащения

Все выбранное оборудование и соответствующие инструмент, приспособления зажимные и контрольные приведены в таблицу 2.4.

Таблица 2.5 - Средства технологического оснащения для обработки вала

№ и Опера ция	Зажимное приспособление	Режущий инструмент	Наименование измерительного средства
1	2	3	4
05 – фрезерно- центровальная	Тиски призматические с самоцентрирующими губками ГОСТ 13041-89 Патрон для центровочного сверла ГОСТ 2876-80	Фреза торцовая со вставными ножами ТТ21К9 ГОСТ 9413-80 Сверло центровочное тип А ГОСТ 14952-80 P6M5	Штангенциркуль ШЦ-1 ГОСТ 166- 80 Калибр
10 – токарная	Поводковый 3- кулачковый патрон с центром Центр вращающийся ГОСТ 8742-74	Резец 16×25 ОСТ 24.10.1-83 Т5К10 Резец 16×25 ГОСТ 3882-67 Т30К6	Штангенциркуль ШЦ-1 ГОСТ 166- 80

Продолжение таблицы 2.5

1	2	3	4
		Фреза концевая с конич. хвост. $\phi 45$, Резец расточной тип2 ГОСТ 18063-72 T15K6 Фреза шпоночная ГОСТ 9140-78 P6M5	
015 - расточная	Тиски призматические с самоцентрирующими губками ГОСТ 13041-89	Сверла $\phi 12, \phi 16$ P6M5	
025 – центро- шлифовальная	Поводковый 3- кулачковый патрон с центром Центр вращающийся ГОСТ 8742-62	шлифовальная головка EW ГОСТ 2447-82	БВ 4100
030 – кругло- шлифовальная	УСП, центра ГОСТ 18259-72	Угловой шлифовальный круг ГОСТ 2424-70 24A25CM18K	БВ 4100
035 – кругло- шлифовальная	УСП, центра ГОСТ 18259-72	шлифовальный круг 4 350x90x100 24A F20 P 5 V 35 AA 1 ГОСТ 52781-2007	БВ 4100

Продолжение таблицы 2.5

1	2	3	4
040 Внутри -	УСП, центра ГОСТ 18259-72	Круг 1 400x50x160 24А F160 К 6 V 35 АА 3 ГОСТ 52781-2007	БВ 4100
045 мечна -			
050 Контро -			Стол

2.5. Нормирование технологического процесса

2.5.1 Определение режимов резания

Режимы резания на двух последовательных позициях 005 фрезерно-центральной операции: фрезеровании и сверлении.

- 1) Припуск t , мм.: 2 мм.
- 2) Выбираем подачу S_0 , мм./об: 0,09 мм./об.
- 3) Скорость резания из формулы:

$$V_1 = \frac{C_V \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S^y \cdot B^u \cdot Z^p} \cdot K_V \text{ (фрезерование)}, \quad (2.1)$$

$$V_2 = \frac{C_V \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} \cdot K_V \text{ (сверление)}, \quad (2.2)$$

где $K_V = K_{MV} \cdot K_{UV} \cdot K_{NV}$ - произведение вспомогательных коэффициентов,

K_{MV} – коэффициент на материал (сталь 45), $K_{MV} = 1$;

K_{UV} – коэффициент на инструмент (Т15К6), $K_{UV} = 1,0$;

K_{NV} – коэффициент на состояние поверхности штамповки, $K_{NV} = 0,8$;

B – ширина фрезерования, мм;

Z – число зубьев торцевой фрезы;

$K_V = 1 \cdot 1,0 \cdot 0,8 = 0,8$ (фрезерование),

Для сверления : $K_v = 1 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 1$ (сверление).

Коэффициенты, входящие в формулы (2.1) и (2.2) имеют следующие числовые значения:

для фрезерования: $C_v = 332$; $q = 0,2$; $x = 0,1$; $y = 0,4$; $u = 0,2$; $p = 0$; $m = 0,2$;

для сверления: $C_v = 7,0$, $q = 0,4$, $y = 0,7$, $m = 0,2$;

Рассчитаем скорость резания:

$$V_{11} = \frac{332 \cdot 200^{0,2}}{240^{0,2} \cdot 2^{0,1} \cdot 0,09^{0,4} \cdot 231^{0,2} \cdot 12^0} \cdot 0,8 = 293 \text{ м./мин.};$$

$$V_{12} = \frac{332 \cdot 200^{0,2}}{240^{0,2} \cdot 2^{0,1} \cdot 0,09^{0,4} \cdot 58^{0,2} \cdot 12^0} \cdot 0,8 = 391 \text{ м./мин.};$$

$$V_2 = \frac{7,0 \cdot 5^{0,4}}{8^{0,2} \cdot 0,09^{0,7}} \cdot 1 = 46,1 \text{ м./мин.};$$

4) Рассчитаем частоту вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}, \quad (2.3)$$

$$n_{11} = 1000 \cdot 293 / 3,14 \cdot 250 = 466 \text{ об./мин.};$$

$$n_{12} = 1000 \cdot 391 / 3,14 \cdot 100 = 622 \text{ об./мин.};$$

$$n_2 = 1000 \cdot 46,1 / 3,14 \cdot 5 = 2936 \text{ об./мин.};$$

Уточненные скорости резания:

$$n_{11} = n_{12} = 630 \text{ об./мин}, \quad V_{11} = V_{12} = 3,14 \cdot 200 \cdot 630 / 1000 = 395 \text{ м./мин.};$$

$$n_2 = 3000 \text{ об./мин}, \quad V_2 = 3,14 \cdot 5 \cdot 3000 / 1000 = 47 \text{ м./мин.};$$

5) Рассчитать составляющую силы резания P_z :

для фрезерования

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t_x \cdot S_z^y \cdot B^n \cdot Z}{D^q \cdot n^w}; \quad (2.4)$$

$$M_{кр} = \frac{P_z \cdot D}{1020 \cdot 60}; \quad (2.5)$$

для сверления

$$M_{кр} = 10 \cdot C_M \cdot t^x \cdot S_Z^y \cdot D^q \cdot K_p; \quad (2.6)$$

$$P_0 = 10 \cdot C_p \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p; \quad (2.7)$$

$$K_{Mp} = 1, K_p = 1;$$

Коэффициенты, входящие в формулы (2.4)-(2.7) имеют следующие числовые значения: для фрезерования: $C_p = 825$, $x = 1$, $y = 0,75$, $u = 1,1$, $q = 1,3$, $w = 0,2$;

для сверления: $C_M = 0,0345$, $q = 2,0$, $y = 0,8$, $K_p = 1,0$ и $C_p = 68$, $q = 1,0$, $y = 0,7$.

Произведем расчет:

$$P_{Z11} = \frac{10 \cdot 825 \cdot 2^1 \cdot 0,09^{0,75} \cdot 188^{1,1} \cdot 12}{200^{1,3} \cdot 630^{0,2}} \cdot 1 = 2418 \text{ Н.};$$

$$P_{Z12} = \frac{10 \cdot 825 \cdot 2^1 \cdot 0,09^{0,75} \cdot 40^{1,1} \cdot 12}{200^{1,3} \cdot 630^{0,2}} \cdot 1 = 440 \text{ Н.};$$

$$M_{кр11} = P_Z \cdot D / 1020 \cdot 60 = 2418 \cdot 200 / 1020 \cdot 60 = 7,9 \text{ Н.}\cdot\text{м.};$$

$$M_{кр12} = P_Z \cdot D / 1020 \cdot 60 = 440 \cdot 200 / 1020 \cdot 60 = 1,4 \text{ Н.}\cdot\text{м.};$$

$$P_0 = 10 \cdot 68 \cdot 5^1 \cdot 0,09^{0,7} \cdot 1 = 630 \text{ Н.};$$

$$M_{кр2} = 10 \cdot 0,0345 \cdot 0,09^{0,8} \cdot 5^2 \cdot 1 = 1,3 \text{ Н.}\cdot\text{м.};$$

7) По наибольшим значениям сил резания и значению осевой силы P_0 будем рассчитывать мощность станка:

$$N = P_Z \cdot V / 1020 \cdot 60 \quad (2.8)$$

$$N = 2418 \cdot 293 / 1020 \cdot 60 = 11,5 \text{ кВт} \leq 15 \text{ кВт}.$$

Полученная мощность меньше мощности по паспорту станка, следовательно, выбранное оборудование удовлетворяет требованиям режимов резания.

2.5.2. Режимы резания на 010 токарную операцию.

На операции выполняются черновые и чистовые переходы по точению, нарезание резьбы резцом и фрезеровании шпоночного паза. Все режимы сводятся в итоговую таблицу 2.6.

Таблица 2.6 – режимы резания на 010/020 операции по переходам

Переход	t, мм	S ₀ , мм./об.	S, мм./мин.	V, м./мин.	n, об./мин.
Установ А - точение начерно	2	0,8	441	100	550
Установ Б - точение начерно	2	0,8	111	100	139
операция 20 токарная чистовая					
А-точение начисто	0,4	0,15	77	372	515
Нарезать резьбу	0,5	0,5	683	215	1367
Установ Б – точение начисто	0,4	0,15	323	372	2154
Сверлить	14	0,2	182	80	910
Расточить	2	0,3	115	120	380

Методика расчета аналогичная той, которую использовали для 005 операции.

1) Глубина резания.

$$t = 2 \text{ мм};$$

2) Выбираем подачу S₀ мм./об.

$$s = 0,8 \text{ мм./об.},$$

3) Рассчитаем скорость резания по формуле:

$$V = \frac{C_V}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_V, \quad (2.9)$$

где T – стойкость резца для общего машиностроения равно 60 мин;

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{NV} \cdot K_{UV} \cdot K_{MU} \cdot K_{MC} \cdot K_{\varphi} \cdot K_r, \quad (2.10)$$

где все коэффициенты берутся для конкретных условий обработки.

$C_V = 280$, $x = 0,15$, $y = 0,45$, $m = 0,20$ (для $S > 0,7$).

$$K_{MV} = K_r \cdot \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_V}, \quad (2.11)$$

где $K_r = 1$, $n_V = 1,75$;

$$K_{MV} = 1 \cdot \left(\frac{750}{760} \right)^{1,75} = 0,97, \quad K_{NV} = 0,8, \quad K_{UV} = 1,25, \quad K_{MU} = 1, \quad K_{\varphi} = 1, \quad K_{MC} = 1, \quad K_r = 1;$$

$$K_V = 0,97 \cdot 0,8 \cdot 1,25 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0,97.$$

$$V = \frac{280}{60^{0,2} \cdot 2^{0,15} \cdot 0,8^{0,45}} \cdot 0,97 = 100 \text{ м/мин};$$

4) Рассчитаем частоту вращения шпинделя.

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}, \quad (2.12)$$

$$n = 1000 \cdot 100 / 3,14 \cdot 58 = 551 \text{ об./мин.}; \text{ принимаем } n = 540 \text{ об./мин.}$$

5) Рассчитаем составляющую силы резания P_Z по формуле:

$$P_Z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p, \quad (2.13)$$

где $K_p = K_{MP} \cdot K_{\varphi P} \cdot K_{\lambda P} \cdot K_{\lambda P}$, – коэффициенты, учитывающие особенности режущей части резцов на силу резания.

Значения всех коэффициентов определяем по [19]:

$$C_p = 300, \quad x = 1, \quad y = 0,75, \quad n = -0,15;$$

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{760}{750} \right)^{-0,15} = 0,99;$$

$$K_{\varphi p} = 1 (\varphi = 45^\circ), K_{\gamma p} = 1 (\gamma = 10^\circ), K_{\lambda p} = 1;$$

$$K_p = 0,99 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0,99.$$

Рассчитаем P_Z :

$$P_Z = 10 \cdot 300 \cdot 2^1 \cdot 0,8^{0,75} \cdot 100^{-0,15} \cdot 0,99 = 2142 \text{ Н.}$$

По наибольшему значению силы резания рассчитаем необходимую мощность резания: $N = P_Z \cdot V / 1020 \cdot 60 = 2142 \cdot 100 / 1020 \cdot 60 = 3,5 \text{ кВт.}$, что меньше паспортной мощности станка (20кВт), следовательно, выбранное оборудование удовлетворяет требованиям режимов резания.

2.5.3. Режимы резания на шпоночно-фрезерный переход.

Он включает в себя однократное шпоночное фрезерование.

- 1) Глубина фрезерования $t = 4,5 \text{ мм.}$
- 2) $S_Z = 0,009 \text{ мм/зуб.}$
- 3) Определим скорость резания по формуле:

$$V = \frac{C_V \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S^y \cdot B^u \cdot Z^p} \cdot K_V, \quad (2.14)$$

где $C_V = 12, q = 0,3, x = 0,3, y = 0,25, u = 0, p = 0, m = 0,26, T = 80 \text{ мин.}$

$$K_V = K_{mV} \cdot K_{uV} \cdot K_{TV} = 1,0 \cdot 1 \cdot 0,8 = 0,8;$$

$$V = \frac{46,7 \cdot 12^{0,3}}{80^{0,26} \cdot 4,5^{0,3} \cdot 0,009^{0,25} \cdot 12^0 \cdot 2^0} \cdot 0,8 = 13,7 \text{ м/мин.}$$

- 4) Определим частоту вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 13,7}{3,14 \cdot 12} = 363 \text{ об/мин} \quad \text{принимаем } n = 315 \text{ об/мин}$$

5) Рассчитать составляющие силы резания:

для фрезерования

$$P_Z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t_x \cdot S_Z^y \cdot B^n \cdot Z}{D^q \cdot n^w};$$

$$M_{кр} = \frac{P_Z \cdot D}{1020 \cdot 60};$$

Коэффициенты, входящие в формулы имеют следующие числовые значения:

для фрезерования: $C_p = 68.2$, $x = 0.86$, $y = 0.72$, $u = 0.1$, $q = 0.86$, $w = 0$;

Произведем расчет:

$$P_{Z11} = \frac{10 \cdot 68.2 \cdot 4.5^{0.86} \cdot 0.009^{0.72} \cdot 12^{0.86} \cdot 2}{12^{0.86} \cdot 315^0} \cdot 1 = 167 \text{ Н.};$$

$$M_{кр11} = P_Z \cdot D / 1020 \cdot 60 = 167 \cdot 12 / 1020 \cdot 60 = 0.03 \text{ Н}\cdot\text{м.};$$

7) По наибольшим значениям сил резания и значению осевой силы P_0 будем рассчитывать мощность станка:

$$N = P_Z \cdot V / 1020 \cdot 60 \quad (2.15)$$

$$N = 167 \cdot 13.7 / 1020 \cdot 60 = 0.4 \text{ кВт} \leq 4 \text{ кВт}.$$

2.5.3. Расчет норм времени.

Расчет норм времени на 005 фрезерно-центровальную операцию.

Определение основного времени производится для каждого перехода:

$$T_0 = \frac{l + l_1 + l_2 + l_3}{S_Z \cdot Z \cdot n} \cdot i, \text{ (фрезерование)} \quad (2.16)$$

где l, l_1, l_2, l_3 – параметры рабочего хода, мм.;

i – число проходов инструмента.

$$T_0 = \frac{l + l_1 + l_3}{n \cdot S} \cdot i, \text{ (сверление)} \quad (2.17)$$

где l – длина отверстия, мм.

$$T_{011} = \frac{58 + 13 + 3 + 2}{0,72 \cdot 926} \cdot 1 = 0,11 \text{ мин.}; \quad T_{012} = \frac{230 + 13 + 3 + 2}{0,96 \cdot 366} \cdot 1 = 0,74 \text{ мин.};$$

$$T_{021} = \frac{11,35 + 2 + 5}{0,09 \cdot 3000} \cdot 1 = 0,07 \text{ мин.}$$

Расчет вспомогательного времени состоит из суммирования всех времени выполнения всех вспомогательных приемов. С учетом оперативного времени определяются время на обслуживание и отдых. Все параметры подставлены в формулы.

$$T_{ec1} = 1,25 + 1,44 = 2,69 \text{ мин.}; \quad T_{ec2} = 0,2 + 0,05 + 0,03 = 0,28 \text{ мин.}$$

Определим штучное время:

$$T_{шт} = (T_0 + T_e) \cdot \left(1 + \frac{a + b}{100}\right), \quad (2.18)$$

где a и b – время соответственно, организационного обслуживания рабочего места и времени на отдых. Все в процентах от оперативного времени;

$$T_{шт11} = (0,8 + 3) \cdot \left(1 + \frac{3 + 4}{100}\right) = 4,1 \text{ мин.};$$

$$T_{штк} = T_{шт} + \frac{T_{нз}}{n}; \quad n = \frac{N \cdot a}{254} = \frac{500 \cdot 12}{254} = 24$$

$$T_{штк11} = 4,1 + \frac{18}{24} \approx 4,9 \text{ мин.}$$

Определение нормы времени на 010 токарную операцию проведем аналогично. В результате Суммарное время основное

$$010: T_0=0,7+0,54=1,24 \text{ мин.}$$

$$020: 0,42+0,8+0,6+0,19+0,3+0,4=2,71 \text{ мин.}$$

Определим вспомогательное и окончательное время на 010.

$$T_{\text{вс}} = (0,2 \cdot 2 + 0,04 \cdot 5 + 0,4)1,85 = 1,85 \text{ мин.};$$

$$T_{\text{ум1}} = (1,24 + 1,85) \cdot \left(1 + \frac{2+3}{100}\right) = 3,2 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{умк}} = 3,2 + \frac{18}{24} \approx 4 \text{ мин.}$$

Определим вспомогательное и окончательное время на 020.

$$T_{\text{вс}} = (0,2 \cdot 2 + 0,04 \cdot 5 + 0,4)1,85 = 1,85 \text{ мин.};$$

$$T_{\text{ум1}} = (2,7 + 1,85) \cdot \left(1 + \frac{2+3}{100}\right) = 4,8 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{умк}} = 4,8 + \frac{18}{24} \approx 5,6 \text{ мин.}$$

3. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ И РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА

3.1 Сбор данных

Вид и материал заготовки: штамповка, сталь 45 $\sigma_B=880$ МПа

Вид обработки – фрезерование на 005 операции (рисунок 3.1).

Материал и геометрия режущей части – фреза торцовая со вставными ножами ТТ21К9 ГОСТ 9413-80; фреза усовершенствованная с гасителем колебаний.

Силовые параметры определены в расчете: $P_z=2418$ Н., крутящий момент 7,5 Н·м.

Тип приспособления – тиски самоцентрирующие одноместные наладочные.

3.2 Расчет зажимного механизма и силового привода

Составляющая силы резания, которая стремится повернуть заготовку в призмах - момент резания. Тангенциальная сила стремится сдвинуть заготовку (рисунок 3.1).

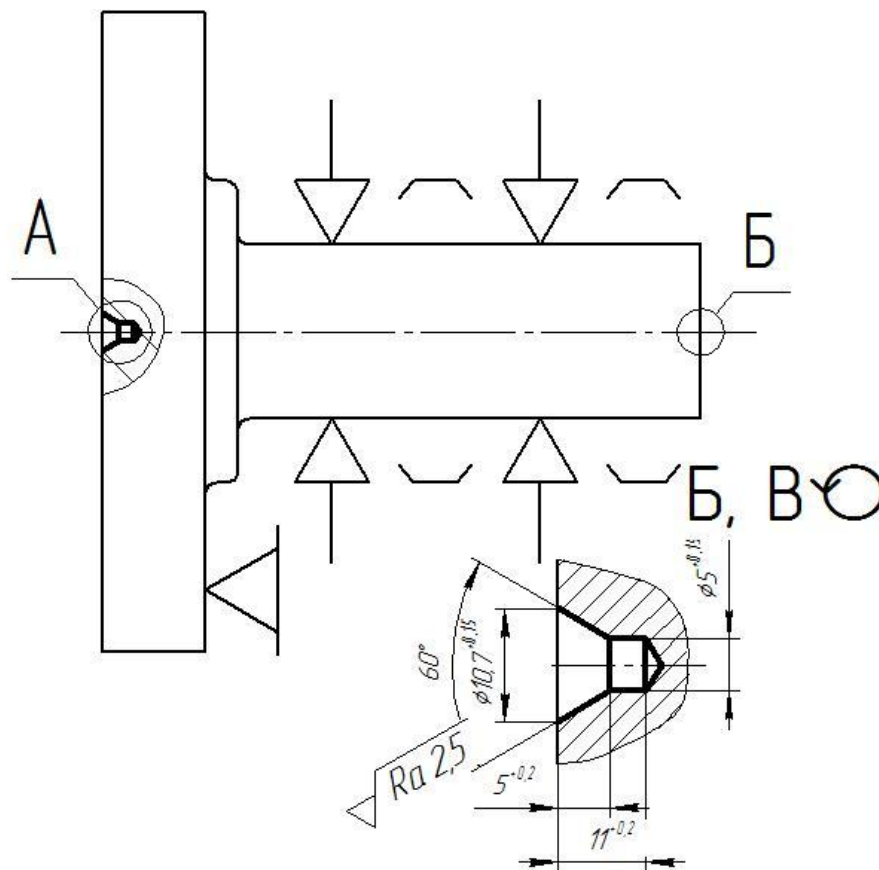


Рисунок 3.1 - Операционный эскиз

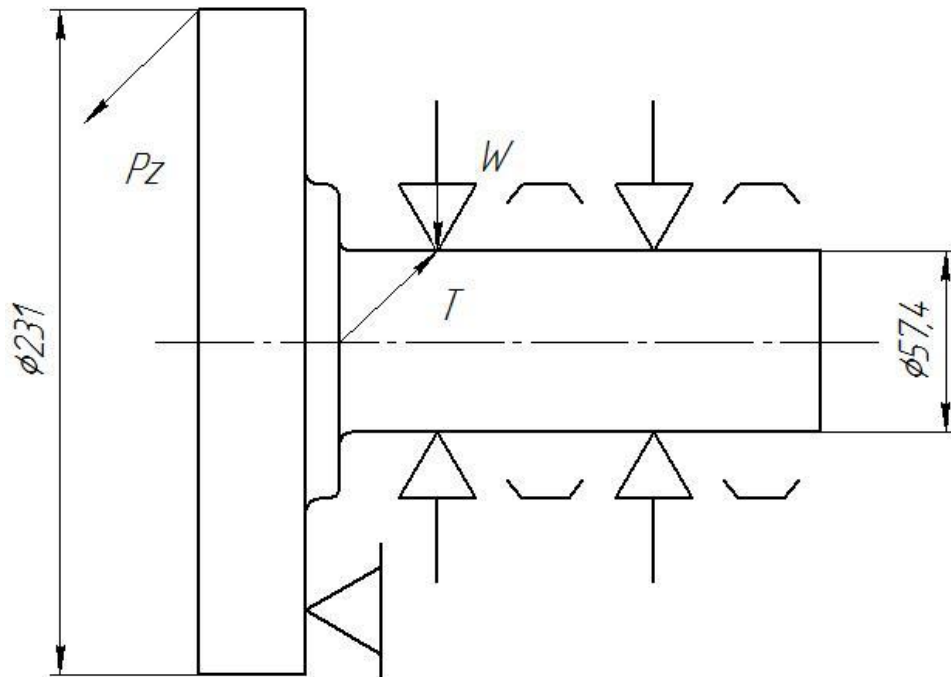


Рисунок 3.2 - Схема сил резания

Для необходимого условия уравновешенности от двух возмущающих моментов ($M_{кр}$ и M_3) необходимо определить усилие закрепления [6, 8]

$$W_{Pz} = \frac{k \cdot P_z \cdot d1}{f \cdot d2}, \quad (3.1)$$

где P_z – для фрезерования касательная составляющая компонента для силы резания, Н·м.;

$d1, d2$ – размеры поверхности обрабатываемой (231 мм) и зажимаемой (57,4 мм).

Значение коэффициента запаса k в зависимости от конкретных условий выполнения технологической операции, определяется по формуле:

$$k = k_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5 \cdot k_6; \quad (3.2)$$

где $k_0 = 1,5$;

Остальные коэффициенты

$$k = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1,1 \cdot 1,2 = 2,4.$$

Принимаем $k = 2,5$.

Коэффициент трения f для трущихся рабочих поверхности установочных призм и заготовкой принимаем $f = 0.2$. Подставив в формулу исходные данные, получим:

$$W_{Pz} = \frac{2,5 \cdot 2418 \cdot 0,115}{0,2 \cdot 0,0268} = 129696 \text{ Н.}$$

Величина усилия на штоке силового привода рассчитывается по формуле:

$$Q = Wl_1 / l_2 \eta, \quad (3.3)$$

где l_1, l_2 - плечи рычага, соответственно 112 и 40 мм.;

$\mu = 0,9$ – к.п.д. механизма

$$Q = \frac{129696 \cdot 40}{112 \cdot 0,9} = 51467 \text{ Н.}$$

Для создания исходного усилия Q используется силовой привод, расположенный во внутренней полости корпуса. Для упрощения компоновки рабочего места рассчитаем параметры пневматического привода.

Диаметр поршня определяется по формуле:

$$D = 1,13 \sqrt{\frac{Q}{P}} \quad (3.4)$$

где P – избыточное давление воздуха.

Имеем

$$D = 1,13 \sqrt{\frac{51467}{0,4}} = 317_{\text{мм}}.$$

Опыт конструирования показывает, что если диаметр поршня силового привода превышает 80 мм., то конструкция получается громоздкой и не технологичной. При давлении гидропривода $P = 2,5$ МПа диаметр можно принять равным $D=110$ мм.

Ход поршня принимаем из условия свободной установки заготовки в призмы. Принимаем $S_q = 40$ мм.

3.3. Расчет погрешности установки заготовки в приспособлении

Точность установки в осевом направлении определяется точностью базы заготовки и зависит от точности положения опоры относительно установочных шпонок тисков.

Для размера в горизонтально направлении погрешность приспособления равна погрешностям сменной и постоянной призм, зазорам в поворотных пальцах и погрешности изготовления рычагов. Четыре погрешности по 0,005 мм дают в сумме методом неполной взаимозаменяемости 0,05 мм.

3.4. Описание приспособления и принципа его работы

Приспособление необходимо, чтобы установить заготовку на фрезерно-центровальной операции, сориентировать ее при обработке плоскостей.

Приспособление содержит корпус 1 на верхней части которой закреплены винтами 27 плиты 5. Они формируют направляющие в которых перемещаются постоянные зажимы 6 на которых крепятся сменные губки 9. Постоянные зажимы 6 через оси 8, рычаги 17, штифты 11 связаны со штоком 14, на конце которого гайкой 20 закреплен поршень 7. На левой плите 5 установлена опора 2, в которую впрессованы палец опорный 28 и пальцы установочные 29. Снизу корпуса по прессовой посадке установлены крышка

18, цилиндр 4 и крышка 12 стянутые болтами 26 с гайками 19. В крышки 18 и 12 вкручены штуцеры 13. В пазы корпуса 1 вставлены и закреплены шпонки 25.

Приспособление работает следующим образом. Заготовка устанавливается на установочные пальцы 29 и упирается в опорный палец 28. Далее подается давление рабочей среды – масла в верхнюю часть полости гидроцилиндра 1 и поршень 7 перемещает шток 14 вниз. Тот поворачивает рычаги 17 навстречу друг другу. Происходит фиксация заготовки.

Раскрепление происходит в обратном порядке.

3.6. Проектирование режущего инструмента

3.6.1. Сбор исходных данных

На операции 005 фрезерно-центровальной обрабатывается плоскость шириной $B=230$ мм. на заготовке из стали 45 ГОСТ 1050-88, твердостью 220 НВ на фрезерно - центровальном станке 2Г942.10. С другой стороны обрабатывается поверхность $B=57,4$ мм. фрезой ГОСТ 9413-80. Для того, чтобы выровнять время обработки предлагается применить для обработки большого торца более эффективную фрезу..

3.6.2. Расчет режущего инструмента

Расчет новой фрезы ведется по [12].

- 1) Величина главного угла в плане для пластины: $\varphi = 54^\circ$.
- 2) Вспомогательный угол для пластины в плане: $\varphi_1 = 16^\circ$.
- 3) Передний угол по режущей пластине: $\gamma = +11^\circ$ - для обработки стали с $\sigma_B < 750 \text{ МПа}$.
- 4) Винтовой угол наклона режущих пластинок: $\omega = 8^\circ$.
- 5) Наличие фасок для обработки сталей с пределом прочности $\sigma_B < 750 \text{ МПа}$ - $f=0,2$ мм.
- 6) Суммарная ширина торцовой фрезы: $L = 70 \text{ мм}$.

7) Стандартное отверстие для посадки фрезы на оправку:
 $D_{XB} = 40 \text{ мм}$. Расчетные параметры фрезы:

Найдем внешний диаметр и размер для посадочного отверстия у фрезы.

Для таких торцовых фрез надо врезание режущего зуба происходит на толщине среза: $a_x = \rho$, где параметр $\rho = 0,35 \div 0,55(\alpha^0 + \gamma^0)$ - это радиус скругления у режущей кромки пластины. Тогда внешний диаметр торцовой фрезы

$$d_{a\max} = \sqrt{S_z^2 \sin^2 \varphi B^2 / (S_z^2 \sin^2 \varphi - \rho^2)}, \quad (3.10)$$

где S_z – справочная подача на один зуб фрезы, мм/зуб;

φ - главный угол в плане для режущей пластины фрезы, °;

B – параметр - ширина фрезерования, мм. $d_a = 239$ мм.

Найденный по формуле (3.10) диаметр фрезы округляем до стандартного ближайшего значения - 230.

Диаметр для посадочного отверстия принимается по стандарту - 40.

1) По условию равномерности при фрезеровании находится количество зубьев у фрезы z по формуле:

$$z = \frac{360\xi}{\psi}, \quad (3.11)$$

где: $\xi \geq 2$ - условие равномерности при фрезеровании;

$\psi = \arccos\left(1 - \frac{2B}{d_a}\right)$ - определяет угол контакта у фрезы.

$$\psi = \arccos\left(1 - \frac{2 \cdot 250}{230}\right) = 49,50^\circ.$$

$$z = \frac{360 \cdot 2}{160} = 14,5 \approx 15.$$

2) Находится окружной шаг для зубьев у фрезы

$$t_{\text{окр}} = \frac{\pi d_a}{z}, \quad (3.12)$$

$$t_{\text{окр}} = \frac{3,14 \cdot 160}{15} = 33,5 \text{ мм.}$$

3) Находится высота зуба

$$h = (0,5 \dots 0,65) t_{\text{окр}}, \quad (3.13)$$

$$h = (0,5 \dots 0,65) \cdot 33,5 = (6,75) \text{ мм.}$$

Примем $h = 17$ мм.

4) Находится задний угол по пластине

$$\alpha = \arcsin\left(\frac{0,13}{a^{0,3}}\right), \quad (3.14)$$

где толщина слоя при фрезеровании $a = S_z \cdot \sin \varphi = 0,08 \cdot \sin 54^\circ = 0,09 \text{ мм}$.

$$\alpha = \arcsin\left(\frac{0,13}{0,09^{0,3}}\right) = 15^\circ.$$

3.6.3. Описание работы инструмента

Фреза является устройством для создания многократной модуляции скорости фрезерования. Это осуществляется путем периодического поворота режущей части относительно хвостовой. Амплитуда колебаний имеет величину, необходимую для гарантированного подавления возникающих автоколебаний при резании. Причем в данном случае это работает для инструмента с числом зубьев больше трех.

При этом возникают значительные динамические нагрузки на режущие элементы. Для их снижения фреза оснащается виброгасящими (демпфирующими) элементами. Для режущих пластин условия резания становятся более благоприятными и стойкость инструмента повышается.

Торцовая фреза имеет особенности конструкции. Цель этих изменений - повысить надежность и сделать ее более удобной в производственных условиях. Корпус фрезы представляет собой два кольца. Между ними вводится упругая связь. Конструктивно она оформлена в виде пружины. Форма пружины - разрезное кольцо, которое размещено между кольцами. Это делается для упрощения настройки жесткости пружины. Также при помощи этого кольца можно задавать начальное угловое смещение подвижного кольца. Для промышленного варианта фрезы кольца могут быть связаны при помощи двух радиально-упорных роликоподшипников. Для компенсации износа будет возможность регулировать натяг между кольцами. Все это благоприятно сказывается на увеличении жесткости и долговечности инструмента.

В корпусе-кольце 1 торцовой фрезы (рисунок 3.3)[14] выполняются пазы. В них установлены рабочие державки 2 со штифтами 4. На штифтах 4 надеваются режущие пластины 5. В данном случае они выполнены из твердосплавной марки ТТ15К10. На корпусе-кольце 1 располагается кольцо промежуточное 3. Оно имеет отверстия, через которые проходят зажимные винты 8, ввернутые в хвостовики державок 2. При сборке державок фрезы используются пружины 6 с шайбами 7, которые поджимают режущие пластины к установочным поверхностям державки и корпуса. Окончательно фиксация пластины при помощи винта 8 происходит при затягивании державок в пазы корпуса. Сама державка штифтом начинает прижимать режущие пластины к пазам в кольцевой канавке в кольце - корпусе фрезы. Эта кольцевая канавка выполнена по торцу корпуса у фрезы должна по форме соответствовать форме режущих пластин.

Второе промежуточное кольцо 9 затягивается при помощи крышки 10 затягиванием винтов 22. Точная соосность, исключение поворота

промежуточного кольца 9 относительно крышки 10 обеспечивается штифтами 18. Радиально-упорные подшипники 23 устанавливаются на корпус 1 и промежуточное кольцо 9. Между кольцом 9 и крышкой 10 фиксируется разрезанное кольцо 13. Один конец его закрепляется при помощи штифта 18. Другой конец притягивается при помощи винта 15, который вкручивается во державку 14.

Для работы разрезанное кольцо 13 натягивается при помощи винта 15. При фрезеровании сила резания хочет закрутить корпус-кольцо 1 относительно зафиксированной крышки 10 на опорах подшипниках 16. Они сами поджимаются при помощи шпилек 19 с контргайками 20. При трении по поверхностям трения разрезанного кольца 13 и крышки 10 совместно промежуточным кольцом 9 проходит рассеяние возмущающей энергии колебаний.

Апробация фрезы данной конструкции позволяет повысить стойкость режущих элементов до 460 мин. Также можно увеличить и минутную подачу до 650 мм/мин. За счет этого основное время можно снизить.

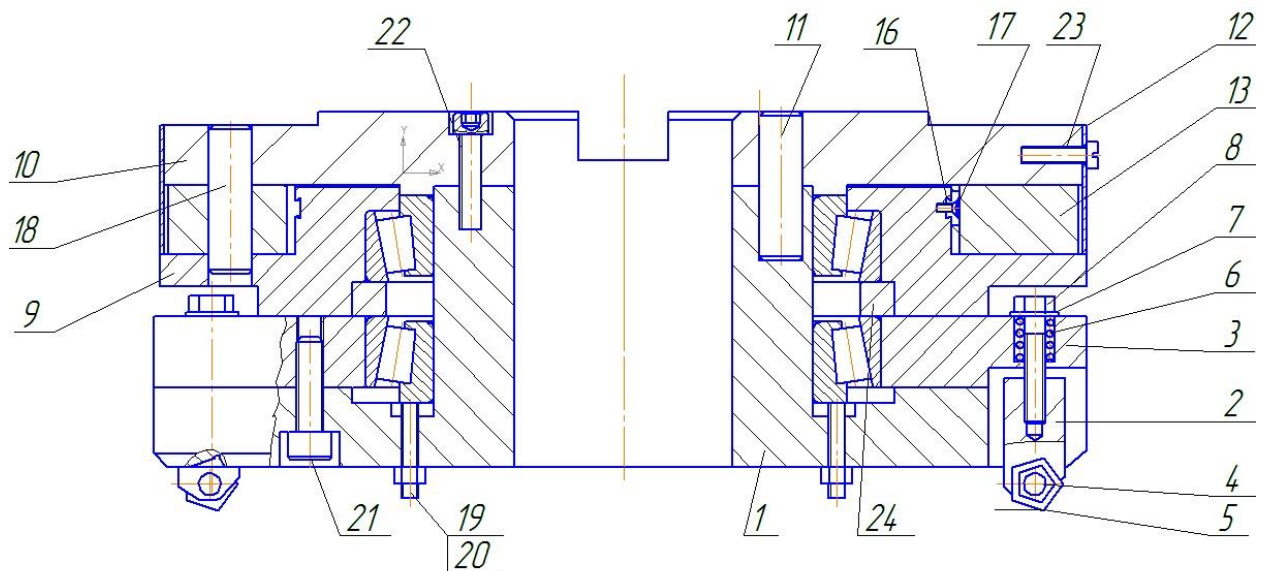


Рисунок 3.3 Схема фрезы

4. ПАТЕНТНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ ЧАСТЬ

В разделе рассматриваются конструкции различных торцовых фрез. Целью изменения конструкций инструмента является следующие технические достижения: расширить технологические возможности путем регулирования жесткости демпфирующих элементов в широком диапазоне (а.с. №1780942, Кл. В23/С5/06, 1992); повысить стойкость, увеличить производительность, улучшить качество обработки и обеспечить простоту технического исполнения (а.с. №.1808517, Кл.В23С5/06); повысить надежность закрепления и период стойкости инструмента; повысить долговечность путем уменьшения уровня динамических нагрузок (а.с. №1703295, Кл. В23С5/06) (рисунок 4.4).

Ниже описываются конструкции данных фрез и принципы их работы.

Промежуточный диск 3 устанавливается на фрезерной оправке 1 и закрепляется шпонкой 2. Он с зазором охватывается корпусом 4, в котором установлены резцы 5. На внешней поверхности диска 3 и на сопрягаемой с данной поверхностью внутренней у корпуса равномерно и одновременно по периметру выполняются пазы 6 и 7. Сделаны они в виде половинчатых отверстий, оси которых совпадают с поверхностью сопряжения корпуса и диска. В этих пазах размещаются демпфирующие элементы, сделанные как упругие втулки.

На рисунке 4.1 дается конструкция такой сборной фрезы. В ней располагаются в отверстиях четыре разрезанных, свободно установленных относительно друг друга металлические втулки. Концентрично расположенные металлические упругие втулки 8 с разрезом 9 охватывают втулки 10 с разрезом 11, которые в свою очередь охватывают втулки 12 с разрезом 13, внутри которых смонтированы втулки 14 с разрезом 15. Между подвижным в окружном направлении относительно промежуточного диска 3 корпусом 4 и винтом 16 установлена шайба - подшипник 17, например, из капролона. Аналогичная шайба - подшипник 18 установлена между ближними торцами диска 3 и корпуса 4.

На рисунке 4.1 изображен узел демпфирования. При вращении фрезы приводной момент поступает через шпонку 2 с фрезерной оправки 1 на диск 3, а затем посредством упругих демпфирующих втулок на корпус 4 и в конце, на резцы 5. При входе резца 5 в зону обработки происходит окружное смещение корпуса 4 фрезы относительно промежуточного диска 3 и полуотверстия 6 смещаются относительно полуотверстий 7, что приводит к деформации упругих втулок. Величина предельного окружного смещения корпуса лимитируется величиной разреза втулки. При необходимости увеличить жесткость узла демпфирования устанавливается необходимое количество втулок. Основная потеря корпусом кинетической энергии происходит при входе резца фрезы в зону резания на упругое сжатие разрезных втулок на площадках контакта демпфирующих элементов с корпусом и промежуточным диском во фрикционных стыках между втулками, входящими в комплект, а также на внутреннее трение в резиновых втулках.

Благодаря возможности установки различного количества как металлических, так и чередующихся металлических и резиновых втулок, меняя таким образом жесткость узла демпфирования в широком диапазоне, представляется возможным эффективно использовать фрезу для различных режимов обработки.

Экономическая эффективность от использования фрезы заключается в расширении эксплуатационных возможностей ее за счет регулирования жесткости узла демпфирования в широком диапазоне.

Для фрезы по авторскому свидетельству №1808517. У стандартной торцовой фрезы есть корпус 1 со вставными рифлеными ножами 2. Она имеет дополнительные подрезные 3 и обдирочные 4 ножи, которые установлены попеременно в интервалах между ножами 2. Ножи 3 и 4 имеют призматический корпус, который устанавливается во фрезу по трем плоскостям. Дополнительные ножи 3 и 4 одинаково фиксируются на корпусе при помощи двух винтов. Регулировочные винты 6 и 8 ввинчивают в упорный диск 7, который закрепляют на верхней плоскости корпуса фрезы.

Они используются выверки и настройки осевого вылета у ножей 3 и 4 (рисунок 4.2).

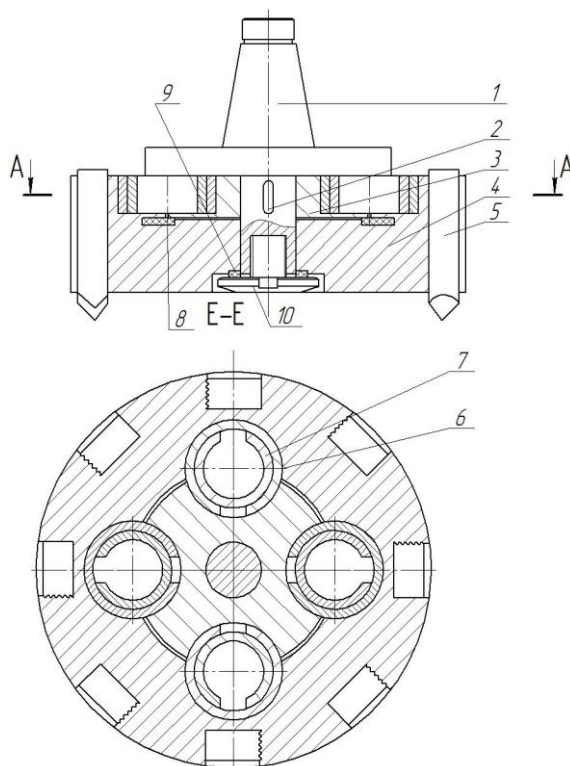


Рисунок 4.1 - Эскиз к а.с. №1780942

Подрезные ножи, имея также специальную геометрию лезвия, располагаются в районе вершины лезвия основных ножей и обеспечивают разгрузку этой вершины в процессе резания, а также, благодаря наличию радиуса при своей вершине, улучшают качество обработанной поверхности.

Основные ножи несут главную нагрузку при обработке данной фрезой, однако работают в условиях свободного резания без неблагоприятного воздействия корки, а также с разгруженной вершиной, что приводит к увеличению их стойкости. При этом отпадает необходимость заточки угла в плане на основных ножах, что также повышает их стойкость, т.к. отсутствуют остаточные напряжения, возникающие в паяном стыке твердосплавной пластины и корпуса ножа при его заточке.

Геометрия лезвия дополнительных ножей позволяет получить в процессе резания осевые силы резания, прижимающие фрезу к заготовке, что

повышает ее устойчивость, снижает вибрации, облегчает процесс резания и приводит к улучшению качества обработанной поверхности.

Испытания фрезы показали, что ее стойкость при обработке чугунных заготовок с коркой по сравнению с прототипом в среднем возрастает в 1,5 раза. При этом глубина резания в среднем может быть увеличена на 2-3 мм, а частота вращения шпинделя повышена на 1-2 ступени, что повышает производительность. Шероховатость обработанной поверхности улучшается в среднем на 2-3 класса.

На рисунке 4.3 изображена торцовая фреза по а.с. СССР №1828787. Она имеет корпус 1. Режущая пластина 2 закрепляется на резцовой вставке 3. Резцовый блок имеет параллельно расположенные стенки паза 6 и 7.

Коническая оправка 5 устанавливается в шпинделе станка. Закрепление оправки на фрезе осуществляется по резьбе центрального отверстия. Шпинделю, а соответственно, и фрезе сообщают вращение, например, против часовой стрелки относительно обрабатываемой поверхности заготовки, после установки режущих пластин 2 на глубину резания. Предлагаемая торцовая фреза имеет высокий период стойкости режущих пластин, а надежность обеспечивается взаимным расположением мест закрепления и фиксации резцовой вставки и фиксирующих элементов.

На фрезерной оправке 1 из фланца и хвостовика зафиксирован корпус. Он составной из двух дисков: основной 2 и дополнительный 3. Они могут относительно друг друга смещаться в окружном направлении. В дисках выполняются равномерные пазы. Пазы 4 в главном диске 2 смещаются по окружности в диске 3 относительно пазов 5. Диск 2 имеет режущие элементы резцы 6, в диске 3 - резцы 7. На совмещенных поверхностях фланцевой оправки 1 и основного диска 2 выполняются лунки 8,9. В них помещаются шарики 10, которые имеют упругодемпфирующие покрытия 11. Также набор конических лунок 12 и 13 выполняются на совмещенных торцах диска 2, 3. В них помещаются шарики 14, имеющие упругодемпфирующее покрытие 15. Резцы в основном диске проходят в пазах 5 между режущими элементами в дополнительном диске 3.

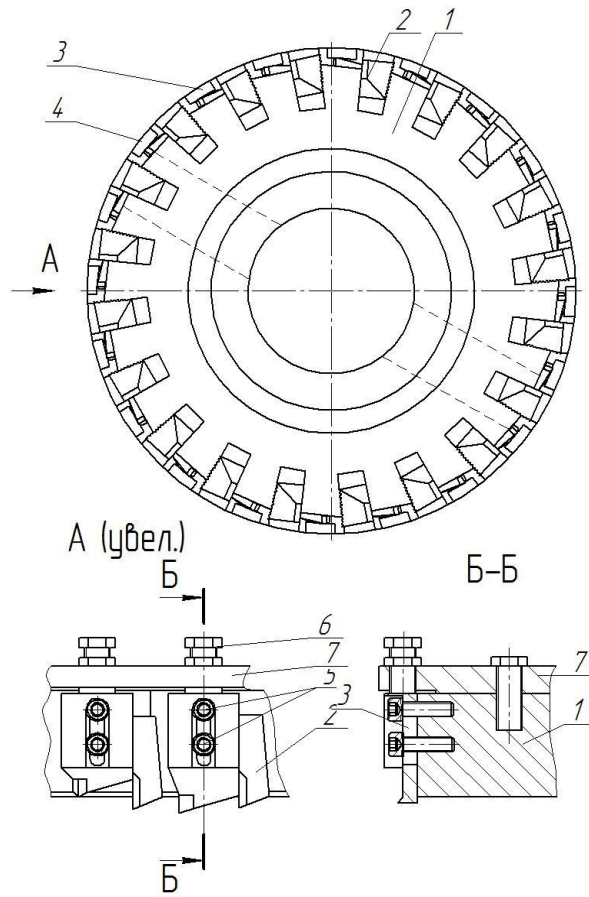


Рисунок 4.2 -Конструкция фрезы по а.с.№1808517

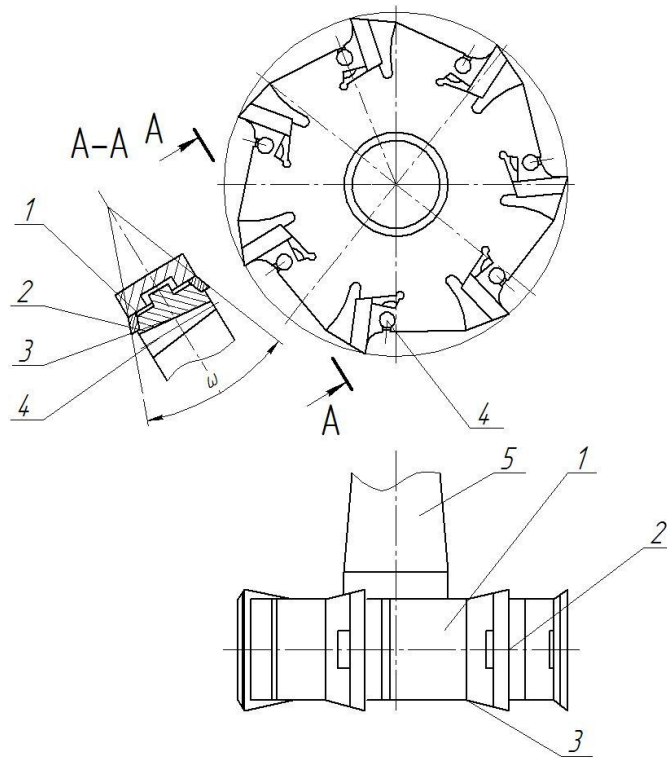


Рисунок 4.3 - Торцовая фреза по а.с. №1828787

Как подшипники скольжения используются шайбы 16 и 17 между подвижными относительно друг друга элементами торцевой фрезы. Шайбы могут сделаны из полиамида, капролона, фторопласта. Винт 10 используется для соединения дисков 2, 3. Он используется для регулирования жесткости.

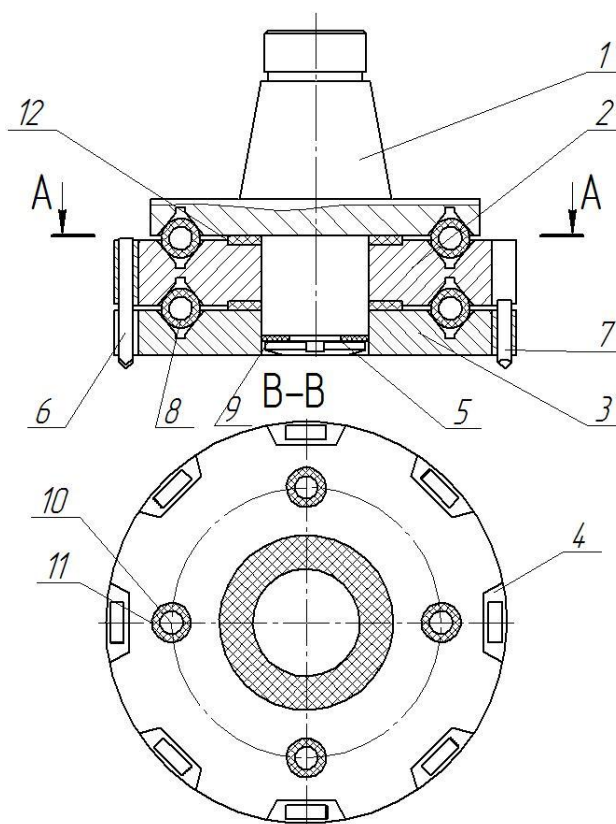


Рисунок 4.4 Торцевая фреза по а.с.№1703295

На рисунке 4.5 показана торцевая фреза по а.с. СССР 643254. Корпус 1 торцевой фрезы устанавливается на фрезерной оправке 2. Она устанавливается в шпиндель 3 фрезерного станка. Между торцом оправки и корпусом установлен промежуточный диск 4. Он служит для передачи крутящего момента шпонкой 5 от фрезерной оправки. На фрезу передается момент упругой шпонкой 6. На соседних поверхностях корпуса и промежуточного диска равномерно по периметру выполняются шесть ступенчатых соосных отверстий. В отверстия промежуточного диска устанавливаются упругие разрезные шайбы 7 со штоком 8. В отверстия корпуса устанавливается стакан 9 вместе с шариками 10.

Обработка проводится следующим образом.

При вращении фрезы со шпинделем 3 и врезании резцов 11 в обрабатываемую заготовку возникает крутящий момент. Он от шпинделя жесткой шпонкой 5 передается на диск промежуточный 4. После этого на корпус 1 подается через упругие шпонки 6. Из-за податливой связи между корпусом и диском из-за упругих шпонок динамические нагрузки сглаживаются. При относительном смещении корпуса 1 и промежуточного диска 4 из-за действия момента упругости от сил резания сжимаются упругие шпонки 6. Для ограничения смещения корпуса используются шарики 10, которые перекатываются на небольшое расстояние по плоскостям штоков 8. Из-за этого фреза имеет высокую чувствительность к изменению момента резания в зоне резания.

Из-за особенностей конструкции фреза гарантирует высокую точность размеров, а также эффективное демпфирование колебаний.

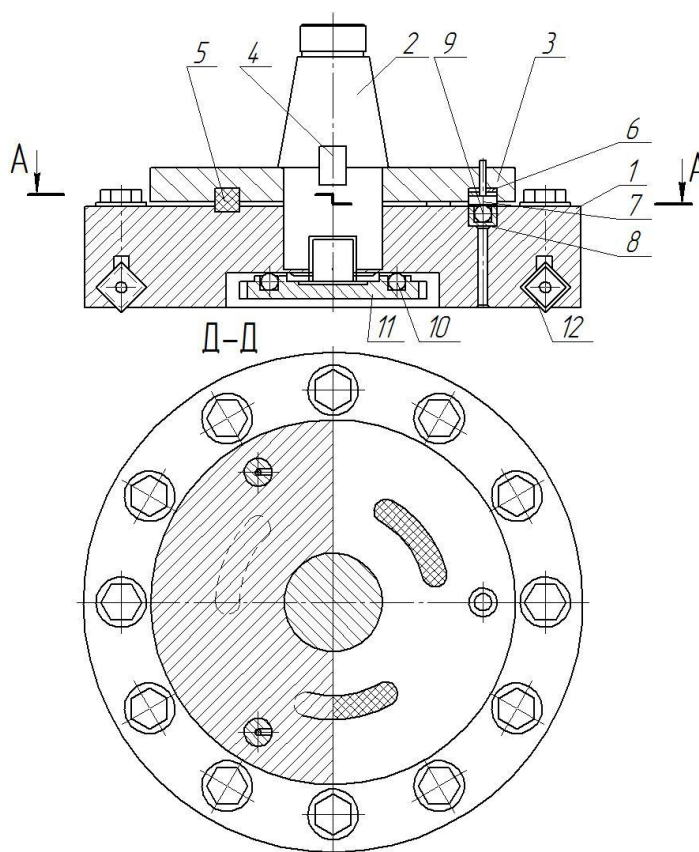


Рисунок 4.5 - Торцовая фреза по а.с. 643254

5. БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ РАБОТЫ

5.1 Конструктивно-технологическая характеристика объекта

Таблица 5.1 - 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 черновое чистовых баз	Фрезерно-центральная операция	Фрезеровщик	Фрезерно-сверлильный станок 2Г942.10	45, смазочно-охлаждающая жидкость

5.2 Идентификация профессиональных рисков

Таблица 5.2 – Риски в профессиональной деятельности

№п/п	Производственная операция, технологическая операция и/или эксплуатационная	Производственный вредный и/или опасный фактор	Источник вредного производственного фактора и/или опасного производственного фактора
1	2	3	4

Продолжение таблицы 5.2

1	2	3	4
	операция, технологическая операция; вид предлагаемых работ		
1	Фрезерно-сверлильная операция	Высокая температура поверхности оборудования и материалов; движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования; высокий шум на рабочем месте.	Заготовка вала, фрезы, сверла, станок 2Г942.10

5.3 Методы и технические средства снижения профессиональных рисков

Таблица 5.3 – 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	СИЗ работающего
1	2	3	4

Продолжение таблицы 5.3

1	2	3	4
		фактора и/или опасного производственного фактора	
1	Повышенная температура поверхностей оборудования, материалов	Охлаждение зоны обработки	Перчатки полимерные
2	Движущиеся машины и механизмы	Защитные ограждения	-
3	Подвижные части производственного оборудования	Защитные ограждения	-
4	Высокий шум на рабочем месте	Антишумовая обработка участка обработки	Наушники /беруши

5.4. Обеспечение пожарной и техногенной безопасности рассматриваемого технического объекта (производственно-технологических эксплуатационных и утилизационных процессов)

Таблица 5.4 – Определение характеристик пожара

№ п/п	Производственный участок и/или производственное подразделение	Используемое оборудование	Номер пожара	Опасные факторы при пожаре	Сопутствующие проявляющиеся факторы при пожаре
1	2	3	4	5	6

Продолжение таблицы 5.4

1	2	3	4	5	6
1	Участок механической обработки	Фрезерно-сверлильный станок 2Г942.10	Пожары, связанные с воспламенением и горением жидкостей или плавящихся твердых веществ и материалов (В)	Неисправность электропроводки; пламя и искры; возгорание промасленной ветоши	Замыкание высокого электрического напряжения на токопроводящие части технологических установок

Таблица 5.5 – Выбор средства пожаротушения

Средства первичного пожаротушения	Средства мобильного пожаротушения	Установки стационарного пожаротушения и/или пожаротушащие системы	Средства автоматического пожаротушения	Оборудование для пожаротушения	СИЗ для спасения людей	Инструмент для пожаротушения (механизированный и немеханизированный)	Сигнализация, связь и оповещение при пожаре
1	2	3	4	5	6	7	8
Огнетушители, ящики с	Пожарные автомобили и пожар	Системы пенного пожаротушения	Технические средства оповещения	Напорные пожарные рукава	Веревки пожарные карабины пожарные противог	Лопаты, багры, ломы, топоры	Автоматические извещатели

Продолжение таблицы 5.5

1	2	3	4	5	6	7	8
песком, пожарные краны	ные лестницы	отушения	щения и управления эвакуацией, приборы приемно-контрольные	и рукавные разветвления	зы, респираторы		

Таблица 5.6 – Средства обеспечения пожарной безопасности

Название техпроцесса, применяемого оборудования, которое входит в состав технического объекта	Вид предлагаемых к реализации организационных и/или организационно-технических мероприятий	Нормативные требования по обеспечению пожарной безопасности, а также реализуемые эффекты
1	2	3
Фрезерование	Хранение ветоши в негорючих ящиках; Применение плавких предохранителей или автоматов в электроустановках	Использование пожарной сигнализации и пожарных извещателей, противопожарные инструктажи в соответствии с графиком,

Продолжение таблицы 5.6

1	2	3
	станков	обеспечение средствами пожаротушения, обеспечение безопасности проведения огневых работ

5.5 Обеспечение экологической безопасности рассматриваемого технического объекта

Таблица 5.7 – Определение экологически опасных факторов объекта

Название	Структурные	Экологическ	Экологическое	Экологическое
технического объекта и/или производственного техпроцесса	элементы технического объекта и/или производственного техпроцесса (производственного сооружения или производственного здания по функциональному назначению, операций техпроцесса, технического оборудования), а также энергетической установки, транспорта и т.п.	о негативное воздействие рассматриваемого технического объекта на атмосферу (опасные и вредные выбросы в воздух)	негативное воздействие рассматриваемого 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.)
Фрезерование	Фрезерно-сверлильный станок 2Г942.10	Пыль, пары СОЖ	СОЖ	Хранение в металлических контейнерах

Таблица 5.8 – Разработанные (дополнительные и/или альтернативные) организационные и технические мероприятия для снижения антропогенного негативного воздействия

Название технического объекта	Сверление
Предлагаемые мероприятия для снижения негативного антропогенного воздействия на атмосферу	Фильтры
Предлагаемые мероприятия для снижения негативного антропогенного воздействия на гидросферу	Флотомашинны для сточных вод с отстойниками
Предлагаемые мероприятия для снижения негативного антропогенного воздействия на литосферу	Стружка на переплавку, остальное на полигон

5.6 Выводы по разделу «Безопасность и экологичность технического объекта» выпускной квалификационной работы бакалавра

В настоящем разделе проанализирован технологический процесс изготовления вала фланцевого планетарного редуктора. Выявлены опасные и вредные производственные факторы. Разработаны меры по их снижению. Разработаны меры по снижению пожарной опасности. Разработаны меры по сохранению экологии и окружающей среды.

6. 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 предыдущих разделах был описан технологический процесс изготовления фланцевого вала планетарного редуктора, который имеет ряд недостатков и которые можно устранить путем его совершенствования. Чтобы иметь четкое представление об обоснованности этого совершенствования необходимо провести экономическое сравнение рассматриваемых вариантов технологии.

Для этого представим краткое описание существующего и предлагаемого технологического процесса в виде таблицы 6.1.

Таблица 6.1 – Краткое описание изменений технологического процесса изготовления фланцевого вала планетарного редуктора

Базовый вариант	Проектируемый вариант
<u>Операция – Фрезерно-центровальная</u>	
<p><u>Оборудование</u> _____ – Фрезерно-центровальный станок, модель 2Г942. <u>Оснастка</u> – самоцентрирующие тиски. <u>Инструменты:</u> фреза торцевая сборная $\varnothing 250$, Т15К6 – $T_O = 1,5$ мин.; центровочное сверло, Р6М5 – $T_O = 0,07$ мин. $T_{шт-к} = 5,7$ мин</p>	<p><u>Оборудование</u> _____ – Фрезерно-центровальный станок, модель 2Г942. <u>Оснастка</u> – самоцентрирующие тиски. <u>Инструменты:</u> фреза торцевая сборная с виброгасителем $\varnothing 250$, Т15К6 – $T_O = 0,74$ мин.; центровочное сверло, Р6М5 – $T_O = 0,07$ мин. $T_{шт-к} = 5,7$ мин</p>

Кроме описанных условий нам понадобится информация о программе выпуска, которая составляет 500 штук.

Используя исходные данные и, применяя методику расчета капитальных вложений [6], определим величину инвестиций в проектируемый вариант. Величина необходимых для осуществления предлагаемых внедрений

составит 17016,57 руб. которая будет направлена на приобретение необходимого инструмента и затраты на проектирование.

Используя методику определения себестоимости и калькуляции себестоимости [6] были получены значения полной себестоимости изделия до и после внедрения совершенствований, которые составили 89,93 руб. и 77,34 руб., соответственно.

Для более наглядного представления изменений по структуре полной себестоимости, представим ее диаграмму по статьям расходов, для рассматриваемых вариантов (рисунок 5.1).

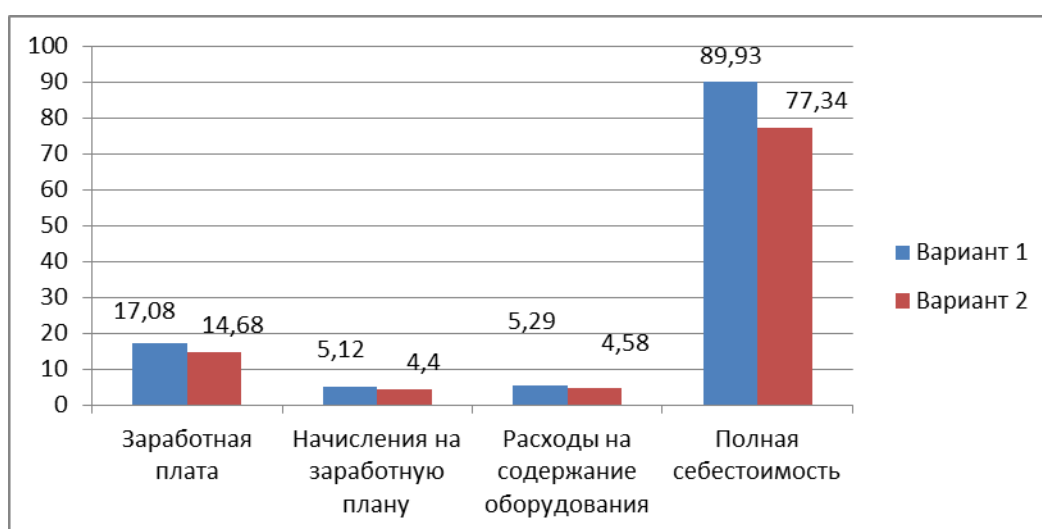


Рисунок 5.1 – Структура технологической себестоимости и величина полной себестоимости, руб.

Анализируя представленную диаграмму, можно сделать вывод о снижении величины полной себестоимости, что является положительным моментом для внедрения предложенного технологического процесса. Однако, чтобы окончательно убедиться в целесообразности его внедрения, необходимо провести расчеты, связанные с экономическим обоснованием данного внедрения.

Чтобы провести экономическое обоснование воспользуемся всеми полученными значениями, представленными ранее, а также методикой расчета экономической эффективности внедряемого проекта [6]. Согласно которой мы можем рассчитать целый ряд значений, необходимых нам для

формирования соответствующего выводы о необходимости внедрения нового процесса. Все значения, которые получены, при использовании описанной методике, представлены в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Результаты расчетов показателей эффективности

№	Наименование показателей	Условное обозначение, единица измерения	Значение показателей	
			Вариант 1	Вариант 2
1	Капитальные вложения в проект (инвестиции)	$K_{ВВ.ПР}$, руб.	–	17016,57
2	Себестоимость единицы изделия	$C_{Поль}$, руб.	89,93	77,34
3	Чистая прибыль	$П_{чист}$, руб.	5036	
4	Срок окупаемости инвестиций	$T_{ок}$, лет	4	
5	Общий дисконтированный доход	$Д_{общ.диск}$, руб.	19086,44	
6	Интегральный экономический эффект (чистый дисконтируемый доход)	$Э_{инт} = ЧДД$, руб.	2069,87	
7	Индекс доходности	$ИД$, руб. / руб.	1,12	

Анализируя данные, представленные в таблице 5.2., можно сделать заключение о том, что внедрение предложенных изменений в технологический процесс будет эффективным. Об этом свидетельствуют значения, полученные расчетным путем. Во-первых, это положительная величина интегрального экономического эффекта, которая составляет 2069,87 руб. Во-вторых, проект окупиться в течение 4-х лет, что для инвестиций в машиностроительное производства является надежным показателем для вложения средств. И в-третьих, индекс доходности (ИД) составляет 1,12 руб./руб., это говорит о том, что каждый вложенный рубль в этот проект принесет предприятию не только возврат вложенных средств, но и дополнительную прибыль. Все вышперечисленные значения дают нам право сделать заключение об эффективности предложенных изменений.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате работы получены ниже приведенные результаты:

-выбран тип производства и форма организации техпроцесса изготовления вала;

-выбрана и спроектирована штамповка;

- разработаны технологический маршрут обработки поверхностей и изготовления детали;

-выбраны средства технологического оснащения;

- спроектированы технологические операции.

С учетом последних достижений в области фрезерования спроектирована виброгасящая торцовая фреза.

Спроектировано приспособление для высокопроизводительной токарной обработки.

Рассмотрены меры по защите окружающей среды и обеспечению безопасности труда персонала, задействованного в техпроцессе изготовления вала.

Предложенные меры позволяют получить интегральный экономический эффект -2069,87 руб.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Антонюк В.Е. Конструктору станочных приспособлений: Справочник / В.Е. Антонюк. – МН: Беларусь, 1991, 400 с.
2. Баранчиков В.И. и др. Справочник конструктора – инструментальщика. – М.: Машиностроение, 1994. - 560с.
3. Вардашкин Б.Н. Станочные приспособления: Справочник. В 2-х т. Т.1/ Б.Н. Вардашкин [и др.]. – М.: Машиностроение, 1984. – 604с.
4. Вардашкин Б.Н. Станочные приспособления: Справочник. В 2-х т. Т.2/ Б.Н. Вардашкин [и др.]. – М.: Машиностроение, 1984. – 656с.
5. Горина, Л.Н. Обеспечение безопасных условий труда на производстве. Учеб. Пособие. / Л.Н. Горина, - Тольятти, 2016, 68 с.
6. Зубкова, Н.В. Методическое указание к экономическому обоснованию курсовых и дипломных работ по совершенствованию технологических процессов механической обработки деталей (для студентов специальностей 120100 / Н.В. Зубкова,– Тольятти: ТГУ, 2015, 46 с.
7. Маслов, А. Р. Инструментальные системы машиностроительных производств: учеб.для вузов/А. Р. Маслов- Гриф УМО. - Москва : Машиностроение, 2006. - 335 с.
8. Михайлов А.В., Расторгуев Д.А. Основы проектирования технологических процессов механосборочного производства/ А.В. Михайлов, Д.А. Расторгуев. - Тольятти: ТГУ, 2003. – 160 с.
9. Обработка металлов резанием: Справочник технолога. / А.А. Панов [и др.]; под общ. ред. А.А. Панова, 2-е изд., перераб. И доп. – М.: Машиностроение, 2005 – 784 с.
10. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т.1/ Косилова А.Г. [и др.]. – М.: Машиностроение, 1985. – 656 с.
11. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т.2/ Косилова А.Г. [и др.]. – М.: Машиностроение, 1985. – 496 с.
12. Технология машиностроения: учеб. пособие/И. С. Иванов. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва: ИНФРА-М, 2016. - 240 с.

13. Технологическая оснастка : вопросы и ответы [Электронный ресурс] : учебное пособие для вузов / Н. П. Косов, А. Н. Исаев, А. Г. Схиртладзе. - Москва : Машиностроение, 2007. - 304 с.
14. Свинин В.М. Виброустойчивая торцовая фреза для работы с модулированной скоростью резания//В.М.Свинин//Обработка металлов (технология, оборудование, инструменты). 2008. № 1. С. 33.
15. Схиртладзе А.Г. Станочные приспособления: Учебник/А.Г. Схиртладзе. – М.: Высшая школа, 2001. – 110 с.
16. Бурцев, В.М. Технология машиностроения. Т. 1. Основы технологии машиностроения: Учебник/В.М. Бурцев. - М.: МГТУ им.Баумана, 2011. - 478 с.
17. Горбацевич А.Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения/А.Ф. Горбацевич.- М.: Альянс, 2015. - 256с.
18. Горохов В.А. Основы технологии машиностроения и формализованный синтез технологических процессов: Учебник/В.А. Горохов. - Ст. Оскол:ТНТ, 2012. - 1072 с.
19. Иванов А.С. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учебное пособие / А.С. Иванов[и др.]. - М.: ИЦ РИОР-М, 2012. - 280 с.
20. Взаимозаменяемость, стандартизация и технические измерения/А. Д. Никифоров. - Москва : Высш. шк., 2003. - 510 с.
21. Справочник технолога-машиностроителя. В 2 т. Т. 2/А. М. Дальский [и др.] - Москва: Машиностроение, 2003. - 941 с.
22. Guangjun Liu Multidisciplinary design optimization of a milling cutter for high-speed milling of stainless steel//The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, October 2013, Volume 68, Issue 9, pp. 2431–2438
23. Tao Chen Design and fabrication of double-circular-arc torus milling cutter//The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, September 2015, Volume 80, Issue 1, pp. 567–579
24. Kuang Hwa Fuh Geometry design model of a precise form-milling cutter based on the machining characteristics//The International Journal of Advanced

Manufacturing Technology, November 2007, Volume 34, Issue 11, pp. 1072–1087.

25. J.-M. Redonnet Side Milling of Ruled Surfaces — Optimum Tool Radius Determination and Milling Cutter Positioning//Integrated Design and Manufacturing in Mechanical Engineering. 98 . – pp. 439-446.

26. Hui Li Theoretical and experimental investigation of the effects of an irregular-pitch cutter on vibration in face-milling//Journal of Mechanical Science and Technology, November 2010, Volume 24, Issue 11. - pp. 2169–2174.

ПРИЛОЖЕНИЯ

ПРИЛОЖЕНИЯ А

Спецификация на приспособление

Формат	Зона	Лист	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
<i>Документация</i>						
A1			17.БР.ОТМП.27.65.000.СБ	Сборочный чертеж	1	
<i>Детали</i>						
		1	17.БР.ОТМП.27.65.001.	Основание	1	
		2	17.БР.ОТМП.27.65.002.	Кронштейн	1	
		3	17.БР.ОТМП.27.65.003.	Крышка	1	
		4	17.БР.ОТМП.27.65.004.	Гильза	1	
		5	17.БР.ОТМП.27.65.005.	Крышка	1	
		6	17.БР.ОТМП.27.65.006.	Ползун	2	
		7	17.БР.ОТМП.27.65.007.	Поршень	1	
		8	17.БР.ОТМП.27.65.008.	Ось большая	2	
		9	17.БР.ОТМП.27.65.009.	Призма	2	
		10	17.БР.ОТМП.27.65.010.	Рычаг	2	
		11	17.БР.ОТМП.27.65.011.	Ось малая	2	
		12	17.БР.ОТМП.27.65.012.	Крышка нижняя	1	
		13	17.БР.ОТМП.27.65.013.	Штуцер	2	
		14	17.БР.ОТМП.27.65.014.	Шток	1	
		15	17.БР.ОТМП.27.65.015.	Крышка	3	
<i>Стандартные изделия</i>						
17.БР.ОТМП.27.65.000.СП						
Инв. № подл.	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	
	Разрад.	Устименко				Лит.
	Проб.	Расторгуев				Лист
	Нконтр.	Виткалов				Листов
Утв.	Логинов					1
ТУСКИ						2
ТГУ ТМδ-1301						

Копировал

Формат А4

ПРИЛОЖЕНИЯ Б

Спецификация на инструмент

Перв. измен.		Формат	Зона	Лист	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
						<u>Документация</u>		
		A1			17.БР.ОТМП.27.70.000.СБ	Сборочный чертеж	1	
Стр. №						<u>Детали</u>		
				1	17.БР.ОТМП.27.70.001.	Корпус	1	
				3	17.БР.ОТМП.27.70.003.	Кольцо	1	
				2	17.БР.ОТМП.27.70.002.	Державка	14	
				4	17.БР.ОТМП.27.70.004.	Штифт	14	
				5	17.БР.ОТМП.27.70.005.	Пластина	14	
				6	17.БР.ОТМП.27.70.006.	Пружина	14	
				7	17.БР.ОТМП.27.70.007.	Шайба	14	
				8	17.БР.ОТМП.27.70.008.	Болт	14	
				9	17.БР.ОТМП.27.70.009.	Кольцо	1	
				10	17.БР.ОТМП.27.70.010.	Крышка	1	
				11	17.БР.ОТМП.27.70.011.	Штифт	1	
				12	17.БР.ОТМП.27.70.012.	Кожух	1	
				13	17.БР.ОТМП.27.70.013.	Полукольцо	1	
				14	17.БР.ОТМП.27.70.014.	Вставка	1	
				15	17.БР.ОТМП.27.70.015.	Винт	1	
				16	17.БР.ОТМП.27.70.016.	Распорка	3	
Подп. и дата					17.БР.ОТМП.27.70.000.СП			
Изм. № подл.		Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		
		Разраб.		Устименко			Лит.	Лист
		Проб.		Распорцев			1	2
		Н.контр.		Виткалов			ТГУ ТМБ-1301	
		Утв.		Логинов				
Копировал						Формат А4		

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №	Инд. № докл.	Подп. и дата	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	17.БР.ОТМП.27.70.000.СП		Лист
																	2		
				Стандартные изделия															
		17		Винт 2 М3 х 0,25-6g х 658.35X.01 ГОСТ Р 11738-84	3														
		18		Штифт 2.8 h9 х 26.20X.88 Ум.Окспрм ГОСТ 10774-80	2														
		19		Шпилька 2 М4 х 15-6g х 18.109.40X.26 ГОСТ 22034-76	4														
		20		Гайка 1 М4 х 125-6Н.12.40X.16 ГОСТ 5915-70	4														
		21		Винт 2 М5 х 1-6g х 1858.35X.01 ГОСТ Р 11738-84	3														
		22		Винт 2 М4 х 1-6g х 2358.35X.01 ГОСТ Р 11738-84	3														
		23		Винт 2 М3 х 1-6g х 1258.35X.01 ГОСТ Р 11738-84	12														
		24		Подшипник 7214А ГОСТ27365-87	2														

Копировал

Формат А4

ПРИЛОЖЕНИЯ В

Маршрутная карта

ПРИЛОЖЕНИЯ Г

Операционные карты и карты эскизов

