

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)
15.03.01 «Машиностроение»
(код и наименование направления подготовки)
Технологии, оборудование и автоматизация
машиностроительных производств
(профиль)

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

на тему Технологический процесс изготовления инструментального шпинделя фрезерной головки

Студент(ка)	<u>А.В.Добровольский</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
Руководитель	<u>Д.А.Расторгуев</u> (И.О. Фамилия)	_____	(личная подпись)
Консультанты	<u>И.В.Дерябин</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 15.03.01 «Машиностроение»

**профиль «Технологии, оборудование и автоматизация
машиностроительных производств»**

Студент Добровольский Алексей Владимирович гр. МСбз-1202

1. Тема Технологический процесс изготовления инструментального шпинделя фрезерной головки

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

3. Исходные данные к выпускной квалификационной работе чертеж детали, годовой объем выпуска 800 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 Добровольский Алексей Владимирович

По теме Технологический процесс изготовления инструментального шпинделя
фрезерной головки

Наименование раздела работы	Плановый срок выполнения раздела	Фактический срок выполнения раздела	Отметка о выполнении	Подпись руководителя
<i>Описание исходных данных</i>	01.02.2017	29.01.2017	выполнено	
<i>Технологическая часть работы</i>	01.04.2017	28.03.2017	выполнено	
<i>Проектирование приспособления и режущего инструмента</i>	01.05.2017	28.04.2017	выполнено	
<i>Безопасность и экологичность работы</i>	15.05.2017	13.05.2017	выполнено	
<i>Экономическая эффективность работы</i>	15.05.2017	16.05.2017	выполнено	

Руководитель выпускной
квалификационной работы

Задание принял к исполнению

_____ Д.А.Расторгуев
(подпись) (И.О. Фамилия)
_____ А.В.Добровольский
(подпись) (И.О. Фамилия)

Аннотация

Добровольский А.В. Технологический процесс изготовления инструментального шпинделя фрезерной головки - Кафедра “ОиТМП” - ТГУ, Тольятти, 2017. – 63с.

Работа связана с разработкой и совершенствованием технологии изготовления шпинделя фрезерной головки, что включает в себя все этапы проектирования технологического процесса изготовления с использованием современных средств оснащения и технологий.

Содержание

Введение	6
1. Описание исходных данных	7
2. Технологическая часть работы	12
3. Проектирование приспособления и режущего инструмента	27
4. Безопасность и экологичность работы	38
5. Экономическая эффективность проекта	46
Заключение	50
Список используемой литературы	51
Приложения	51

ВВЕДЕНИЕ

Для высокоточных деталей с жесткими требованиями по качеству поверхности необходимо задействовать эффективное автоматизированное оборудование – станки и методы обработки. Также при проектировании техпроцессов необходимо использовать современные способы анализа и проектирования.

Это позволяет обеспечивать конкурентоспособное машиностроительное производство при наибольшей производительностью с минимумом издержек. В настоящее время задача повышения эффективности изготовления деталей в условиях мелкосерийного производства. Это связано с большой номенклатурой выпускаемых изделий, частотой модернизацией их конструкций. При этом себестоимость изделий минимальна в условиях массового производства. Предлагается основные принципы такого производства: высокая механизация и автоматизация, принцип поточного производства использовать для мелкосерийного и даже единичного производства.

Цель работы – разработать техпроцесс изготовления шпинделя фрезерной головки с использованием современных методов обработки и прогрессивного оснащения.

1. ОПИСАНИЕ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ

1.1 Условия работы шпинделя, его назначение

Деталь “шпиндель фрезерной головки” входит в конструкцию агрегатной обрабатывающей инструментальной фрезерной головки. Она входит в состав агрегатных фрезерных станков, используется для крепления фрезерного инструмента.

Устанавливается в радиально упорных подшипниках. По фланцу фиксируется в подшипниковом узле. Для подвода смазки используется отверстие с заглушкой винтом в торце. В коническое отверстие устанавливается инструмент или переходные втулки. По резьбе М90 накручивается гайка для фиксации инструмента.

Шпиндель испытывает значительные нагрузки, которые имеют динамический характер.

1.2 Анализ поверхностей

По назначению все поверхности данного шпинделя разделяются на четыре группы: самые точные и ответственные – шейки под подшипники (основные конструкторские базы), исполнительные поверхности – для установки инструмента коническое отверстие. Все посадочные, кроме шеек, являются вспомогательными конструкторскими базами. Остальные – свободные. По назначению поверхности систематизированы в таблице 1.1 и с учетом функций к ним сформулированы определенные требования по номерам, соответствующим рисунку 1.1.

Так как деталь ответственная, работает в условиях динамических нагрузок выбираем углеродистую легированную сталь – 40ХН ГОСТ4543-71.

1.3 Анализ технологичности детали

Твердость у материала для состояния поставки (прокат, штамповка после нормализации) до 207 НВ. Твердость после упрочняющей термической операции – объемной закалки с отпуском: 32..38 HRC. Соответствующие пределы прочности σ_B для поставки - до 785 МПа; для материала после закалки - 980 МПа [1].

Заготовка для шпинделя получается или из сортового проката - прутка, или путем обработки давлением – из штамповки.

Для установки поверхности можно использовать и внутренние и наружные. По точности и шероховатости эти поверхности обеспечивают необходимую точность и надежность установки.

Обрабатываются все поверхности, т.к. на заготовительной стадии точность чертежа не обеспечивается.

При этом количество поверхностей не большое, они доступны для обработки и контроля.

По обработке возникают моменты связанные с обработкой конического точного установочного отверстия с малой шероховатостью и высокой твердостью. Также вопросы по обработке возникают для отверстия диаметром 10 мм длиной 180 мм, поскольку оно относится к классу глубоких отверстий и требует специализированного оборудования.

В целом шпиндель не отвечает всем требованиям технологичности по всем показателям.

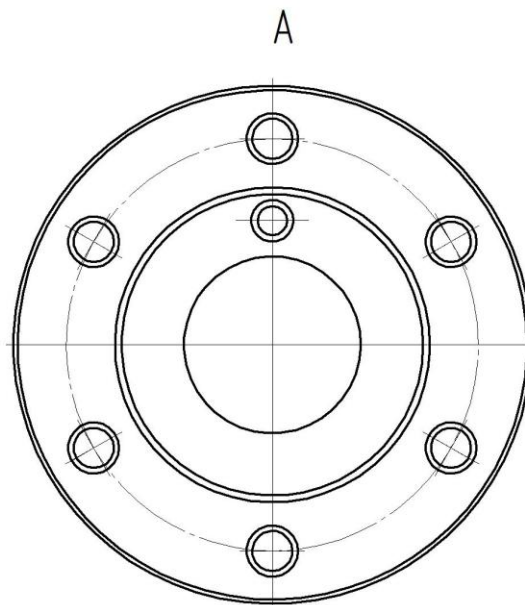
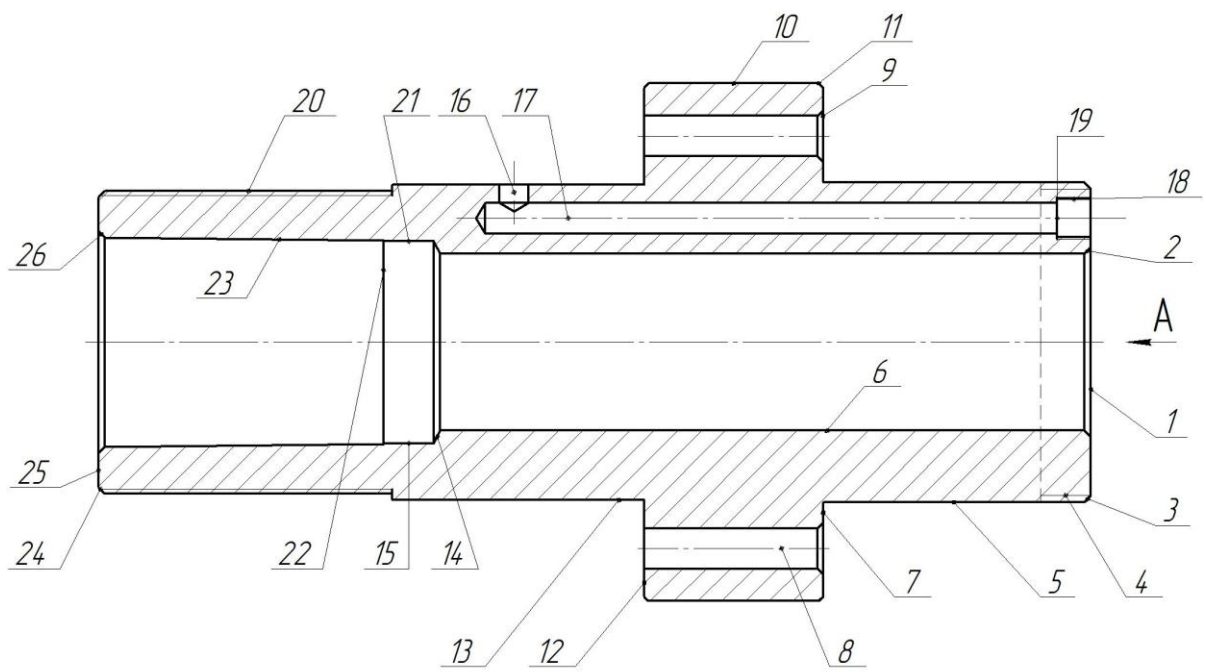


Рисунок 1.1 - Чертеж – схема шпинделя

Таблица 1.1 - Классификация требований по поверхностям шпинделя

№	Шероховатость, мкм	Форма	Размеры, мм	Тип	Квалитет	требование	Допуск, мм
1	2	4	2	3	6	7	8
1	6,3	П	295	С	14		
2	6,3	Ф	1,6	С	14		
3	6,3	Ф	1,6	С	14		
4	1,25	Р	95	ВКБ	Ст.т.6		
5	0,63	Ц	95	ОКБ	6	О ©	0,008 0,016
6	2,5	О	52	ВКБ	9		
7	2,5	П	80	ВКБ	12	⊥	0,02
8	6,3	О	12	ОКБ	14		
9	6,3	Ф	1,6	С	14		
10	6,3	Ц	150	С	14		
11	6,3	Ф	1,6	С	14		
12	2,5	П	160	ОКБ	12	⊥	0,02
13	0,63	Ц	1,6	ОКБ	6	О ©	0,008 0,016
14	6,3	Ф	2	С	14		
15	3,2	О	60	ВКБ	8		
16	6,3	О	8	С	14		
17	6,3	О	8	С	14		
18	6,3	Р	12	ВКБ	-		
19	6,3	П	10	С	14		

Продолжение таблицы 1.1

1	2	4	2	3	6	7	8
20	3,2	Р	90	ВКБ	6		
21	6,3	П	88	С	14		
22	6,3	П	85	С	14		
23	0,63	Ф,К	62,3	И	6	0	0,005

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 [19] 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

Деталь отличается высокими требованиями, достаточно сложной формой (коническая высокоточная по качеству ответственная поверхность). С учетом разнообразия различных поверхностей при изготовлении требуется широкая номенклатура инструментов. Для эффективной организации техпроцесса обработку лучше вести на современных по компоновке станках. Они имеют многофункциональные рабочие органы, которые обеспечивают последовательную высокоскоростную обработку.

2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ РАБОТЫ

2.1. Тип производства

Масса шпинделя равна по чертежу 3,6 кг. Мелкосерийный тип производства находится с учетом данной массы (небольшая трудоемкость) в соответствии с заданием объем выпуска 800 деталей / год.

2.2. Проектирование штамповки

Обоснование способа получения заготовки – полуфабриката проводится в соответствии с методикой из [13].

Исходную заготовку для шпинделя фрезерной головки для мелкосерийного производства можно получить двумя способами. Первый это штамповка. Прошивка отверстия при этом невозможна из-за соотношения диаметра и длины (более трех диаметра длина отверстия). Штамповка имеет фланец на наружной поверхности.

Второй – это прокат обычной точности, поскольку наружная поверхность имеет небольшую длину и не высокую точность. Для проката получается очень большой напуск с двух сторон на наружной поверхности, а также высверливание отверстия.

Коэффициент использования материала для штамповки более высокий для штамповки, поэтому выбираем данный способ получения заготовки для шпинделя.

Характеристики штамповки шпинделя: исходный индекс – 14; класс точности – Т4, степень сложности – С2 группа стали – М2.

Все допуски с припусками на размеры штамповки находятся в соответствии с исходным индексом и размерами. Они представлены на листе. На самую точную поверхность – посадочную поверхность под подшипник все припуски с размерами определяются по методике аналитического расчета из [19].

Таблица 2.1 - Данные по расчету операционных размеров по переходам у наружного диаметра $\varnothing 95_{-0,023}^{+0,045}$

Маршрут по обработке шейки	Составляющие припуска, мкм				Т _A , мм	IT	Припуски на диаметр, мм		Размеры предельные	
	T	Rz	δ	E _y , мм			Z _{min}	Z _{max}	D _{min} , мм	D _{max} , мм
Заготовка (поковка)	500		30 0		1,9	15			97,5	99,4
Точ. черновое	30	30	30	0,18	0,35	12	2,1	3,6	95,4	95,75
Точ. чистовое	25	25	20	0,04	0,087	9	0,22	0,48	95,254	95,341
Шлиф. черновое	10	10	10	0,012	0,035	7	0,157	0,134	95,098	95,133
Шлиф. тонкое	5	3	5	0,007	0,022	6	0,075	0,088	95,023	95,045

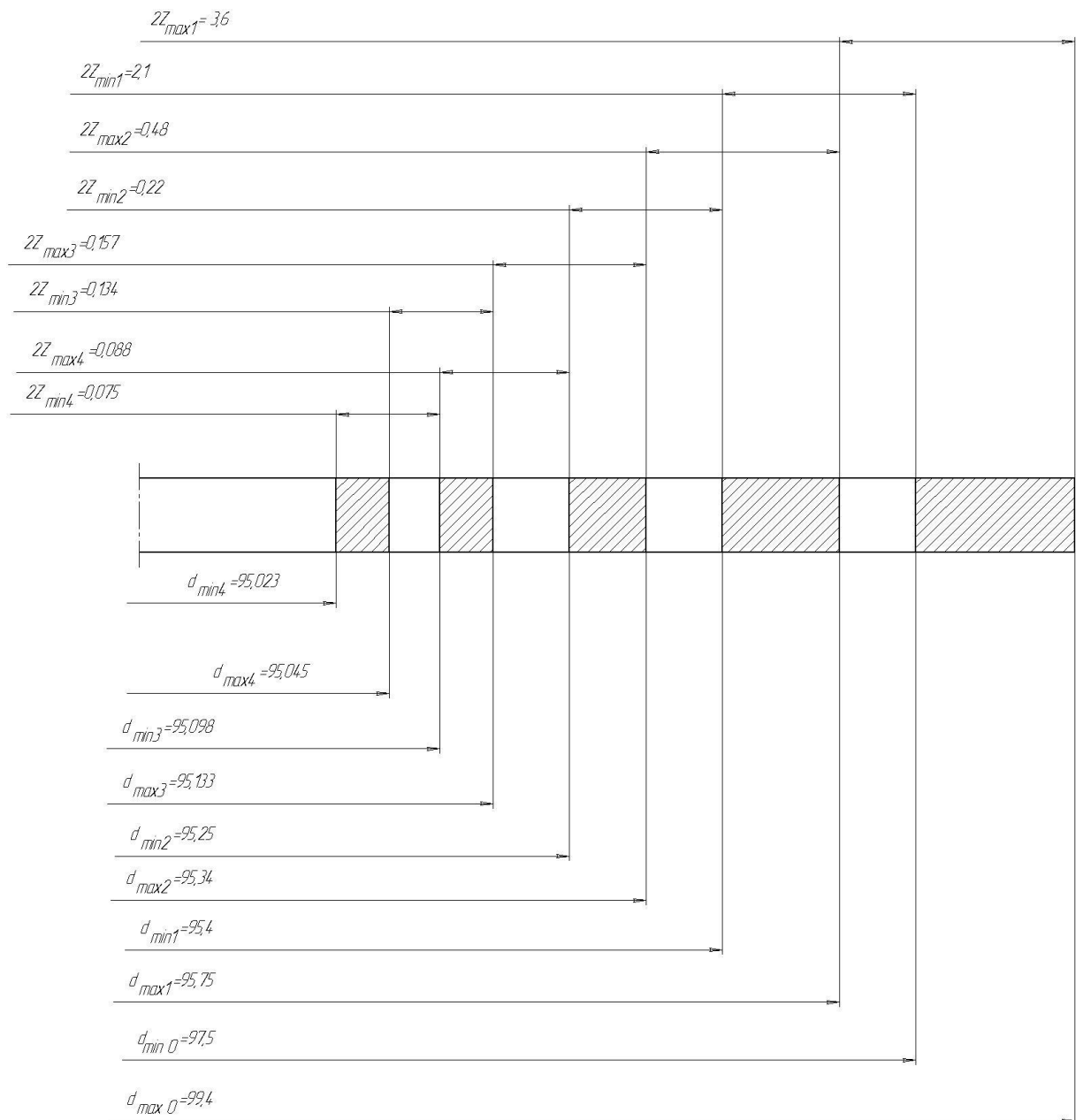


Рисунок 2.1 - Порядок обработки шейки шпинделя

2.3. Выбор маршрута обработки поверхностей

Все виды и методы обработки сведены в таблице 2.2 [17].

Для инструментального шпинделя технологический процесс включает токарные операции, переходы по обработке отверстий, и отделочные операции (таблица 2.3).

Таблица 2.2 - Маршруты обработки поверхностей шпинделя

№	Шероховатость, мкм	Форма	Размеры, мм	Обработка поверхностей	Квалитет
1	2	3	4	5	6
1	6,3	П	295	Точение черн.(12; Ra 12,5)- Точ чист(9; Ra 3,2) – ТО	14
2	6,3	Ф	1,6	Раст. Чист. (9; Ra 2,5) – ТО	14
3	6,3	Ф	1,6	Точ чист(9; Ra 3,2) – ТО	14
4	1,25	Р	95		Ст.т.6
5	0,63	Ц	95	Точ черн.(12; Ra 12,5)- Точ чист(9; Ra 3,2) – ТО – Т-кр.Ш (7; Ra 1,25) – Кр. Ш (6; Ra 0,63)	6
6	2,5	О	52	Зенкер (10; Ra 3,2)- Раст. Чист. (9; Ra 2,5) – ТО	9
7	2,5	П	80	Точ черн.(12; Ra 12,5)- Точ чист(9; Ra 3,2) – ТО	12
8	6,3	О	12	Сверление(12; Ra 12,5)	14
9	6,3	Ф	1,6	Зенкер (10; Ra 3,2)	14
10	6,3	Ц	150		14
11	6,3	Ф	1,6	Точ чист(9; Ra 3,2) – ТО	14
12	2,5	П	160	Точ черн.(12; Ra 12,5)- Точ чист(9; Ra 2,5) – ТО	12
13	0,63	Ц	1,6	Точ черн.(12; Ra 12,5)- Точ чист(9; Ra 3,2) – ТО – Т-кр.Ш (7; Ra 1,25) – Кр. Ш (6; Ra 0,63)	6

Продолжение таблицы 2.2

1	2	3	4	5	6
14	6,3	Ф	2	Раст. Чист. (9; Ra 2,5) – ТО	14
15	3,2	О	60		8
16	6,3	О	8	Свер. (10; Ra 2,5)- Нар. рез. (8; Ra 2,5) – ТО	14
17	6,3	О	8	Свер. глуб.(10; Ra 2,5)	14
18	6,3	Р	12	Свер. (10; Ra 2,5)- Нар. Рез. (8; Ra 2,5) – ТО	-
19	6,3	П	10		14
20	3,2	Р	90	Точ. черн.(12; Ra 12,5)- Точ. чист(9; Ra 3,2) – Нар. Рез. (8; Ra 2,5) - ТО	6
21	6,3	П	88	Рас. черн.(12; Ra 12,5)- Рас. чист(9; Ra 3,2) – ТО	14
22	6,3	П	85	Рас. черн.(12; Ra 12,5)- Рас. чист(9; Ra 3,2) – ТО	14
23	0,63	Ф,К	62,3	Рас. черн.(12; Ra 12,5)- Рас. чист(9; Ra 3,2) – ТО – Вн. Ш (7; Ra 0,63)	6
24	6,3	-	-	Точ. чист(9; Ra 3,2) – ТО	14
26	6,3	Ф	-	Раст. Чист. (9; Ra 2,5) – ТО	14
25	6,3	Ф	-	Точ. черн.(12; Ra 12,5)- Точ. чист(9; Ra 3,2) - ТО	14
27	6,3	Ф	-	Точ. чист(9; Ra 3,2) – ТО	14
28	6,3	Ф	-	Точ. чист(9; Ra 3,2) – ТО	14

Все операции содержат технологические переходы, выбранные для каждой поверхности [6].

Таблица 2.3 - Технологический процесс изготовления шпинделя

№ оп.	Наименование операции	Оборудование	Содержание операции	Квалитет, IT	Ra, мкм
1	2	3	4	5	6
000	Заготовительная		отливка	15	20
005	Токарная многооперационная	Токарный фрезерный центр с ЧПУ Mazak multiple x 3	Установ А - Точение черновое поверхностей 10,12,13,20,25	12	12,5
			Растачивание черновое поверхностей 15,22,23	13	12,5
			Установ Б - Точение черновое поверхностей 9,5,7,1	12	12,5
			Растачивание черновое поверхностей 6	13	12,5
			Установ В – Точение чистовое поверхностей 10,16,20,12,13,25 Растачивание чистовое поверхностей 22,23,26,15	9	3,2

Продолжение таблицы 2.3

1	2	3	4	5	6
			Установ Г – Точение чистовое поверхностей 10,11,9,19,2,3,4,5,7	7	2,5
			Растачивание чистовое поверхностей 6,2	8	2,5
			Нарезание резьбы 19	-	2,5
010	Многопер ационная вертикальн ая	Многоо перацио нная вертика льная mazak vertical center nexus 410A	Сверление поверхностей 8,9,17	10	3,2
			Сверление поверхностей 16	10	3,2
			Нарезание резьбы 19	8	2,5
015	Термообра ботка				
020	Шлифовал ьяная черновая	Кругло шлифов альный	Установ А – Шлифование черновое поверхностей 13	8	2,5

Продолжение таблицы 2.3

1	2	3	4	5	6
		3Т150Е	Установ Б – Шлифование черновое поверхностей 5		
025	Шлифовал ьяная чистовая	Кругло шлифов альный 3М152В М	Установ А – Шлифование чистовое поверхностей 13 Установ Б – Шлифование чистовое поверхностей 5	6	0,63
030	Внутришли фовальная	Внутри шлифов альный 3К228А	Шлифование чистовое поверхностей 22,23	6	0,63
035	Моечная				
040	Контрольн ая				

2.4. Разработка технологического маршрута и схем базирования

На операциях используем комплект технологических баз: торцы поверхностей поочередно 1 и 26. Центрирование за счет поочередного использования шеек 5 и 20. Одна используется для центрирования в патроне, другая при установке в люнете. Потом поверхности меняются по функциям [21].

2.5. Выбор средств технологического оснащения

Выбор средств технологического оснащения сведен в таблицу 2.4 [12, 15].

Таблица 2.4 - Средства технологического оснащения ТП обработки

№ Оп.	Приспособление станочное	Инструмент обрабатывающий	Измерительное средство
1	3	4	5
005 – токарная	Патрон 7102-0070 ГОСТ 24351-80 Люнет 6046-0002 ГОСТ 21189-75	PCLNR 2020K12 Резец контурный T5K10 ТУ 2-035-892-82 PCLNR 2020K12 Резец контурный T15K6 ТУ 2-035-892-82 035-2128-0559 Резец канавочный T14K8 ОСТ 2И10-8-84 191421441 Оправка ТУ 2-035-775-80	Штангенциркуль ГОСТ 166-80
010- многооперационная	Приспособление с тарельчатым зажимом	Сверло d8 одностороннее пушечное	Микрометр МР 100 ГОСТ 4381-87

Продолжение таблицы 2.4

1	3	4	5
020 – кругло-шлифовальная	Мембранный патрон Самоцентрирующий люнет	4 270x90x60 24А F22 Р 5 V 35 Б 1 ГОСТ 52781-2007	Система активного контроля. Микрометр МЗ Н75 ГОСТ 6507-90
025 – кругло-шлифовальная	Мембранный патрон Самоцентрирующий люнет	4 250x60x40 24А F160 N 7 V 35 А 2 ГОСТ 52781-2007	Система активного контроля. Микрометр МЗ Н75 ГОСТ 6507-90
030 – Внутришлифовальная	Мембранный патрон Самоцентрирующий люнет	Шлифовальная головка АW20x40 24А25-НСТ1К	Система активного контроля. Микрометр МЗ Н75 ГОСТ 6507-90

2.6. Нормирование технологического процесса

2.6.1 Определение режимов резания

Рассчитаем режимы резания на 020 круглошлифовальную операцию

[20].

Основными параметрами, устанавливаемыми при шлифовании:

скорость круговой подачи заготовки v_3 , м/мин;

глубина шлифования t , мм, — слой, который снимается кругом при радиальной подаче s_p при врезном шлифовании. В данном случае это будет угловая врезная подача $s_{\text{рад.}}$. Это одновременное продольное и радиальное перемещение шлифовального круга на оборот заготовки.

Все параметры определяется по [20].

Размеры шлифовального круга 4 270x90x120.

1) Назначаем глубину t , мм: $t = 0,07$ мм.

2) Выбираем подачу, мм/об.

$$S_{\text{вр.черн.}} = 0,0035 \text{ мм/об,}$$

$$S_{\text{вр.чист.}} = 0,0015 \text{ мм/об.}$$

B – ширина шлифуемого участка, мм. Она равна: $B = 80$ мм.

3) Скорость резания шлифовальным кругом:

$$v_k = 35 \text{ м/с.}$$

4) скорость круговой подачи заготовки:

$v_3 = 40$ м/мин при предварительном врезном шлифовании; $v_3 = 30$ м/мин при окончательном врезном шлифовании.

5) Рассчитывается частота вращения обрабатываемой заготовки:

$$n = \frac{1000 \cdot V_{\text{заг}}}{\pi \cdot d_{\text{заг}}} \quad (2.1)$$

$$n_1 = \frac{1000 \cdot 40}{3,14 \cdot 95} = 100 \text{ об/мин.}$$

б) Рассчитаем эффективную мощность шлифования при врезном шлифовании периферией круга

$$N = C_N v_3^r t^x s_p^y d^q b^z, \quad (2.2)$$

Где : $C_N = 0,14; r = 0,8; x = 0,8; q = 0,2; z = 1$ - коэффициенты.

Произведем расчет:

$$N_{чep.вp.} = 0,14 \cdot 40^{0,8} \cdot 0,05^{0,8} \cdot 0,0035^{0,2} \cdot 95^{0,2} \cdot 80^1 = 3,9 \text{ кВт}.$$

$$N_{чист.вp.} = 0,14 \cdot 40^{0,8} \cdot 0,02^{0,8} \cdot 0,0015^{0,2} \cdot 95^{0,2} \cdot 80^1 = 1,7 \text{ кВт}.$$

Полученная мощность меньше мощности по паспорту станка, следовательно, выбранное оборудование удовлетворяет требованиям режимов резания (14 кВт) [20].

Для многооперационной 010 режимы сведены в таблицу 2.5,2.6.

2.6.2 Расчет норм времени

Расчет норм времени на 020 круглошлифовальную операцию [13].

Расчет основного времени производится для каждого перехода по формуле:

$$T_0 = \frac{L}{(s_{ix} \cdot n_z)}, \quad (2.3)$$

Где L - длины хода головки шлифовальной, мм. Соответственно для двух установов:

$$T_0 = 2 \frac{0,15}{0,0035 \cdot 100} = 0,86 \text{ мин.}$$

Таблица 2.5 - Режимы резания по переходам (010 многооперационная операция)

Переход	Подача оборотная S , мм/об	Подача минутная S_m , мм/мин	Обороты шпинделя n , об/мин	Глубина резания t , мм	Скорость резания v , м/мин
1. сверление	0,18	95	562	4	14
2. сверление	0,25	151	604	6	23
3. цекование	0,15	157	1047	1	33
4. нарезание резьбы метчиком	0,5	942	1884	1	71
5. сверление	0,15	95	562	4	14

Таблица 2.6 - Параметры 020 многооперационной

переход	P осевая, Н	Момент крутящий Мкр, Нм	Стойкость инструмента T , мин	Мощность резания N , кВт
1. сверление	1561	5,2	30	0,3
2. сверление	2967	15,4	25	1,0
3. цекование			30	
4. нарезание резьбы метчиком			90	
5. сверление			30	

Для чистовой стадии:

$$T_0 = 2 \frac{0,02}{0,0015 \cdot 100} = 0,27 \text{ мин.}$$

Суммарное основное время: 1,13 мин.

Расчет вспомогательного времени. Поправочный коэффициент $K_{tb} = 1,85$. $t_{уст} = 0,23$ мин.

Время, связанное с подводом и отводом на двух установках – 0,2 мин.

Вспомогательное время с учетом серийности:

$$T_v = (0,23 + 0,2) \cdot 1,85 = 0,8 \text{ мин.}$$

Расчет элементов у штучного времени:

Время для технического обслуживания рабочего места

$$T_{тех} = T_{пр} \cdot T_0 / T, \quad (2.4)$$

Где $T_{пр} = 1,8$ мин – время одной правки; при установке правящего инструмента на станке, правящем инструменте – алмазе, шероховатости поверхности $R_a 1,25$, ширине круга до 100 мм.

$T = 40$ мин – стойкость круга по нормативам режимов резания.

$$T_{тех} = 1,8 \cdot 1,13 / 40 = 0,05 \text{ мин.}$$

4% - время на обслуживание рабочего места от оперативного времени; 4% - время на надобности от оперативного.

$$T_{шт} = 1,13 + ((1,13 + 0,8) (4 + 4) / 100) + 0,05 = 2,13 \text{ мин.}$$

Для штучного калькуляционного времени:

$$T_{шт-к} = 2,13 + 20/38 = 2,7 \text{ мин.}$$

Время для 010 многооперационной сведено в таблице 2.8.

Таблица 2.8 - Нормирование для 010 многооперационной

переход	Основное время T_o , мин	Всп-ое Время T_v , мин	Время обслуживания $T_{обсл}$, мин	Время перерывов $T_{пер}$, мин
1. сверление	2,0	$(0,06 + 0,08 + 0,04 \cdot 5 +$ $+ 0,08 + 0,1 + 0,12) \cdot 1,85$ $= 1,18$	$4,53 \cdot 0,06 = 0,27$	$4,53 \cdot 0,04$ $= 0,18$
2. сверление	1,7			
3. цекование	0,80			
4. нарезание резьбы метчиком	0,02			
5. сверление	0,01			

Итого штучное и штучно-калькуляционное времена будут для 010 многооперационной равны:

$$T_{шт. -к.} = 4,53 + 1,18 + 0,27 + 0,18 = 6,16 \text{ мин.}$$

$$T_{шт. -к.} = 6,16 + 18/38 = 6,63 \text{ мин.}$$

В разделе выполнены все необходимые расчеты по проектированию технологических операций для изготовления шпинделя.

3. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ И РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА

3.1. Расчет и проектирование приспособления

3.1.1 Сбор исходных данных

Вид и материал заготовки: штамповка, сталь 40ХН $\sigma_B=960$ МПа.

Вид обработки – шлифование кругом шлифовальным формой 4 размерами 270x90x60 24AF22P5V35B1 ГОСТ52781-2007.

Технологический переход. Шлифовать поверхности 5 и 20, выдерживая размеры: $\varnothing 95-0,035$, с длиной $l=80$ и погрешность формы, радиальное биение не более 0,015 мм. (Операционный эскиз рисунок 3.1)

Металлорежущий станок: круглошлифовальный станок 3Т150Е, Частота вращения шлифовального круга $n_{кр} = 1590$ мин⁻¹. Частота вращения $n_3 = 100$ мин⁻¹;

Мощность 15 кВт.

Охлаждение — эмульсия.

Тип приспособления – мембранный шести кулачковый патрон [11].

3.1.2. Расчет сил резания

Для чернового врезного шлифования эффективную мощность нашли 3,9 кВт [20].

При расчёте составляющих сил резания воспользуемся следующими формулами:

$$P_z = \frac{N \cdot 102 \cdot 60}{v_3}, \quad (3.1)$$

v_3 – скорость заготовки, м/мин. (40 м/мин.);

N – эффективная мощность шлифования, (3,9 кВт).

Тогда:

$$P_z = 3,9 \cdot 102 \cdot 60 / 40 = 597 \text{ Н.}$$

$$P_y = (1,3 \dots 1,8) \cdot P_z, \quad (3.2)$$

Тогда: $P_y = 1,5 \cdot 597 = 895 \text{ Н.}$

Значения поправочных коэффициентов на условия шлифования определяются [2]:

$$K_{PZ} = K_{tz} \cdot K_{z3} \cdot K_{oz} \cdot K_{mz}, \quad (3.3)$$

$$K_{PY} = K_{ty} \cdot K_{zy} \cdot K_{oy} \cdot K_{my}, \quad (3.4)$$

где: K_m , K_t , K_z , K_o – поправочные коэффициенты, учитывающие вид обрабатываемого материала (K_m), твёрдость шлифовального круга (K_t), зернистость круга (K_z), давление охлаждающей жидкости (K_o).

По данным [2] - $K_m = 1,0$ сталь 40ХН, $K_t = 1,25$ круг средней твёрдости; $K_z = 1,0$ для зернистости F22; $K_o = 1,0$ давление СОЖ до 0,1 МПа.

Тогда:

$$K_{PZ} = 1 \cdot 1,25 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 1,25;$$

$$K_{PY} = 1 \cdot 1,25 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 1,25;$$

Таким образом, значения составляющих сил резания, с учётом поправочных коэффициентов, будут следующие:

$$P_z = 597 \cdot 1,25 = 746 \text{ Н.}$$

$$P_y = 895 \cdot 1,25 = 1119 \text{ Н.}$$

$$M_{кр} = P_z \cdot r_{обр}, \quad (3.5)$$

где $P_z = 746 \text{ Н}$ – касательная составляющая сил резания;

$r_{\text{обр}} = 0,049 \text{ м}$ – радиус шейки.

$M_{\text{кр}} = 746 \cdot 0,049 = 36,5 \text{ Нм}$.

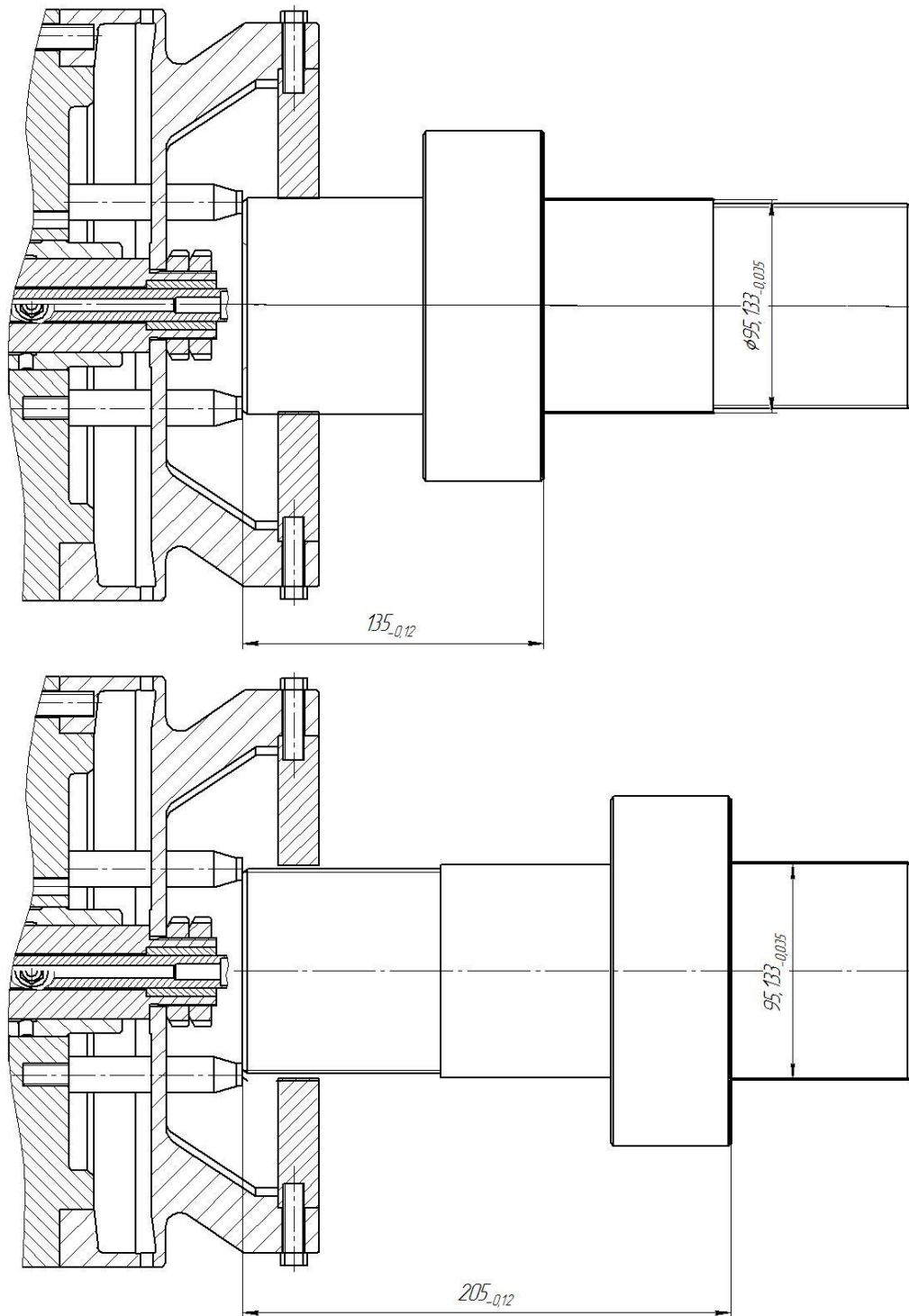


Рисунок 3.1 - Операционный эскиз для шлифовальной операции

3.1.3. Расчёт усилий зажима

Усилие зажима определяется из условия равновесия статического равновесия с учетом коэффициента запаса. Для определения силы зажима разработана схема действий силы резания и силы зажима на рисунке 3.1.

Для установки используются шесть кулачков. Момент резания, который стремится повернуть заготовку $M_{кр}=36,5 \text{ Н} \cdot \text{м}$.

Найдем силу зажима W_z одного кулачка по формуле [20, с.160]:

$$W_z = \frac{K \cdot M_{рез}}{n \cdot f \cdot b}, \quad (3.6)$$

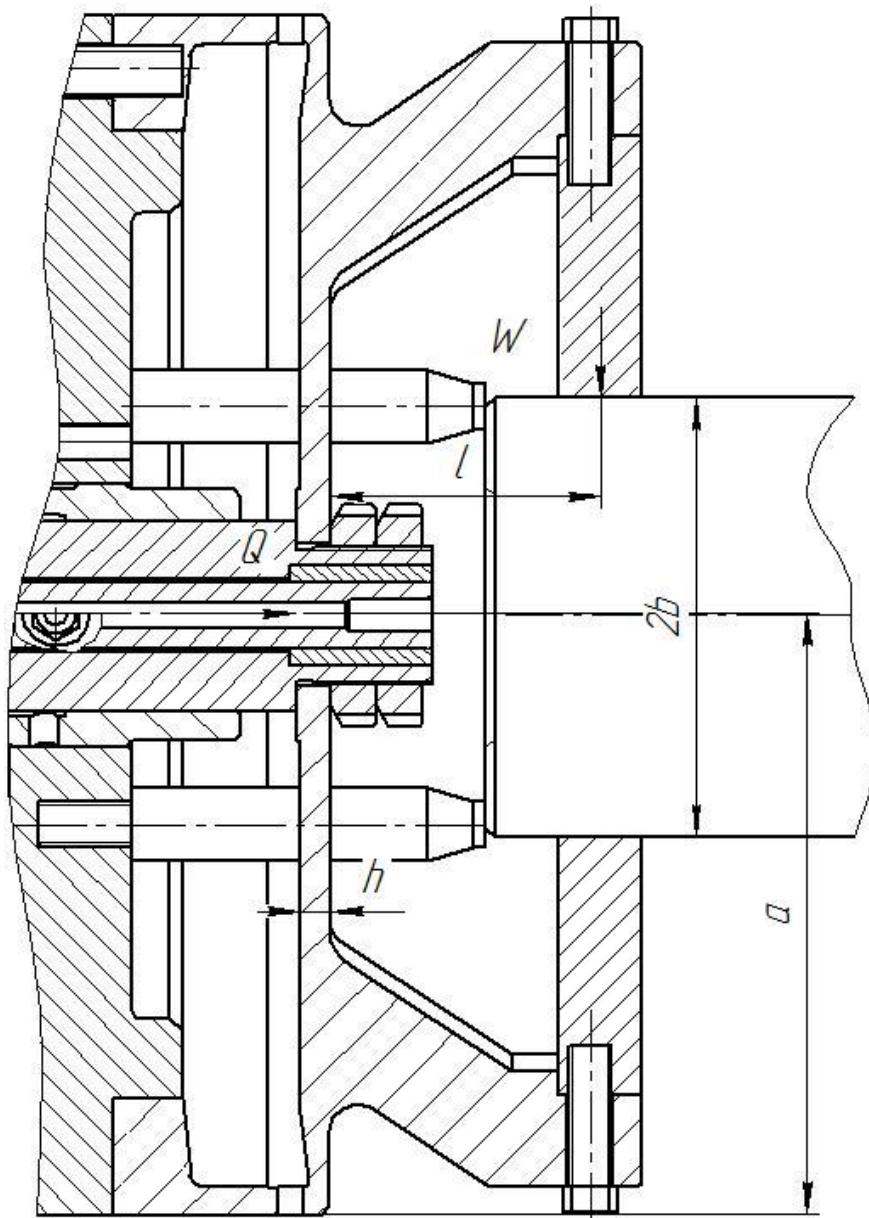


Рисунок 3.2 - Схема действий сил резания и сил зажима

где K – коэффициент запаса;

$n = 6$ – число зажимных кулачков;

$2b$ – диаметр базовой поверхности шпинделя $2b = 95 \text{ мм} = 0.095 \text{ м}$;

$f = 0,15$ – коэффициент трения между заготовкой и кулачками.

Коэффициент запаса K определяется по формуле [2]:

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6, \quad (3.7)$$

где все K_{0-6} – поправочные коэффициенты;

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

Т.к. $K < 2,5$, принимаем $K = 2,5$.

После подстановки значений в формулу (3.6), получаем:

$$W_z = \frac{2,5 \cdot 35,6}{3 \cdot 0,15 \cdot 0,095 / 2} = 4164 \text{ Н}.$$

3.1.4 Расчет зажимного механизма

Силы зажима W_z создают момент, который изгибает мембрану.

Момент изгиба определяется по формуле:

$$M = \frac{W_z \cdot n \cdot l}{2\pi b}, \quad (3.8)$$

где l – вылет от середины кулачка до середины мембраны, мм;
конструктивно принимаем $l = 62 \text{ мм} = 0,062 \text{ м}$.

Подставим определенные значения в формулу (3.8):

$$M = \frac{4164 \cdot 6 \cdot 0,062}{2 \cdot 3,14 \cdot 0,072} = 3426 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Круглую пластину, с заделкой по контуру, нагружаем равномерным моментом M , который прикладывается по окружности радиусом b . При этом $M = M_1 + M_3$, которые зависят от соотношения:

$$m = \frac{a}{b}, \quad (3.9)$$

где a - радиус мембраны, мм; $a = 130$ мм.

Для $m = \frac{130}{72} \approx 1,81$, определим M_3 по [2, с.161]:

$$M_3 = 0,44 \cdot M \quad (3.8)$$

Подставим определенные значения в формулу (3.8), получим:

$$M_3 = 0,44 \cdot 3426 = 1507 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

$$M_1 = M - M_3 = 3426 - 1507 = 1919 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Угол φ расхождения кулачков патрона в радианах для установки заготовки найдем по формуле:

$$\varphi = \frac{M_3 \cdot b}{D \left(1 + \mu \right)}, \quad (3.9)$$

где D - цилиндрическая жесткость мембраны, Н/м. Она определяется по формуле:

$$D = \frac{E \cdot h^3}{12 \left(1 - \mu^2 \right)}, \quad (3.10)$$

где E – модуль упругости материала мембраны $E = 2,12 \cdot 10^{11}$ Па [3];

h - толщина мембраны; $h = 6,5$ мм;

μ - коэффициент Пуассона, $\mu = 0,3$.

После подстановки всех значений в формулу (3.9), (3.10) получаем:

$$D = \frac{2,12 \cdot 10^{11} \cdot 0,0065^3}{12 \cdot (-0,3^2)} = 5331 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

$$\varphi = \frac{1507 \cdot 0,072}{5331 \cdot (+0,3)} = 0,016 \text{ рад}.$$

Мембрана с центральным отверстием диаметром $2C=30$ мм. Поэтому значение угла φ умножим на коэффициент K_1 , который определяется из соотношения $\frac{a}{c}$.

$$\frac{a}{c} = \frac{130}{15} = 8,7 \Rightarrow K_1 = 1,21;$$

$$\varphi = 0,019 \cdot 1,21 = 0,023 \text{ рад}.$$

Максимальный угол расхождения кулачков определяется из формулы:

$$\varphi' = \varphi + \varphi_1 + \varphi_2, \quad (3.11)$$

где φ_1 - угол разжима кулачков на учет допуска $T\delta$ на базовый диаметр заготовки;

φ_2 - угол разжима для обеспечения зазора Δ для надежного захвата заготовки в патроне:

$$\varphi' = \varphi + \frac{T\delta}{2l} + \frac{\Delta}{2l}, \quad (3.12)$$

Величина Δ находится из формулы:

$$\Delta \approx 0,0008 \cdot b + 0,02. \quad (3.13)$$

После подстановки в формулу (3.13):

$$\Delta \approx 0,0008 \cdot 72 + 0,02 = 0,078 \text{ мм}.$$

$$T\delta = 0,035 \text{ мм}.$$

Подставив значения в формулу (3.12), получим:

$$\varphi' = 0,023 + \frac{0,035}{2 \cdot 62} + \frac{0,078}{2 \cdot 62} = 0,024 \text{ рад}.$$

Сила на штоке для разжима мембраны на заданный угол φ' находится:

$$Q = \frac{4\pi D \varphi'}{2,31 \lg(a/b)} \quad (3.14)$$

$$Q = \frac{4 \cdot 3,14 \cdot 5331 \cdot 0,024}{2,31 \lg(130/72)} = 2711 \text{ Н}.$$

Из-за отверстия в мембране полученное значение Q умножается на поправочный коэффициент K_2 , ($K_2 = 0,79$).

$$\text{Тогда: } Q = 2711 \cdot 0,79 = 2142 \text{ Н}.$$

3.1.5. Расчет силового привода

Для создания исходного усилия Q принимается пневматический привод с рабочей средой – воздухом с давлением $P_v = 0,4$ МПа.

Диаметр поршня пневматического привода рассчитаем по формуле:

$$D = 1,13 \cdot (q/p)^{0,5}, \quad (3.13)$$

$$d = 1,13 \cdot (2142/0,4)^{0,5} = 82 \text{ мм}.$$

Для более компактного размещения примем давление 2,5 МПа в гидроприводе:

$$d = 1,13 \cdot (2142/2,5)^{0,5} = 33 \text{ мм}.$$

Округляем до стандартного 50 мм.

3.1.6. Расчет приспособления на точность

Погрешность установки приспособления определяется выверкой и обработкой кулачков в сборе с мембранной и равна 0,003 мм.

3.1.7. Описание конструкции приспособления

Мембранный патрон предназначен для базирования и закрепления заготовки типа шпиндель при шлифовании на внутришлифовальном станке 3К228В.

Приспособление содержит шесть кулачков 16 и силовой привод, состоящий из цилиндра 24 в котором перемещается поршень 25, который закреплен на штоке 1. Шток 1 связан с тягой 2, которая упирается в край мембраны 12, закрепленной винтами 11 к корпусу 10. На выступах кулачках мембраны закрепляются кулачки 16 винтами 17. В корпусе 10 установлены упоры 15. Для фиксации тяги 2 и мембраны 12 используются гайка и контргайка 14. Тяга 2 перемещается во втулке 7, которая винтами 8 крепится к корпусу 10.

Приспособление работает следующим образом. При подаче давления в правую полость цилиндра поршень 25 перемещает шток 1, тягу 2 вправо. Гайки 14 тянут мембрану 12, кулачки 16 и центрируют заготовку.

Раскрепление происходит при подаче давления в левую полость. Тяга 2 толкает мембрану 12 разжимая кулачки 16 и освобождая заготовку.

3.2. Расчет и проектирование контрольного приспособления

Приспособление цангового типа, состоит из плиты 7, на которой закреплена измерительная стойка 1 с индикатором (погрешность 0,001 мм)

и которая стоит на ножках 9. В центральном отверстии плиты и фланца 8 проходит шток 10, который прикреплен одним концом к мембране 12, а другим проходит через вращающуюся втулку 6 на подшипниках 23 и сжимают цангу 3, которая помещена в коническую полость корпуса 6 и втулки 5.

Измерение производится следующим образом. После установки детали в цангу 3 происходит сброс воздуха через шланг снизу. Пружина 36 перемещает шток 10, цанга фиксирует заготовку. После чего подводят стойку с датчиком и производят измерение при провороте детали вручную на несколько оборотов. Разность максимального и минимального значения показания датчика является значением биения. Не соосность получают после деления полученного значения пополам. После подачи воздуха через шланг снизу, что поджимает мембрану 12 и шток 10. В результате действия давления от штока 10 цанга 3 поднимается и разжимается, освобождая заготовку.

Погрешность измерения определяется зазором в подшипниковых узлах, которая для притертых опор равна 0,003 мм. Точность датчика составляет 0,001 мм. Суммарная погрешность равна 0,004 мм (рисунок 3.3).

3.3. Расчет и проектирование режущего инструмента

В разделе приводится описание однокромочного трубчатого сверла для глубокого сверления отверстия диаметром 8 мм [10].

Такое сверло состоит из трех элементов: рабочей части, стеблевой части и хвостовика. Диаметр у хвостовика принимают равным диаметру стебля. Рабочая или режущая часть выполняется в виде цельной головки твердого сплава. Она имеет обычную форму поперечного сечения: это трубка с V - образным пазом для вывода стружки и изогнутым отверстием для подачи СОЖ. Угол внешнего паза принимают равным $\omega = 110 - 120^\circ$. Соединение режущей части со стеблем проводится по поверхности

4. БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ РАБОТЫ

4.1 Конструктивно-технологическая характеристика объекта

Таблица 4.1 - Паспорт технического объекта

№ п/п	Технически й и/или технологич еский процесс	Операция технологи ческого процесса и/или вид предлагае мых работ	Должность работающе го, который будет выполнять предлагаем ый технологич еский процесс и/ил операцию	Технологическое оборудование и/или техническое приспособление, устройство	Используем ые материалы и/или вещества
1.	Токарная многоопера ционная	Точение обдирочно е, чистовое, фрезерова ние пазов	Токарь	Токарный фрезерный центр с ЧПУ Mazak multiplex 3	Сплавы и стали; Технологиче ские среды

4.2 Идентификация профессиональных рисков

Таблица 4.2 – Риски в профессиональной деятельности

№ 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 многооперационная	Движущиеся элементы станка, запыленность, освещенность, физическая перегрузка, опасность удара током	Рабочие органы станка Mazak multiplex 3, рабочая зона, управляющее оборудование

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	2	3	4
1	Стружка с пылью /испарения	Полив СОЖ в зону обработки; экранирование с вентиляцией рабочей зоны	Защитные очки, спец. одежда
2	Шум с вибрацией	Виброизоляция оборудования	беруши
3	Высокая температура инструментов и заготовки/ нагрев оснастки и заготовки	Ограждение и охлаждение	спец одежда
4	Опасность удара током	Заземлить; обслуживать по регламенту	Перчатки резиновые

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	2	3	4	5	6
1	Механосборочное производство	Токарный	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 частитехнологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества

Таблица 4.5 – Выбор средства пожаротушения

Средства первичного пожаротушения	Средства мобильного пожаротушения	Установки стационарного пожаротушения и/или пожаротушащие системы	Средства автоматической пожаротушения	Оборудование для пожаротушения	СИЗ для спасения людей	Инструмент для пожаротушения (механизированный и немеханизированный)	Сигнализация, связь и оповещение при пожаре
ОВП-8(з)-АВ ; ОП-3(з)	Пожарные автомобили и пожарные лестницы	Модуль БК-ПТ	Технические средства оповещения и управления эвакуацией, приборы приемно-контрольные	Напорные пожарные рукава и рукавные разветвления	Веревки пожарные карабины пожарные противогазы, респираторы	ЩП-А, топоры	Автоматические извещатели

Таблица 4.6 – Средства обеспечения пожарной безопасности

Название техпроцесса, применяемого оборудования, которое входит в состав технического объекта	Вид предлагаемых к реализации организационных и/или организационно-технических мероприятий	Нормативные требования по обеспечению пожарной безопасности, а также реализуемые эффекты
Металлорежущие станки – механическая обработка: токарный фрезерный центр с ЧПУ Mazak multiplex 3	Правильная эксплуатация оборудования; Хранение ветоши в негорючих ящиках; Применение плавких предохранителей или автоматов в электроустановках станков	Использование пожарной сигнализации и пожарных извещателей, противопожарные инструктажи в соответствии с графиком, обеспечение средствами пожаротушения, обеспечение безопасности проведения огневых работ

4.5 Обеспечение экологической безопасности рассматриваемого технического объекта

Таблица 4.7 – Определение экологически опасных факторов объекта

Название	Структурные	Экологическ	Экологическое	Экологическое
технического о объекте и/или производств енного техпроцесса	элементы технического объекта и/или производственног о техпроцесса (производственног о сооружения или производственног о здания по функциональному назначению, операций техпроцесса, технического оборудования), а также энергетической установки, транспорта и т.п.	ое негативное воздействие рассматривае мого технического объекта на атмосферу (опасные и вредные выбросы в воздух)	негативное воздействие рассматриваемог о технического объекта на гидросферу (забор воды из источников водяного снабжения, сточные воды)	негативное воздействие рассматриваемого технического объекта на литосферу (недра, почву, забор плодородной почвы, растительный покров, порча растительного покрова, землеотчуждение и образование отходов и т.д.)
Технологи я изготовлен ия шпинделя	Токарный фрезерный центр с ЧПУ Mazak multiplex 3	Пыль	СОЖ	Стружка

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

Название технического объекта	Обработка на токарном центре Mazak multiplex 3
Предлагаемые мероприятия для снижения негативного антропогенного воздействия на атмосферу	Скруббер батарейного типа СЦВБ – 20
Предлагаемые мероприятия для снижения негативного антропогенного воздействия на гидросферу	Отстойник
Предлагаемые мероприятия для снижения негативного антропогенного воздействия на литосферу	переплавка для стружки

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

В представленном разделе даются способы обеспечения безопасности и экологичности для технологического процесса изготовления шпинделя. 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.

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 инструментального шпинделя фрезерного станка, который имеет ряд недостатков и которые можно устранить путем совершенствования описанного ТП. Чтобы иметь четкое представление об обоснованности этого совершенствования необходимо провести экономическое сравнение рассматриваемых вариантов технологий.

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

Таблица 5.1 – Краткое описание технологических процессов изготовления инструментального шпинделя фрезерной головки по вариантам

Базовый вариант	Проектируемый вариант
<p>На операции выполняются следующие действия: сверление отверстия $\varnothing 10$ мм; сверление отверстия $\varnothing 12$ мм и нарезание резьбы М12.</p> <p><u>Оборудование</u> – многооперационный станок Mazak vertical nexus, модель 410А.</p> <p><u>Оснастка</u> – специализированное наладочное приспособление.</p> <p><u>Инструменты</u>: сверло спиральное $\varnothing 10$, Р6М5 – $T_0 = 4,2$ мин.; сверло спиральное $\varnothing 12$, Р6М5 – $T_0 = 1,7$ мин; метчик М12 – $T_0 = 0,06$ мин.</p> <p>$T_{шт-к} = 9,1$ мин.</p>	<p>На операции выполняются следующие действия: сверление отверстия $\varnothing 10$ мм; сверление отверстия $\varnothing 12$ мм и нарезание резьбы М12.</p> <p><u>Оборудование</u> – многооперационный станок Mazak vertical nexus, модель 410А.</p> <p><u>Оснастка</u> – специализированное наладочное приспособление.</p> <p><u>Инструменты</u>: сверло однокромочное $\varnothing 10$, Т15К6 – $T_0 = 2$ мин.; сверло спиральное $\varnothing 12$, Р6М5 – $T_0 = 1,7$ мин; метчик М12 – $T_0 = 0,06$ мин.</p> <p>$T_{шт-к} = 6,63$ мин.</p>

Кроме описанных условий для обоснования эффективности будет нужна информация о программе выпуска, которая составляет 800 штук.

Используя исходные данные и методику расчета капитальных вложений [9], определим величину инвестиций в проектируемый вариант. Величина необходимых для осуществления предлагаемых внедрений составит 25200,83 руб. Указанная сумма будет направлена на замену инструменту и оснастки, а также учитывать затраты на проектирование нового технологического процесса.

Используя методику определения себестоимости и калькуляции себестоимости [9] получим значения полной себестоимости изделия до и после внедрения совершенствований, которые составили 168,07 руб. и 128,17 руб., соответственно.

Для большей наглядности продемонстрируем изменения по структуре полной себестоимости в виде диаграммы, описывающей расходы по статьям для рассматриваемых вариантов (рисунок 5.1).

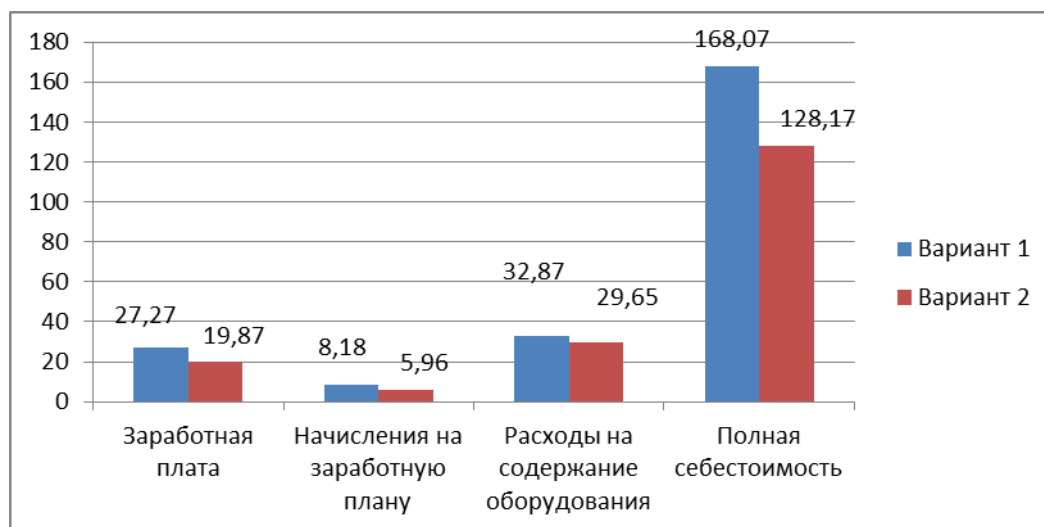


Рисунок 5.1 – Структура технологической себестоимости и величина полной себестоимости, руб.

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 [9]. Согласно которой мы можем рассчитать целый ряд значений, необходимых нам для формирования соответствующего вывода о необходимости внедрения нового процесса. Все значения, которые получены, при использовании описанной методики, 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.	–	25200,83
2	Себестоимость единицы изделия	$C_{ПОЛН}$, руб.	168,07	128,17
3	Чистая прибыль	$П_{ЧИСТ}$, руб.	25536	
4	Срок окупаемости инвестиций	$T_{ОК}$, лет	2	
5	Общий дисконтированный доход	$Д_{ОБЩ.ДИСК}$, руб.	31256,06	
6	Интегральный экономический эффект (чистый дисконтируемый доход)	$Э_{ИНТ} = ЧДД$, руб.	6055,24	
7	Индекс доходности	$ИД$, руб. / руб.	1,24	

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, равная 6055,24 руб.

Кроме того, проект окупиться в течение 2-х лет, что для инвестиций в машиностроительное производства является хорошим показателем. И наконец, индекс доходности (ИД) составляет 1,24 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 данной работе представлен разработанный технологический процесс обработки шпинделя.

Выбраны были оборудование, режущий и измерительный инструмент, станочные приспособления. Рассчитаны или выбраны значения параметров режимов резания, а также нормирование.

За счет замены обработки глубокого отверстия спиральным сверлом на сверло для глубокого сверления повышается производительность,

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Антонюк В.Е. Конструктору станочных приспособлений: Справочник / В.Е. Антонюк. – МН: Беларусь, 1991, 400 с.
2. Барановский, Ю.В. Режимы резания металлов. Справочник / Ю.В. Барановский. - М., Машиностроение.- 1995 .- 320 с.
3. Горина, Л.Н. Обеспечение безопасных условий труда на производстве. Учеб. Пособие. / Л.Н. Горина, - Тольятти, 2016, 68 с.
4. Допуски и посадки: Справочник. В 2-х ч.Т.2/ Мягков В.Д. [и др.]. - Л.: Машиностроение, 1982. – 543 с.
5. Зубарев Ю. М. Специальные методы обработки заготовок в машиностроении [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Ю. М. Зубарев. – Санкт - Петербург : Лань, 2015. - 400 с.
6. Зубкова, Н.В. Методическое указание к экономическому обоснованию курсовых и дипломных работ по совершенствованию технологических процессов механической обработки деталей/Н.В. Зубкова– Тольятти: ТГУ.- 2015.- 46 с.
7. Маслов, А. Р. Инструментальные системы машиностроительных производств: учебник/А. Р. Маслов. - Москва: Машиностроение, 2006. - 335 с.
8. Михайлов, А.В. Основы проектирования технологических процессов механосборочного производства/ А.В. Михайлов. –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. Ординарцев, И.А. Справочник инструментальщика/И.А. Ординарцев[и др.] – Л.: Машиностроение,1987. – 846с.
11. Проектирование технологической оснастки [Электронный ресурс] : учеб. пособие / В. Ю. Блюменштейн, А. А. Клепцов. - Изд. 3-е, стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2014. - 224 с.

12. Расторгуев, Д. А. Разработка плана изготовления деталей машин: учеб.-метод. пособие/Д.А. Расторгуев;-Тольятти: ТГУ, 2013. -51 с.
13. Расчет и проектирование приспособлений в машиностроении [Электронный ресурс] : учебник / Ю. М. Зубарев. - Санкт-Петербург : Лань, 2015. - 320 с.
14. Справочник технолога - машиностроителя. В 2-х кн. Т.1/ А.Г. Косилова [и др.] - М: Машиностроение, 2001 .- 912 с.
15. Справочник технолога - машиностроителя. В 2-х кн. Т. 2/ А.Г. Косилова [и др.] - М: Машиностроение, 2001.- 944 с
16. Технология машиностроения/А. Н. Ковшов. - Санкт-Петербург: Лань, 2016. -320 с.
17. Технология машиностроения: учебник/А. А. Маталин.- Изд. 4-е, стер. - Санкт-Петербург: Лань, 2016. - 512 с.
18. 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.
19. Григорьев, С.Н. Инструментальная оснастка станков с ЧПУ/С.Н. Григорьев [и др.]. - М.:Машиностроение, 2006. - 544 с.
20. Автоматизация производственных процессов в машиностроении/Ю. З. Житников [и др.] - Старый Оскол : ТНТ, 2009. - 655 с.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Формат	Зона	Лист	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	Перв. примен.		
							Изм.	Лист	
				<u>Документация</u>					
A1			17.БР.ОТМП.106.65.000.СБ	Сборочный чертеж	1				
				<u>Сборочные единицы</u>					
		1	17.БР.ОТМП.106.65.100.	Гидроцилиндр	1				
				<u>Детали</u>					
		2	17.БР.ОТМП.106.65.002.	Тяга	1				
		3	17.БР.ОТМП.106.65.003.	Втулка	1				
		4	17.БР.ОТМП.106.65.004.	Фланец	1				
		5	17.БР.ОТМП.106.65.005.	Кулачок	6				
		6	17.БР.ОТМП.106.65.006.	Гайка	2				
		7	17.БР.ОТМП.106.65.007.	Корпус	1				
		8	17.БР.ОТМП.106.65.008.	Мембрана	1				
		9	17.БР.ОТМП.106.65.009.	Опора	3				
		10	17.БР.ОТМП.106.65.010.	Втулка	1				
				<u>Стандартные изделия</u>					
			17.БР.ОТМП.106.65.000.СП						
Изм. Лист		№ докум.		Подп.		Дата			
Разраб. Вайровольский									
Проб. Расторгуев									
Исконтр. Виткалов									
Утв. Лагинов									
Патрон мембранный						МСБЗ-1202			
						Лист 1 Листов 2			
Копировал						Формат А4			

