

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 Разработка технологического процесса изготовления входного вала
двух ступенчатого редуктора

Студент(ка)	<u>К.Г. Стрельников</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)

Допустить к защите

Заведующий кафедрой
к.т.н, доцент

_____ **Н.Ю. Логинов**
(личная подпись)

« _____ » _____ 2017 г.

Тольятти, 2017

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)

УТВЕРЖДАЮ

Зав. кафедрой _____ Н.Ю.

Логинов

«___» _____ 2017г.

ЗАДАНИЕ

на выполнение бакалаврской работы

**направление подготовки 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение
машиностроительных производств»**
профиль «Технология машиностроения»

Студент Стрельников Кирилл Георгиевич гр. ТМбз-1231

1. Тема Разработка технологического процесса изготовления входного вала двух ступенчатого редуктора

2. Срок сдачи студентом законченной выпускной квалификационной работы «09» июня 2017
г.

3. Исходные данные к выпускной квалификационной работе годовой объем выпуска
N=1500
дет/год

4. Содержание выпускной квалификационной работы (объем 40-60 с.)

Титульный лист.

Задание. Календарный план. Аннотация. Содержание.

Введение

1) Описание исходных данных

2) Технологическая часть работы

3) Проектирование приспособления и режущего инструмента

4) Безопасность и экологичность работы

5) Экономическая эффективность работы

Заключение. Список используемой литературы.

Приложения: технологическая документация

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)

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
к.т.н., доцент

_____ Н.Ю. Логинов
(подпись)
« ____ » _____ 2017 г.

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН
выполнения бакалаврской работы

Студента _____ Стрельников Кирилл Георгиевич _____

По теме Разработка технологического процесса изготовления входного вала двух ступенчатого редуктора

Наименование раздела работы	Плановый срок выполнения раздела	Фактический срок выполнения раздела	Отметка о выполнении	Подпись руководителя
<i>Описание исходных данных</i>	01.02.2017			
<i>Технологическая часть работы</i>	01.04.2017			
<i>Проектирование приспособления и режущего инструмента</i>	01.05.2017			
<i>Безопасность и экологичность работы</i>	15.05.2017			
<i>Экономическая эффективность работы</i>	15.05.2017			

Руководитель выпускной
квалификационной работы

Задание принял к исполнению

(подпись)

(И.О. Фамилия)

(подпись)

(И.О. Фамилия)

Аннотация

Стрельников Кирилл Олегович Разработка технологического процесса изготовления входного вала двух ступенчатого редуктора. Кафедра «ОиТМП». ТГУ: Тольятти, 2017, – 61 с.

В данной работе рассматривается технологический процесс изготовления вал-шестерни двух ступенчатого редуктора общего назначения. Выполнен последовательный алгоритм проектирования: анализ исходных данных с определением типа производства; исходная заготовка спроектирована; разработаны технологический маршрут со схемами базирования и выбором средств технологического оснащения; разработаны и усовершенствованы технологические операции.

Содержание

Введение	6
1. Описание исходных данных	7
2. Технологическая часть работы	12
3. Проектирование приспособления.....	30
4. Безопасность и экологичность работы	39
5. Экономическая эффективность проекта.....	46
Заключение.....	50
Список использованной литературы.....	51
Приложения	53

ВВЕДЕНИЕ

Разработка технологических процессов является ответственным этапом проектирования и подготовки производственного процесса. От того насколько правильно спроектирована технология изготовления сборки и изготовления отдельных деталей зависит качество и конкурентоспособность изделия. В работе рассматриваются вопросы изготовления ответственной детали – вала входного двух ступенчатого цилиндрического редуктора. Вал полый с зубчатым венцом (вал-шестерня). Основной задачей является обеспечение качества зубчатого венца. С учетом этого в следующих пунктах проектируется технология его изготовления.

1. ОПИСАНИЕ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ

1.1 Анализ функций и условий работы вала

Вал с зубчатым венцом является входным валом двух ступенчатого цилиндрического редуктора. Он устанавливается на подшипники с одной стороны с упором в буртик и раздвижное подпружиненное кольцо, с другой с упором в буртик и фиксацией гайкой.

Рабочая поверхность вала - зубчатая: прямые зубья с модулем 6 мм, числом зубьев 26 и точностью 8-С. Исходный крутящий момент подается на входной конец вала со шлицевой поверхностью: шлицы прямобочные с центрированием по наружной поверхности и боковой поверхности зубьев. Шкив на шлицах фиксируется гайкой.

Вал работает при действии знакопеременной радиальной сосредоточенной нагрузки и крутящего момента. Вал работает в масляной ванне и условия смазки нормальные.

Эскиз с обозначением поверхностей приведен на рисунке 1.1. В соответствии с назначением поверхностей определяются технические требования. Они сведены в таблицу 1.1.

Так как деталь ответственная, работает при высоких оборотах, при динамических нагрузках, выбираем углеродистую легированную сталь – 40ХН ГОСТ4543-71. Ее параметры и свойства в таблицах 1.2, 1.3.

1.2 Анализ технологических свойств

На рабочем чертеже вала есть вся информация по точностным и качественным параметрам поверхностей в соответствии с таблицей 1.1.

В целом вал-шестерня является технологичной деталью. Точность высокая только у двух шее, требования расположения и формы – типовые. Шероховатость малая только у тех же шеек и исполнительных поверхностей - зубчатой поверхности и шлицевой поверхности.

Таблица 1.1 - Анализ технических требований к поверхностям детали

№	Размер	Вид поверхности	Служебное назначение	Точность IT	Тех. требования		Ra
					расположены	формы	
1	2	3	4	5	6	7	8
1	316	п	свободная	12			12,5
2	2,5	фаска	свободная	12			12,5
3	76	резьба	Всп.конст. б.	8			2,5
4	1,25	фаска	свободная	12			
5	56	о	свободная	12			12,5
6	72	канавка	свободная	12			12,5
7	24	п	свободная	12			0,63
8	90	ц	Всп.конст. б.	6			2,5
9	7	шлиц	исполн	8			12,5
10	70	ц	Всп.конст. б.	11			12,5
11	90	ц	свободная	12			12,5
12	108	п	свободная	12			12,5
13	2,5	фаска	свободная	12			12,5
14	95	резьб	Всп.конст. б.	8			2,5
15	90	канавка	свободная	12			12,5
16	35	п	свободная	12			12,5

Продолжение таблицы 1.1

1	2	3	4	5	6	7	8
17	88	ц	Ок.конст.б.	6	◎ 0,012	∕ 0,006	0,63
18	162	п	Ок.конст.б.	12	⊥ 0,012		1,25
19	95	канавка	свободная	12			12,5
20	2,5	радиус	свободная	11			12,5
21	88	п	свободная	12			12,5
22	2,5	фаска	свободная	12			12,5
23	156	ц	свободная	12			2,5
24	144	зубч	исполнит	12			2,5
25	136	ц	свободная	12			1,25
26	2,5	фаска	свободная	12			12,5
27	48	п		12			12,5
28	12,5	радиус	свободная	12			12,5
29	45	канавка	свободная	12			1,25
30	86	п	Ок.конст.б.	12	⊥ 0,012		1,25
31	88	ц	Ок.конст.б.	6	◎ 0,012		0,63
32	83	ц	Всп.конст. б.	12			12,5
33	2,5	фаска	свободная	12			12,5
34	316	п	свободная	12			12,5
35	1,25	фаска	свободная	12			12,5

Таблица 1.2 - Химический состав стали 40ХН ГОСТ4543-71 в %

Кремний (Si), не более	Марганец (Mn), не более	Никель (Ni)	Медь (Cu), не более	Сера (S), не более	Фосфор (P), не более	Хром (Cr)	Углерод (C)
0.17 - 0.37	0.50- 0.80	1.00 - 1.40	0.30	0.035	0.035	0.45- 0.75	0.41- 0.49

Таблица 1.3 - Физико-механические свойства [15] стали 40ХН ГОСТ4543-71

Термообработка или состояние поставки	$\sigma_{0,2}$, МПа	δ_5 , %	σ_B , МПа	δ , %	НВ
Закалка и отпуск, 200°С	1530	8	1690	24	460

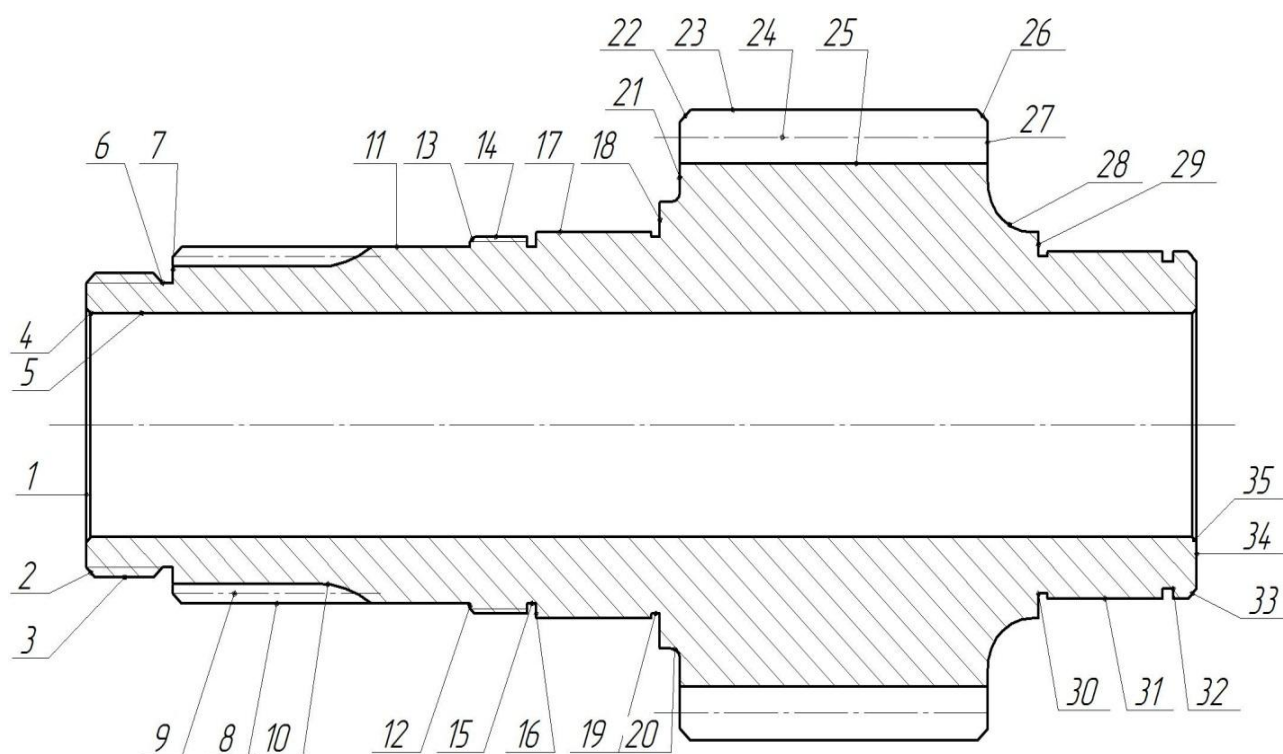


Рисунок 1.1 - Эскиз детали

Конструктивные элементы стандартизованные. Протяженность поверхностей не высокая. Большинство поверхностей средней и не высокой точности. Высокие требования на уровне 6-7 квалитетов имеют три посадочные поверхности и зубчатый венец. По шероховатости аналогичные требования.

Отверстие диаметром 56 мм на всю длину детали является нетехнологичным, поскольку высверливанием его обработать сложно из-за большого диаметра. Оно большое по диаметру (52 мм) и длиной 316 мм (т.е. 6 диаметров). Поэтому получать его нужно на заготовке. Этого можно достичь или при литье (но материал не литейный) или при штамповке (штамповать трубу). С учетом материала со средней обрабатываемостью обработка такого отверстия может потребовать или много переходного сверления или специализированного инструмента (шнековое сверло). Выход инструментов есть, подвод инструмента и средств контроля обеспечивается.

По упрочнению зубчатой поверхности: для обеспечения износостойкости необходимо выбрать рациональный метод воздействия.

По установке: вал можно ставить в центра (по грибковым центрам), в патроне или в специализированные зажимные приспособления.

Заготовка вала из стали, которая только штампуются, можно получить или поковкой-штамповкой или резкой проката.

Черновыми технологическими базами для установки вала на первой операции механической обработки должны быть только шейки под подшипники.

По всем показателям технологичности вал можно отнести к технологичным деталям.

1.3 Формулировка задач

Необходимо грамотно выбрать или разработать все элементы технологического процесса (главные из них: исходная заготовка, переходы по обработке, операции, оснащение и оборудование) с целью обеспечения заданного объема выпуска 1500 деталей в год.

2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ РАБОТЫ

2.1. Назначение типа производства

Выбирается тип производства по двум параметрам:

масса вала – 9,2 кг.;

- годовой объем выпуска – 1500 деталей/год.

По [13] для данных параметров тип производства – среднесерийный.

2.2. Выбор и проектирование заготовки

При выборе метода и способа получения исходной заготовки необходимо выполнить анализ по затратам.

Возможные варианты получения заготовки: прокат или штамповка. По прокату, как уже говорилось, получаются большие напуски и коэффициент использования материала получается меньше 0,5. Для серийного типа производства это не выгодно.

Более оптимальным является вариант получения заготовки штамповкой из толстостенной трубы с отбортовкой фланца на наружной поверхности.

Отклонения на размеры, определенные с учетом назначенных припусков по ГОСТ7505-89 указаны в таблице 2.1. Для наиболее точной поверхности все расчеты проведены по методике Горбачевича-Кована и показаны в таблице 2.2.

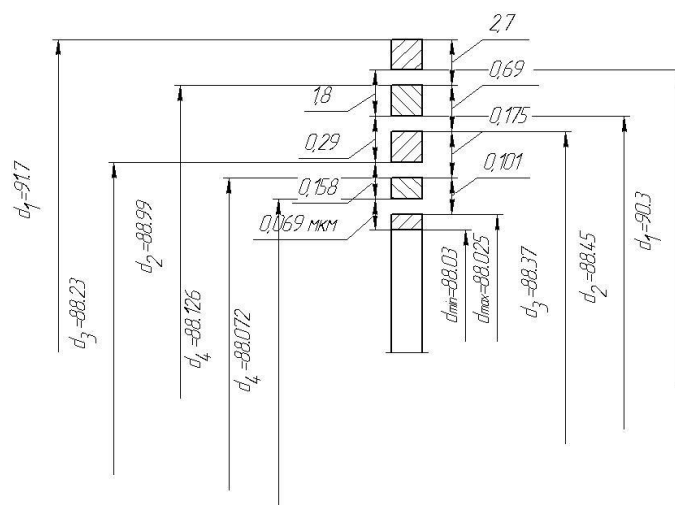


Рисунок 2.1 - Схема размеров с припусками на поверхность $d=88$ кб

Таблица 2.1- Расчет припусков и размеров на шейку вала $\varnothing 88k6 \left(\begin{smallmatrix} +0,025 \\ -0,003 \end{smallmatrix} \right)$

Переходы	Точность по переходам IT	Допуск и TA, мм	Минимальный припуск (составляющие), мкм				Расчетные припуски, мм		Размеры, мм	
			Rz	T	ϵ_y	$\Delta_{пр}$	Z _{min}	Z _{max}	d _{min}	d _{max}
Штамповка	15	1,4	200	200		500			90,3	91,7
Токарная черновая	13	0,54	60	60	150	30	1,8	2,7	88,45	88,99
Токарная чистовая	10	0,14	25	25	80	20	0,29	0,69	88,23	88,369
Шлифование черновое	8	0,054	10	10	50	10	0,158	0,175	88,072	88,126
Шлифование чистовое	6	0,022	5	5	8	5	0,069	0,101	88,003	88,025

2.3. Выбор технологических переходов по обрабатываемым поверхностям

Таблица 2.2 - Анализ технических требований к поверхностям детали.

№	Размер	Вид поверхности	Служебное назначение	Последовательность обработки
1	2	3	4	5
1	316	п	свободная	Фрезер.(12,Ra12,5)
2	2,5	фаска	свободная	Точ.чист. (9,Ra3,2)
3	76	резьба	Всп.конст. б.	Точ.чист. (9,Ra3,2)- Нарез.резьбы
4	1,25	фаска	свободная	Точ.чист. (9,Ra3,2)
5	56	о	свободная	Сверление спец.(10, Ra3,2)
6	72	канавка	свободная	Точ.чист. (9,Ra3,2)
7	24	п	свободная	Точ.черн.-Точ.чист. (9,Ra3,2)
8	90	ц	Всп.конст. б.	Точ.черн.-Точ.чист. (9,Ra3,2)
9	7	шлиц	исполн	Точ.черн.- Точ.чист. (9,Ra3,2)-Фрезер. шлицев
10	70	ц	Всп.конст. б.	Точ.черн.-Точ.чист. (9,Ra3,2)
11	90	ц	свободная	Точ.черн.-Точ.чист. (9,Ra3,2)
12	108	п	свободная	Точ.черн.-Точ.чист. (9,Ra3,2)
13	2,5	фаска	свободная	Точ.чист. (9,Ra3,2)
14	95	резьб	Всп.конст. б.	Точ.черн.-Точ.чист. (9,Ra3,2)-Нарез.резьбы

Продолжение таблицы 2.2

1	2	3	4	5
15	90	канавка	свободная	Точ.чист. (9,Ra3,2)
16	35	п	свободная	Точ.черн.-Точ.чист. (9,Ra3,2)
17	88	ц	Ок.конст.б.	Точ.черн.(12,Ra12,5)- Точ.чист. (9,Ra3,2)-ТО- Шлиф.черн(7,Ra1,25)- Шлиф.чист. (6,Ra0,63)
18	162	п	Ок.конст.б.	Точ.черн.(12,Ra12,5)- Точ.чист. (9,Ra3,2)-ТО
19	95	канавка	свободная	Точ.черн.(12,Ra12,5)- Точ.чист. (9,Ra3,2)-ТО
20	2,5	радиус	свободная	Точ.черн.(12,Ra12,5)- Точ.чист. (9,Ra3,2)-ТО
21	88	п	свободная	Точ.черн.(12,Ra12,5)- Точ.чист. (9,Ra3,2)-ТО
22	2,5	фаска	свободная	Точ.черн.(12,Ra12,5)- Точ.чист. (9,Ra3,2)-ТО
23	156	ц	свободная	Точ.черн.(12,Ra12,5)- Точ.чист. (9,Ra2,5)-ТО
24	144	зубч	исполнит	Зубофрезерование- Зубошлифование
25	136	ц	свободная	Точ.черн.(12,Ra12,5)- Точ.чист. (9,Ra3,2)-ТО
26	2,5	фаска	свободная	Точ.черн.(12,Ra12,5)- Точ.чист. (9,Ra3,2)-ТО
27	48	п		Точ.черн.(12,Ra12,5)- Точ.чист. (9,Ra3,2)-ТО

Продолжение таблицы 2.2

1	2	3	4	5
28	12,5	радиус	свободная	Точ.черн.(12,Ra12,5)- Точ.чист. (9,Ra3,2)-ТО
29	45	канавка	свободная	Точ.черн.(12,Ra12,5)- Точ.чист. (9,Ra3,2)-ТО
30	86	п	Ок.конст.б.	Точ.черн.(12,Ra12,5)- Точ.чист. (9,Ra3,2)-ТО- Шлиф.черн(7,Ra1,25)
31	88	ц	Ок.конст.б.	Точ.черн.(12,Ra12,5)- Точ.чист. (9,Ra3,2)-ТО- Шлиф.черн(7,Ra1,25)- Шлиф.чист. (6,Ra0,63)
32	83	ц	Всп.конст.б.	Точ.чист. (9,Ra3,2)-ТО
33	2,5	фаска	свободная	Точ.чист. (9,Ra3,2)-ТО
34	316	п	свободная	Фрезер.(12,Ra12,5)
35	1,25	фаска	свободная	Точ.чист. (9,Ra3,2)-ТО

2.4. Разработка технологического маршрута и схем базирования

Для вала все переходы, выбранные в предыдущем разделе объединяем в операции в соответствии с типовым техпроцессом изготовления вала-шестерни с цилиндрическими зубьями и сквозным продольным отверстием. Операции указаны в таблице 2.3.

Таблица 2.3 - Разработка технологического маршрута

№оп ер.	Наименование	Оборудование	Содержание	IT	Ra
1	2	3	4	5	6
000	Заготовительная	КГШП	Штамповка	16	25

Продолжение таблицы 2.3

1	2	3	4	5	6
005	Фрезерно-центровальная	Фрезерно-центровальный полуавтомат МР-76АМ	Поз. I: фрезерование пов.1,34 Поз. II: сверление центровых отверстий 36	12 9	6,3 1,25
010	Токарная черновая	Токарный центр САТ600	Установ А Точение черн. пов.: 23,27,28,29,30	13	6,3
			Установ Б Точение черн. пов.: 17,18,14,12,3,7	13	6,3
			Сверление пов. 5	11	6,3
015	Токарная чистовая	Токарный центр САТ600	Точение чистовое пов.: 27,26,29,28,30,31, 32,33 сверление	10	3,2
020	Токарная чистовая	Токарный центр САТ600	Точение чистовое пов.: 21,17,23,22,14,16, 12,13,11,2,3,6,7	10	3,2

Продолжение таблицы 2.3

1	2	3	4	5	6
			Резьбонарезание пов. 3,14	8	3,2
			Нарезание шлицев пов. 9,10	10	3,2
025	Зубофрезерная	Вертикальный зубофрезерный станок 53А80	Фрезерование пов. 24,25	10 ст. т.	6,3
030	Термообработка		Закалка		
035	Торцекруглошл ифовальная	Торцекруглошлиф овальный полуавтомат КШ- 3М	Установ А: Шлифовать начерно пов. 18,17	8	1,25
			Установ Б: Шлифовать начерно пов. 29,30	8	1,25
040	Круглошлифова льная	Круглошлифоваль ный полуавтомат 3М152ВМ	Установ А: Шлифовать начисто пов. 17	6	0,63
			Установ Б: Шлифовать начисто пов. 30	6	0,63
045	Резьбошлифовал ьная	Резьбошлифовальн ый полуавтомат 5П822	Шлифовать начисто пов. 30	4	1,25

Продолжение таблицы 2.3

1	2	3	4	5	6
050	Зубошлифоваль ная	Зубошлифовальны й полуавтомат 5B835	Шлифовать начисто пов. 24	8	2,5

2.5. Выбор средств технологического оснащения

Таблица 2.4 - Выбор средств технологического оснащения

№, наименование операции	Станочное приспособление	Режущий инструмент	Контрольно- измерительные средства
1	2	3	4
005 Фрезерно- центровальна я	Тиски (центрирующие) УЭ: призмы 7200- 0254 ГОСТ 2167- 75	Фреза насадная торцовая T15K6 ГОСТ1695-80, Ø70 Сверло центровочное типа Ø6,3 ГОСТ14952-80	ЩЦ-II-250-0,05 ГОСТ 166-89
010 Токарная черновая	Патрон поводковый Патрон 7100-0010	Резец для контурного точения T5K10	Штангенциркуль ЩЦ-II-250-0,05 ГОСТ 166-89
	ГОСТ 2675-80. Центр вращающийся ГОСТ 8742-75	PCLNR 3225P12 ТУ 2-035-892-82	

Продолжение таблицы 2.4

1	2	3	4
015,020 Токарная чистовая	Патрон 7100-0010 ГОСТ 2675-80 Люнет 6046-0002 ГОСТ 21189-75	Резец для контурного точения Т15К6 PCLNR 3225P12 ТУ 2-035-892-82 Сверло Т15К6 эжекторное Фреза фасонная Р6М5 Резец резьбовой Т15К6	Штангенциркуль ЩЦ-II-250-0,05 ГОСТ 166-89 Калибр резьбовой
025 Зубофрезерная	Патрон цанговый. Центр вращающийся d=65 мм ГОСТ 8742-75	Фреза червячная ГОСТ 9324-80 Р6М5	БВ-5061
035 Торцекругло шлифовальная	Патрон поводковый 6152- 0141ГОСТ 2571- 71; Центр грибковый DS2x70(60°) DIN 228 ГОСТ 25557-82	Круг шлифовальный 3 300x70x105 25AF40P5V3- 35м/с 1А ГОСТ 52781- 2007	Скоба рычажная СР ГОСТ 11098-75

Продолжение таблицы 2.4

1	2	3	4
040 Круглошлифовальная	Патрон поводковый 6152-0141ГОСТ 2571-71; Центр грибковый DS2x70(60°) DIN 228 ГОСТ 25557-82	Круг шлифовальный 1 340x60x105 24A F80 Q 5 V 2 35м/с 1 АГОСТ 52781-2007	Скоба рычажная СР ГОСТ 11098-75
045Резьбошлифовальная	Патрон поводковый 6152-0141ГОСТ 2571-71; Центр грибковый DS2x70(60°) DIN 228 ГОСТ 25557-82	Круг шлифовальный 3 340x20x105 24A F60 Q 6 V 1 35м/с 1 АГОСТ 52781-2007	Калибр резьбовой
050 Зубошлифовальная	Патрон цанговый; Центр грибковый DS2x70(60°) DIN 228 ГОСТ 25557-82	Круг шлифовальный 3 340x20x105 24A F60 Q 6 V 1 35м/с 1 АГОСТ 52781-2007	Биенемер

2.6. Разработка технологических операций

2.6.1. Расчет режимов резания.

Расчет режимов резания выполним на сверлильный переход токарной чистовой операции 015.

Согласно таблицы 2.3 используется токарный центр САТ600. Установка заготовки в патроне цанговом самоцентрирующем и люнете. Выполняется переход точение чистовое по контуру, обработка канавок. Для обработки отверстия на данной операции в базовом варианте используется сверло диаметром $D1=26$ мм, сверло диаметром $D2=56$ мм и контурный и канавочный резцы.

Обрабатываются поверхности: наружные – 26-28, 30,32; отверстие -5.

1. Глубина резания: $t = 0,5D1 = 13$ мм; $t = 0,5(D2 - D1) = 10$ мм.

2. Подача: $S=0,5$ мм/об – на оба перехода.

3. Скорость резания:

$$V = \frac{C_V \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} \cdot K_v, \quad (2.1)$$

Где $C_V=9,8$ - коэффициент для сверления, $m=0,2$; $y=0,5$; $q=0,4$ -табличные значения показателей степени; $T=60$ мин - стойкость инструмента.

K_v - общий поправочный коэффициент. Рассчитывается по формуле:

$$K_v = K_{Mv} K_{Иv} K_{Lv}, \quad (2.2)$$

где $K_{Lv}=0,75$ – коэффициент учета глубины сверления;

$K_{Иv}=1$ – коэффициент на инструментальный материал (Р6М5);

$K_{Mv} = 1,2$ – коэффициент, учитывающий материал заготовки.

Тогда $K_v = 1 \cdot 1,2 \cdot 0,75 = 0,9$.

$$V = \frac{9,8 \cdot 26}{60^{0,2} \cdot 0,5^{0,5}} \cdot 0,9 = 14,9 \text{ мм/мин};$$

3. Частота вращения шпинделя:

$$n_p = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 14,9}{3,14 \cdot 26} = 84 \frac{\text{об}}{\text{мин}}. \quad (2.3)$$

4. Крутящий момент:

$$M_{\text{кр}} = 10 C_M \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p, \quad (2.4)$$

Где: для сверления $C_M=0,034$; $q=2$; $y=0,8$; $K_p=K_{\text{мп}}=0,86$;

$$M_{\text{кр}} = 10 \cdot 0,034 \cdot 26^2 \cdot 0,5^{0,8} \cdot 0,86 = 225 \text{ Нм}.$$

6. Рассчитаем эффективную мощность резания:

$$N_{\text{э}} = \frac{M_{\text{кр}} \cdot n_{\text{ст}}}{9750}, \quad (2.5)$$

$$N_{\text{э}} = \frac{225 \cdot 84}{9750} = 1,95 \text{ кВт}.$$

Потребляемую мощность на шпинделе станка рассчитаем по формуле :

$$N_{\text{п}} = \frac{1,95}{0,8} = 2,4 \text{ кВт}.$$

$N_{\text{п}} < N_{\text{ст}}$ $2,4 < 15$ - таким образом, данный станок можно эксплуатировать на данных режимах резания.

7. Основное технологическое время:

$$T_0 = \frac{L}{n_{\text{ст}} \cdot S}, \quad (2.6)$$

L - расчетная длина обрабатываемой поверхности, определим по формуле:

$$L = l + l_1 + l_2 = 316 + 0,35 \cdot D = 325 \text{ мм}.$$

$$T_0 = \frac{325}{84 \cdot 0,5} = 7,6 \text{ мин}.$$

Для второго перехода режимы аналогичные принимаем. Для серийного производства определяемся с нормой штучно-калькуляционного времени $T_{шт-к}$ как:

$$T_{шт-к} = T_{п.-з.} / n + T_o + (T_{yc} + T_{зо} + T_{уп} + T_{из}) \cdot K + T_{об.от.}, \quad (2.7)$$

Где количество заготовок n в настроечной партии:

$$n = \frac{N}{254} \cdot \alpha = \frac{1500}{254} \cdot 12 = 71 \text{ дет.},$$

T_o - основное время, мин;

T_{yc} - время связанное с установкой заготовки в приспособление с последующим снятием, мин;

$T_{зо}$ - время на фиксацию и открепление детали;

$T_{уп}$ - время, затраченное на различные приемы управления станком, мин;

$T_{из}$ - время на операционное измерение параметров заготовки, мин;

$T_{об.от.}$ - общее время при обслуживании рабочего места, а также перерывы, мин;

K - поправочный коэффициент, который для среднесерийного производства принимаем $K=1,85$.

Расчет норм времени на токарную операция 015:

$$T_o = T_{o1} + T_{o2} + T_{o3} = 0,6 + 7,6 + 7,6 = 15,8 \text{ мин.}$$

На наладку станка и установку приспособления при установке заготовки в патроне самоцентрирующем - 10 мин; время на получение инструмента до начала и сдачи после окончания работы - 5 мин, тогда:

$$T_{п-3}=10+5=15 \text{ мин.}$$

Таблица 2.5 - Режимы обработки для 015 токарной операции

№ перехода	Глубина резания, мм	Подача, мм/об	Подача минутная, мм/мин	Скорость резания, м/мин	Обороты шпинделя, об/мин
Точение чистовое с одной стороны	0,6	0,2	134	329	672
Сверление 1 переход (26 мм)	13	0,5	42	14,9	84
Сверление 2 переход (56 мм)	10	0,5	42	14,9	84

Время на управление станком: включить и выключить станок - 0,04 мин.

Время на установку и снятие вала, а также на закрепление и открепление:
 $(T_{yc}+T_{30})=0,06+0,045$ мин.

Время, затраченное на измерение детали 0,12 мин.

С учетом поправочного коэффициента вспомогательное время:

$$T_B=(0,06++0,045+0,04+0,12) \cdot 1,85=0,52 \text{ мин.}$$

Таблица 2.6 - Силовые составляющие для 015 токарной операции

№ перехода	Сила тангенциальная, Н	Сила осевая, Н	Сила радиальная, Н	Мощность резания, кВт	Стойкость инструмента, мин
Точение чистовое с одной стороны	246	172	98	1,3	90
Сверление 1 переход (26 мм)	Осевая сила P-6631 Н	Момент крутящий – 225 Нм	-	1,95	60
Сверление 2 переход (56 мм)					

Таблица 2.7 - Нормирование 015 токарной операции

№ перехода	Основное время	Вспомогательное время, мин	Время обслуживания	Время отдыха, мин
Точение чистовое с одной стороны	0,6	$(0,06+0,045+0,04+0,12) \cdot 1,85 = 0,52$	$15,8 \cdot 0,06 = 0,9$	$15,8 \cdot 0,04 = 0,66$
Сверление 1 переход (26 мм)	7,6			
Сверление 2 переход (56 мм)	7,6			

Время на обслуживание рабочего места и отдых составляет 11% от основного времени: $T_{об.от}=1,56$ мин.

Тогда определяем штучно-калькуляционное время $T_{шт-к}$ по формуле (2.7):

$$T_{шт-к}=15/71+15,8+0,52+1,56=18,01 \text{ мин.}$$

После изменения перехода по сверлению со спирального на сверло для глубокого сверления режимы резания скорректировались. Они показаны в таблице 2.8.

Таблица 2.8 - Измененные режимы обработки для 015 токарной операции

№ перехода	Глубина резания, мм	Подача, мм/об	Подача минутная, мм/мин	Скорость резания, м/мин	Обороты шпинделя, об/мин
Эжекторное сверление	10	0,5	128	45	256

Таблица 2.9 - Силовые составляющие для 015 токарной операции

№ перехода	Сила тангенциальная, Н	Сила осевая, Н	Сила радиальная, Н	Мощность резания, кВт	Стойкость инструмента, мин
Эжекторное сверление	Осевая сила Р- 7331 Н	Момент крутящий – 225 Нм	-	3,5	60

$$T_{шт}=3,1+0,52+0,24+0,16=4,01 \text{ мин.}$$

$$T_{шт-к}4,01+18/71=4,28 \text{ мин.}$$

Для токарной операции режимы в таблицах 2.11, 2.12.

Таблица 2.10. Нормирование 015 токарной операции

№ перехода	Основное время	Вспомогательное время, мин	Время обслуживания	Время отдыха, мин
Точение чистовое с одной стороны	0,6	$(0,06+0,045+0,04+0,12) \cdot 1,85 = 0,52$	$3,1 \cdot 0,06 = 0,24$	$3,1 \cdot 0,04 = 0,16$
Эжекторное сверление	2,5			

Таблица 2.11 - Режимы обработки для 020 токарной операции

№ перехода	Глубина резания, мм	Подача, мм/об	Подача минутная, мм/мин	Скорость резания, м/мин	Обороты шпинделя, об/мин
Точение чистовое с одной стороны	0,6	0,2	134	329	672
Шлице-фрезерование	2x5 мм	Sz=0,02 мм/зуб	96	85	301

Таблица 2.12- Силовые составляющие для 020 токарной операции

№ перехода	Сила тангенциальная, Н	Сила осевая, Н	Сила радиальная, Н	Мощность резания, кВт	Стойкость инструмента, мин
1	2	3	4	5	6
Точение чистовое с	246	172	98	1,3	90

Продолжение таблицы 2.12

1	2	3	4	5	6
одной стороны					
Шлице- фрезерование	48	Момент крутящий – 21,4 Нм	-	0,07	60

Таблица 2.13- Нормирование 020 токарной операции

№ перехода	Основное время	Вспомогательное время, мин	Время обслуживания	Время отдыха, мин
Точение чистовое с одной стороны	2	$(0,06+0,045+0,04+0,12) \cdot 1,85$ $=0,52$	$2,1 \cdot 0,06=0,13$	$2,1 \cdot 0,04$ $=0,08$
Шлице- фрезерование	0,07			

Окончательно получаем:

$$T_{шт} = 2,1 + 0,52 + 0,13 + 0,08 = 2,83 \text{ мин.}$$

$$T_{шт-к} = 2,83 + 18/71 = 3,08 \text{ мин.}$$

3. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ

3.1. Расчет и проектирование цангового патрона

3.1.1 Сбор исходных данных

На операцию 015 токарную чистовую спроектируем цанговый патрон.

Операционный эскиз операции 015 показан на рисунке 3.1.

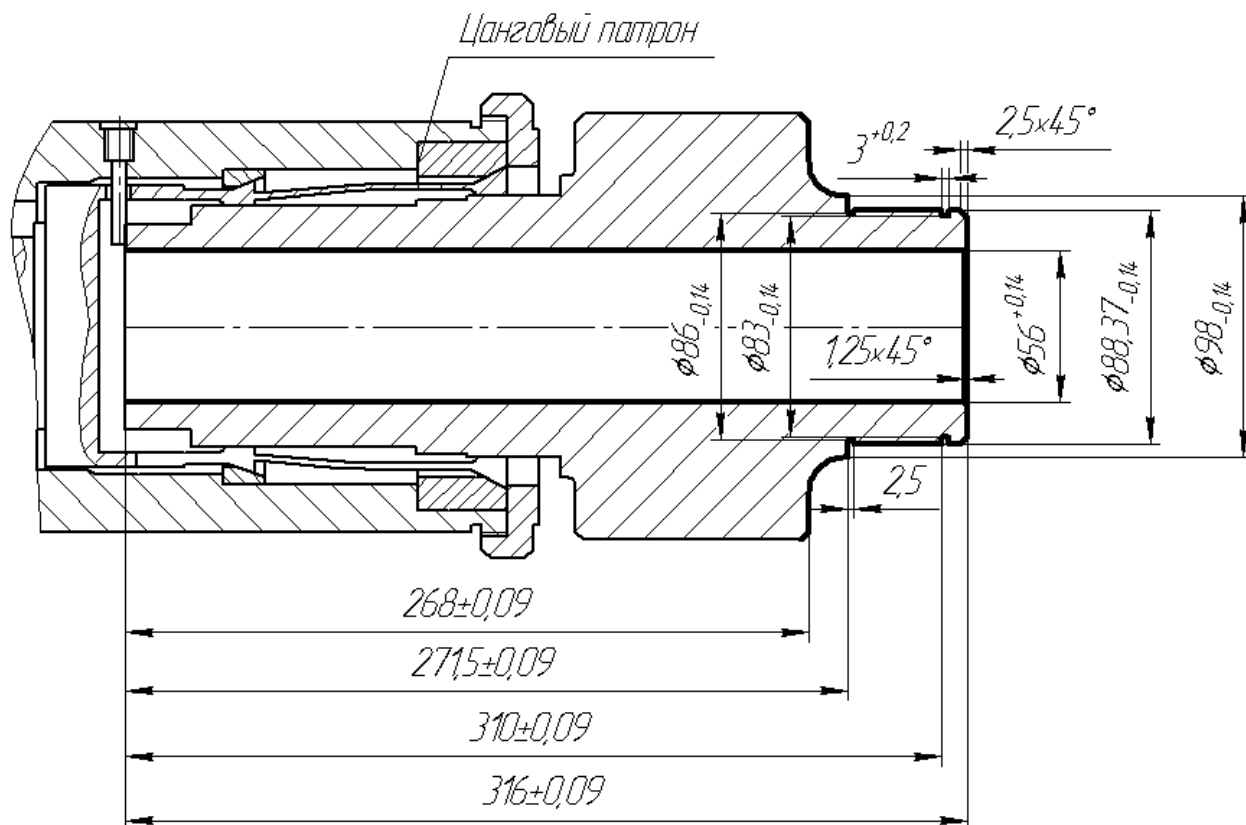


Рисунок 3.1 – Операционный эскиз операции 015

Наиболее нагруженный переход – эжекторное сверление отверстия диаметром 56 мм.

Материал заготовки – сталь 30ХГСА, твердость 210..220 НВ. Вид заготовки – после термообработки.

Режущий инструмент – эжекторное сверло (спроектировано в пункте 3.3).

Металлорежущий станок токарный центр – САТ600.

Силовые параметр просчитаны в разделе 2.6.

Цанговый патрон по стандартной классификации является универсальным безналадочным приспособлением.

3.1.2. Расчет сил резания при шлифовании

Как уже сказано силы резания подсчитаны в пункте 2.6.

Осевая сила при сверлении за один переход при глубине резания 28 мм составит 12270 Н. Крутящий момент резания будет равен 293 Нм.

3.1.3. Расчет усилия зажима

Схема закрепления вала в цанговом патроне и схема действия сил резания показана на рисунке 3.2.

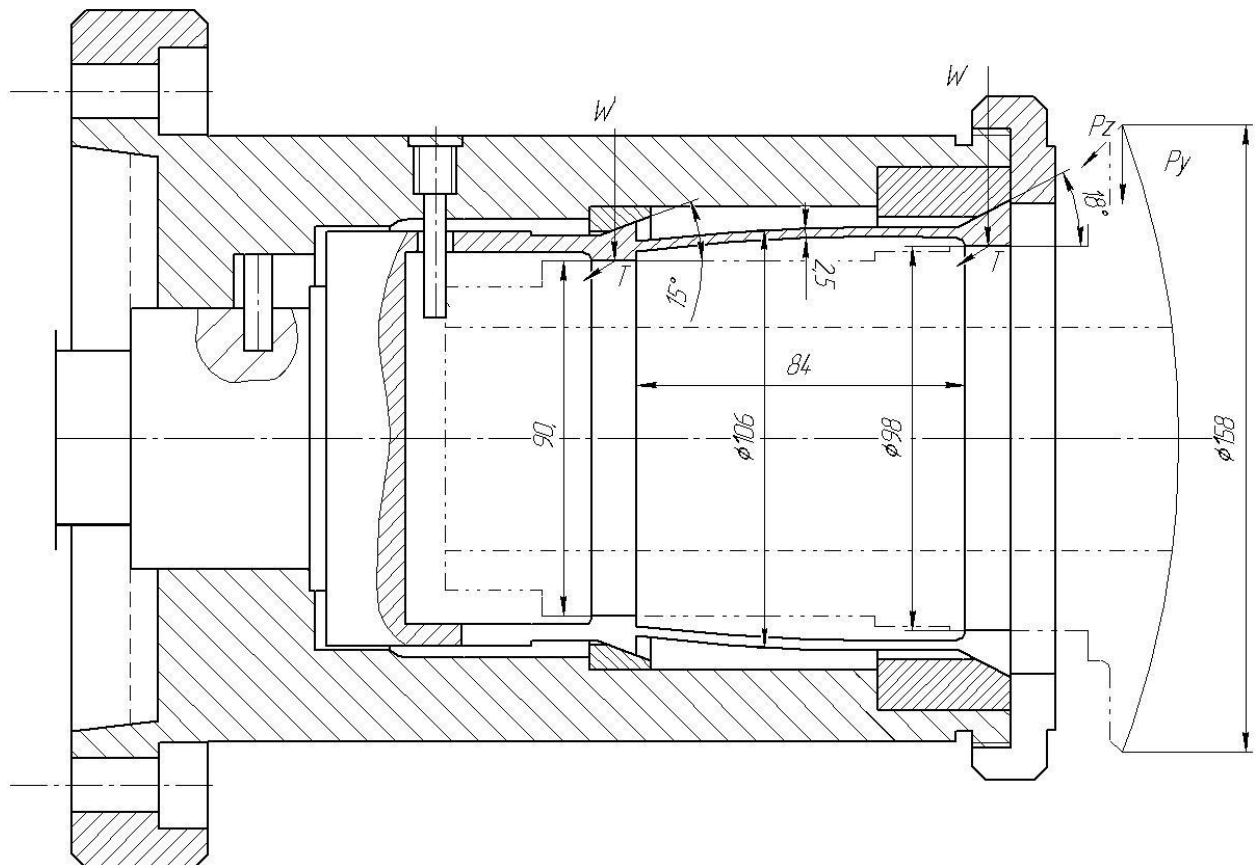


Рисунок 3.2 – Схема для расчета силы закрепления

Для определения силы закрепления, необходимой для фиксации заготовки от поворота вокруг точки опоры под действием тангенциальной составляющей силы резания P_z и создаваемого ей крутящего момента, а также от вырывания из цанги заготовки под действием радиальной составляющей силы резания P_y . Эти силы возникают при точении. Поскольку точение

чистовое, силы не большие. Для расчета примем момент резания только для сверления. Осевая сила воспринимается кроме сил трения в цанге осевым упором.

Сила закрепления с учетом фиксации вала от поворота в цанге рассчитывается по формуле:

$$W = K \cdot \frac{M_p}{f \cdot d_3}, \quad (3.1)$$

где M_p – момент от сил резания, Н;

d_3 - диаметр базовой поверхности, зажимаемой цангой, мм;

f – коэффициент трения между поверхностью цанги и заготовки.

Принимаем $f=0,15$.

K – коэффициент запаса определяется с учетом ряда факторов по формуле:

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3, \quad (3.2)$$

Все параметры справочные. После подстановки получаем

$$K=1,5 \cdot 1,0 \cdot 1,2 \cdot 1,0=1,8.$$

Принимаем минимально возможное значение $K=2,5$. Подставив расчетные значения сил резания и коэффициентов запаса в формулу (3.1) получим усилие закрепления на сверлильном переходе:

$$W = 2,5 \cdot \frac{293}{0,15 \cdot 0,098} = 49829Н.$$

3.1.4. Расчет зажимного механизма и силового привода

При зажиме вала в цанговом патроне усилие на штоке силового привода определяется как сумма двух составляющих:

$$Q = Q_1 + Q_2, \quad (3.3)$$

где Q_1 - усилие на штоке, обеспечивающее деформацию упругих элементов цанги до касания с заготовкой;

Q_2 - усилие на штоке, обеспечивающее силу зажима, рассчитанную в п. 3.1.3, $W=49829$ Н.

Усилие, необходимое для сжатия лепестков цанги до касания с заготовкой, рассчитывается по формуле:

$$Q_1 = 3 \cdot \frac{EJf}{l^3} \tan(\alpha + \varphi), \quad (3.4)$$

где E – модуль упругости стали, $E=2 \cdot 10^5$ Н;

f - стрела прогиба лепестка, $f=0,25$ мм;

z – число лепестков цанги, $z=3$;

l – расстояние от плоскости задела лепестка цанги до середины зажимного конуса цанги, $l=140$ мм;

α - угол зажимного конуса цанги, $\alpha=18^\circ$;

φ - угол трения.

$$\varphi = \arctan f, \quad (3.5)$$

где f – коэффициент трения между зажимным конусом цанги и корпусом патрона $f=0,15$; $\varphi = \arctan 0,15 = 8,53^\circ$;

J – момент инерции в сечении заделанной части лепестка, рассчитываемый по формуле:

$$J = \frac{D^3 S}{8} \left(\alpha_1 + \sin \alpha_1 \cos \alpha_1 - \frac{2 \sin^2 \alpha_1}{\alpha_1} \right), \quad (3.6)$$

где D – внешний диаметр у лепестков цанговой поверхности, $D = 106$ мм;

S – толщина у лепестка цанговой части, $S = 2,5$ мм;

α_1 – угол сегмента лепестка, $\alpha_1 = 100^\circ = 1,9199$ рад.

Подставив значения в формулы (3.2) и (3.3), получим:

$$J = \frac{106^3 \cdot 2,5}{8} \left(1,9199 + \sin 1,9199 \cos 1,9199 - \frac{2 \sin^2 1,9199}{1,9199} \right) = 253091 \text{ мм}^4$$

$$Q_1 = 3 \cdot \frac{2 \cdot 10^5 \cdot 253091 \cdot 0,25 \cdot 3}{140^3} \operatorname{tg} 23,53^\circ = 5958 \text{ Н}$$

Усилие на штоке силового привода, обеспечивающее расчетную силу закрепления в сдвоенной цанге определяется по формуле:

$$Q_2 = W \cdot \left[q \left(\alpha_1 + \varphi \right) + f_2 \right] \Delta \left[\operatorname{tg}(\alpha_1) - \operatorname{ctg}(\alpha_2) \right]_{\text{в.з.}} \left[-\operatorname{ctg}(\alpha_2 + \varphi) \right] \cdot \operatorname{tg}(\alpha_1 + \varphi_{\text{пр}}) = 49829 \cdot \left[q \left(18 + 8 \right) + 0,15 \right] + 0,25 \left[\operatorname{tg}(18) - \operatorname{ctg}(16) \right] 844700 \left[-\operatorname{ctg}(16 + 8) \right] \cdot \operatorname{tg}(18 + 8) = 34070 \text{ Н}$$

(3.7)

Подставив полученные значения составляющих усилия на штоке в формулу (3.3), получим полное его значение:

$$Q = 34070 + 2958 = 37028 \text{ Н}.$$

Далее необходимо определить диаметр поршня привода:

$$D_{II} = 1,13 \sqrt{\frac{Q}{P}} = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{37028}{5}} = 97_{мм}, \quad (3.8)$$

где $p = 5$ МПа – рабочее давление.

Принимаем диаметр поршня $D=100$ мм.

3.1.5. Расчет точности приспособления

Расчет точности цангового патрона заключается в назначении допусков на размеры деталей, обеспечивающих заданную точность обработки при закреплении в патроне, а также посадок в основных сопряжениях.

Погрешность установки детали на станке определяется по формуле:

где ε_{δ} - погрешность базирования, при центрировании в патроне $\varepsilon_{\delta}=0$;

ε_3 - погрешность закрепления от сил зажима, $\varepsilon_3=0$;

$\Delta_{n.3}$ - величина смещения оси заготовки относительно оси шпинделя из-за неточности патрона. Она находится как:

$$\Delta_{n.3} = \sqrt{\Delta_1^2 + \Delta_2^2 + \Delta_3^2}, \quad (3.9)$$

где Δ_1 - величина смещения оси корпуса патрона относительно оси шпинделя, мм;

Δ_2 - величина смещения оси цанги относительно оси корпуса, мм;

Δ_3 - величина смещения оси заготовки относительно оси цанги, мм.

Для обеспечения заданной точности обработки (допуск 0,14 мм) необходимо, чтобы смещение оси вала относительно оси шпинделя не превышало половину величины радиального биения обрабатываемой поверхности. В нашем случае радиальное биение обрабатываемой поверхности определяется технологическим допуском и равно 0,03 мм. Отсюда заключаем,

что погрешность установки заготовки в приспособлении не должна превышать половины этой величины, т.е. $\Delta_{н.з} \leq 0,015$ мм.

Далее получаем смещение осей равными $\Delta_1 = \Delta_2 = \Delta_3 = \Delta$, тогда условие обеспечения заданной точности примет вид:

$$\sqrt{3} \cdot \Delta \leq 0,015,$$

или

$$\Delta \leq 0,008 \text{ мм}.$$

Таким образом, смещение оси на каждом звене не должно превышать 8 мкм.

В первом звене смещение оси будет равно максимальному зазору в сопряжении шпинделя с посадочным отверстием корпуса цангового патрона.

Согласно чертежу приспособления:

$$\Delta_1 = S_{\max} = 0,006 \text{ мм}.$$

Во втором звене смещение оси будет определяться несовпадением оси посадочного отверстия корпуса и оси конуса цанги. На чертеже приспособления допуск на взаимное расположение этих поверхностей задан как несоосность поверхности посадочного отверстия корпуса и конуса цанги:

$$\Delta_2 = 0,005 \text{ мм}.$$

В третьем звене смещение оси заготовки относительно оси цанги будет зависеть от точности изготовления цанги – соосности конуса и зажимающей поверхности:

$$\Delta_3 = 0,005 \text{ мм}.$$

Проверим условие точности:

$$\Delta_{н.з.} = \sqrt{0,006^2 + 0,005^2 + 0,005^2} = 0,009 \text{ мм} < 0,015 \text{ мм}.$$

Точность обработки обеспечена.

3.1.6. Описание конструкции приспособления

Цанговый патрон служит для закрепления заготовки вала токарной операции 015 на станке САТ 600.

Патрон содержит корпус 2, на который навинчивается крышка 11, торец которой поджимает кольцо опорное 5. Внутри корпуса 2 в выточке устанавливается кольцо опорное 10. На конические поверхности этих колец опирается сдвоенная цанга 13, которая и закрепляет заготовку. Цанга 13 имеет хвостовик который вкручивается в тягу 3, которая накручивается на шток 12 силового привода. Силовой привод содержит корпус гидроцилиндра 4 в котором может перемещаться поршень 8, закрепленный гайками 16. Давление рабочей среды подается в цилиндр через неподвижную муфту 1 посредством вращающейся вместе с цилиндром втулки 6. Корпус 2 крепится на шпиндель станка. Все элементы силового привода имеют необходимые уплотнения, сальники, манжеты. Для ограничения положения заготовки используется винт-упор 9. для направления цанги используется штифт 15.

Приспособление работает следующим образом. При подаче давления в правую полость цилиндра поршень перемещается влево, цанга заклинивается сначала крайняя правая коническая часть цанги из-за большего угла (18°), затем за счет упругости переходной части второй ряд цангового зажима (угол цанги 16°), происходит зажим заготовки по второму участку. При подаче воздуха в левую полость цилиндра поршень перемещается вправо. Цанга двигаясь вправо под действием упругих сил, возникающих в лепестках, разжимается. Происходит раскрепление заготовки.

3.2. Описание контрольного приспособления

Для контроля соосностей шеек, отклонения от цилиндричности, а также контроля от перпендикулярности разработано контрольное приспособление.

На плите 9 установлен сменные призмы 2 и 3. в них на базовые шейки кладется вал. Для осевой фиксации вал упирают в призму 2. На плите установлена магнитная измерительная стойка с опорой 5 на которой вертикально перемещается кронштейн 6. Он закрепляется на опоре 5 винтом 7. В отверстии кронштейна винтом 8 закрепляется индикатор цифрового типа 1. За счет поворота опоры 10 индикатор может ориентироваться в любом направлении. Измерение проводится при одном полном повороте вала на призмах. За этот оборот считываются показания индикатора (максимальное и минимальное). Разница между ними – величина погрешности.

Точность измерения определяется погрешностью индикатора (0,001 мм).

3.3. Разработка режущего инструмента

Для сверления отверстия диаметром 56 мм разрабатывается сверло эжекторное.

Инструмент сборный. Состоит из собственно сверлильной части 1 с режущими пластинами 2, 3, 4, закрепленные пайкой (припой ПСр40). Они расположены с разрывом, чтобы разделить ширину снимаемой стружки на части. В сверлильной части 1 установлены направляющие планки 5 для базирования инструмента в отверстии.

Сверлильная головка 1 устанавливается в трубу, которая соединяется с патроном для закрепления инструмента. Для данной схемы сверло неподвижное. Вращается заготовка. Труба имеет внутренний центрирующий поясок для установки в патрон, через который подается СОЖ. Внутри сверлильной головки и несущей трубы устанавливается внутренняя труба для непосредственной подачи СОЖ. Сверлильная часть 1 приваривается к хвостовику 6 аргоно-дуговой сваркой. Изготавливается из стали 40ХФЛ литьем с закалкой до HRC 30-35. Заточка алмазными кругами при стойкости до 60 мин.

4. БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ РАБОТЫ

4.1 Конструктивно-технологическая характеристика объекта

Таблица 4.1 - Паспорт технического объекта

№ п/п	Технический и/или технологический процесс	Операция технологического процесса и/или вид предлагаемых работ	Должность работающего, который будет выполнять предлагаемый технологический процесс и/или операцию	Технологическое оборудование и/или техническое приспособление, устройство	Используемые материалы и/или вещества
1	Токарная	Точение по контуру	Оператор станков с ЧПУ	Токарный центр САТ600	Сталь 40 ХН, группа твердых сплавов, быстрорезы, индустриальное масло

4.2 Идентификация профессиональных рисков

Таблица 4.2 Идентификация профессиональных рисков

№п/п	Производственная операция, технологическая операция и/или эксплуатационная операция, технологическая операция; вид предлагаемых работ	Производственный вредный и/или опасный фактор	Источник вредного производственного фактора и/или опасного производственного фактора
1	Токарная	Высокая температура. Повышенное напряжение сети. Острые кромки. Высокий уровень вибраций, шума	Токарный центр САТ600, инструменты, заготовка

4.3 Методы и технические средства 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	Высокая температура	Регламентированная процедура по обучению по охране труда	Перчатки защитные
2	Острые кромки	Закрывать зону обработки	Перчатки защитные
3	Высокий уровень вибраций, шума	Акустическая обработка участка	Беруши

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

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.	Лезвийная обработка	Токарный центр САТ600	Пожары, связанные с воспламенением и горением жидкостей или плавящихся твердых веществ и материалов (В)	Неисправность электропроводки; пламя и искры; возгорание промасленной ветоши	Вынос (замыкание) высокого электрического напряжения на токопроводящие части технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества

Таблица 4.5 – Выбор средства пожаротушения

Средства первичного пожаротушения	Средства мобильного пожаротушения	Установки стационарного пожаротушения и/или пожаротушащие системы	Средства автоматического пожаротушения	Оборудование для пожаротушения	СИЗ для людей	Инструмент для пожаротушения (механизированный и немеханизированный)	Сигнализация, связь и оповещение при пожаре
Огнетушители ОВП-8(з)-АВ(С), ящики с песком, пожарные краны	Пожарные автомобили и пожарные лестницы, ОП-50(з)	Системы пенного пожаротушения Дренчерная система пожаротушения	Технические средства оповещения и управления эвакуацией, приборы приемно-контрольные	Напорные пожарные рукава и рукавные разветвления	Веревки пожарные карабины пожарные противогазы, респираторы	Лопаты, багры, ломы, топоры, ЩП-Б	Автоматические извещатели

Таблица 4.6 – Средства обеспечения пожарной безопасности

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

4.5 Обеспечение экологической безопасности рассматриваемого технического объекта

Таблица 4.7 – Определение экологически опасных факторов объекта

Название технического объекта	Структурные элементы технического	Экологическое негативное	Экологическое негативное воздействие	Экологическое негативное воздействие
1	2	3	4	5

Продолжение таблицы 4.7

1	2	3	4	5
и/или производственного технологического процесса	объекта и/или производственного технологического процесса (производственного сооружения или производственного здания по функциональному назначению, операций технологического оборудования), а также энергетической установки, транспорта и т.п.	воздействие рассматриваемого технического объекта на атмосферу (опасные и вредные выбросы в воздух)	рассматриваемого технического объекта на гидросферу (забор воды из источников водяного снабжения, сточные воды)	рассматриваемого технического объекта на литосферу (недра, почву, забор плодородной почвы, растительный покров, порча растительного покрова, землеотчуждение и образование отходов и т.д.)
Токарная	Токарный центр САТ600	Пыль, мелкая стружка	СОЖ, моечные средства	Стружка, ветошь

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

Название технического объекта	Токарная зубчатого вала
1	2
Предлагаемые мероприятия для снижения негативного антропогенного воздействия на атмосферу	Рукавный фильтр СРФ-Б50

Продолжение таблицы 4.8

1	2
Предлагаемые мероприятия для снижения негативного антропогенного воздействия на гидросферу	Флотационная установка
Предлагаемые мероприятия для снижения негативного антропогенного воздействия на литосферу	Утилизация ветоши Стружка - переплавка

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

Были рассмотрены характеристики технологического процесса изготовления вала зубчатого с идентификацией рисков по процессу изготовления, технологическим операциям. Предложены мероприятия по охране труда, пожарной безопасности, а также экологической безопасности.

5. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОЕКТА

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 входного вала, 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 ТП.

Для этого представим краткое описание существующего и предлагаемого технологического процесса в виде таблицы 5.1.

Таблица 5.1 – Краткое описание изменений технологического процесса изготовления входного вала

Базовый вариант	Проектируемый вариант
<u>Операция – Токарная</u>	<u>Операция – Токарная</u>
<p>Выполняется чистовое точение и сверление в два перехода</p> <p><u>Оборудование</u> – Токарно-револьверный станок.</p> <p><u>Оснастка</u> – патрон цанговый.</p> <p><u>Инструменты</u>: резец для контурного точения, Т15К6 – $T_O = 0,6$ мин.; сверло $\varnothing 26$, Р6М5 – $T_O = 7,6$ мин.; сверло $\varnothing 56$, Р6М5 – $T_O = 7,6$ мин.</p> <p>$T_{шт-к} = 17,25$ мин</p>	<p>Выполняется чистовое точение и сверление в один переход с применением сверла БТА</p> <p><u>Оборудование</u> – токарный центр с ЧПУ САТ 600.</p> <p><u>Оснастка</u> – патрон цанговый.</p> <p><u>Инструменты</u>: резец для контурного точения, Т15К6 – $T_O = 0,6$ мин.; сверло БТА $\varnothing 56$ – $T_O = 2,5$ мин.</p> <p>$T_{шт-к} = 4,3$ мин</p>

Кроме описанных условий нам понадобится информация о программе выпуска, которая составляет 1500 штук.

Используя исходные данные и, применяя методику расчета капитальных вложений [6], определим величину инвестиций в проектируемый вариант. Величина необходимых для осуществления предлагаемых внедрений составит 335294,51 руб. Указанная сумма будет направлена на приобретение необходимых основных и оборотных средств для выполнения запланированного совершенствования ТП.

Используя методику определения себестоимости и калькуляции себестоимости [6] были получены значения полной себестоимости изделия до и после внедрения совершенствований, которые составили 265,34 руб. и 79,97 руб., соответственно.

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

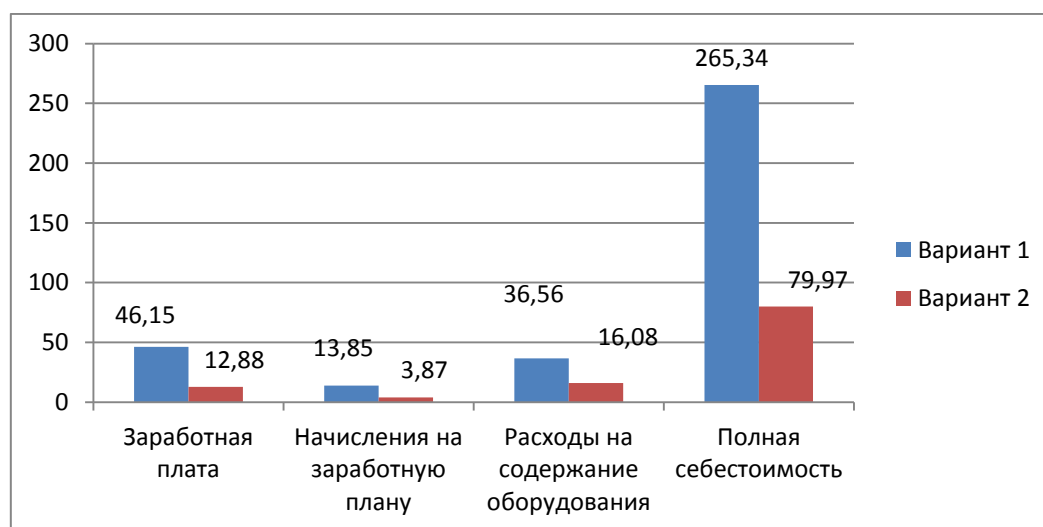


Рисунок 5.1 – Структура технологической себестоимости и величина полной себестоимости, руб.

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 вывода о необходимости внедрения нового ТП. 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.	–	335294,51
2	Себестоимость единицы изделия	$C_{Полн}$, руб.	265,34	79,97
3	Чистая прибыль	$П_{Чист}$, руб.	222444	
4	Срок окупаемости инвестиций	$T_{Ок}$, лет	3	
5	Общий дисконтированный доход	$Д_{Общ.диск}$, руб.	403958,3	
6	Интегральный экономический эффект (чистый дисконтируемый доход)	$Э_{инт} = ЧДД$, руб.	68663,79	
7	Индекс доходности	$ИД$, руб. / руб.	1,2	

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. А именно, положительная величина интегрального экономического эффекта, которая равна 68663,79 руб. Кроме того, проект

окупиться в течение 3 лет, что для инвестиций в машиностроительное производство является надежным показателем для возврата вложенных средств. И наконец, индекс доходности (ИД) составляет 1,2 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 вышеперечисленные значения дают нам право сделать заключение об эффективности предложенных изменений.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В технологическом процессе изготовления вала входного на операциях токарной обработки предлагается использовать токарно-фрезерный центр. Благодаря ему происходит обработка заготовки комплексно, включая обработку пазов и шлицев. Это позволяет при той же точности получить более высокую производительность.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Иванов И. С. Технология машиностроения/ И. С. Иванов. - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2016. - 240 с
2. Трофимов, А.В. Основы технологии машиностроения. Проектирование технологических процессов.- СПб.:СПбГЛТУ, 2013. - 72 с.
3. Гилета В.П. Механика. Расчет зубчатых передач/В.П. Гилета [и др.]. - Новосиб.:НГТУ, 2014. - 86 с.
4. Горина, Л.Н. Обеспечение безопасных условий труда на производстве. Учеб. Пособие. / Л.Н. Горина, - Тольятти, 2016, 68 с.
5. Базров, Б.М. Основы технологии машиностроения. М.:Машиностроение, 2007. — 736 с.
6. Зубарев Ю. М. Специальные методы обработки заготовок в машиностроении [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Ю. М. Зубарев. - Санкт-Петербург : Лань, 2015. - 400 с.
7. Инструментальные материалы [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Г. А. Воробьева [и др.]. - Санкт-Петербург : Политехника, 2016. - 267 с.
8. Кондаков, А.И. Выбор заготовок в машиностроении/А.И. Кондаков, А.С. Васильев.- М.:Машиностроение, 2007. — 560 с.
9. Кирсанов, С.В. Обработка глубоких отверстий в машиностроении/С.В. Кирсанов[и др.]. - М.:Машиностроение, 2010. — 344 с.
10. Машиностроение: энциклопедия. В 40 т. Т.III-2 Технологии заготовительных производств/К. В. Фролов [и др.] – Москва: Машиностроение, 1996. - 734 с.
11. Технология обработки зубчатых колес/В.В. Клепиков. - М.:ИНФРА-М, 2017. — 409 с.
12. Михайлов А.В., Расторгуев Д.А. Основы проектирования технологических процессов механосборочного производства/ А.В. Михайлов, Д.А. Расторгуев. - Тольятти: ТГУ, 2003. – 160 с.

13. Овумян Г.Г. Справочник зубореза. / Г.Г. Овумян, Я.И. Адам. М.: Машиностроение, 1993 – 194 с.
14. Ординарцев И.А. Справочник инструментальщика./ И.А. Ординарцев [и др.] – Л.: Машиностроение, 1987. – 846с.
15. Орлов П.Н. Краткий справочник металлиста./ П.Н. Орлов – М.: Машиностроение, 1987. – 960с.
16. Расторгуев Д. А. Проектирование технологических операций: электронное учебно - методическое пособие /Д. А. Расторгуев; ТГУ; кафедра "ОиТМП".- Тольятти: ТГУ, 2015. -140 с.
17. Машиностроение: энциклопедия. В 40 т. Т.III-7 Измерения, контроль, испытания и диагностика/К. В. Фролов [и др.] - Москва : Машиностроение, 2001. - 462 с.
18. Технология машиностроения: учебник/А. А. Маталин.- Санкт-Петербург: Лань, 2016. - 512 с.
19. Технология машиностроения: курсовое проектирование: учебное пособие/М. М. Кане [и др.]; под ред. М. М. Кане, В. Г. Шелег. -Минск: Вышэйшая школа, 2013. - 311 с.
20. Технологическая оснастка [Электронный ресурс] : станочные приспособления : учеб. пособие / В. В. Клепиков. - Москва : ИНФРА-М, 2017. - 345 с.
21. Взаимозаменяемость, стандартизация и технические измерения/А. Д. Никифоров. - Москва : Высш. шк., 2003. - 510 с.

ПРИЛОЖЕНИЯ

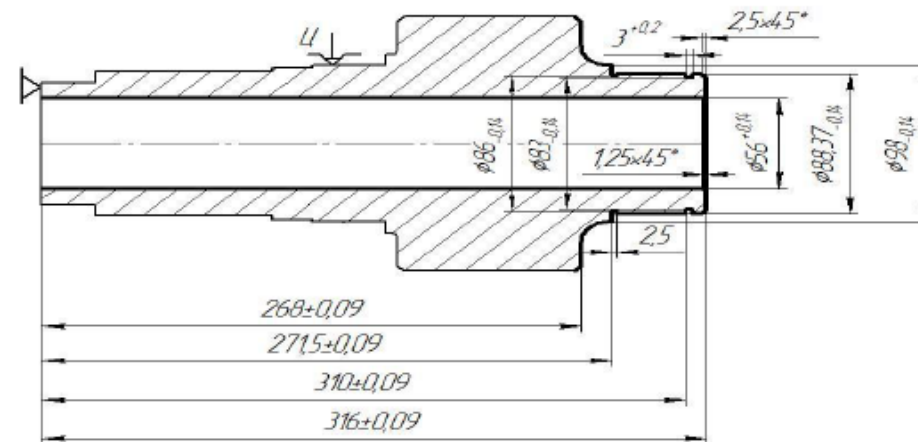
Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
<u>Документация</u>						
А1			17.БР.ОТМП.46.65.000.СБ	Сборочный чертеж	1	
<u>Детали</u>						
		1	17.БР.ОТМП.46.65.001.	Втулка	1	
		2	17.БР.ОТМП.46.65.002.	Корпус	1	
		3	17.БР.ОТМП.46.65.003.	Тяга	1	
		4	17.БР.ОТМП.46.65.004.	Корпус	1	
		5	17.БР.ОТМП.46.65.005	Кольцо опорное	1	
		6	17.БР.ОТМП.46.65.006.	Крышка	1	
		7	17.БР.ОТМП.46.65.007.	Кожух	1	
		8	17.БР.ОТМП.46.65.008.	Поршень	1	
		9	17.БР.ОТМП.46.65.009.	Винт-упор	1	
		10	17.БР.ОТМП.46.65.010.	Кольцо опорное	1	
		11	17.БР.ОТМП.46.65.011.	Крышка	1	
		12	17.БР.ОТМП.46.65.012.	Шток	1	
		13	17.БР.ОТМП.46.65.013.	Цанга	1	
		20	17.БР.ОТМП.46.65.020.	Винт заглушка	1	
		25	17.БР.ОТМП.46.65.025.	Тяга	1	
				<u>Стандартные изделия</u>		
17.БР.ОТМП.46.65.000.СП						
Изм. Лист		№ докум.		Подп.	Дата	
Разраб. Стрельников						
Проб. Расторгуев						
Н.контр. Виткалов						
Утв. Логинов						
Патрон цанговый					Лист	Листов
					1	2
					ТМБЗ-1231	
Копировал					Формат А4	

Дубл.			
Взам.			
Подл.			

2

Вал

015



1 Переход

