

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

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

на тему Технологический процесс изготовления шпинделя приспособления для
контроля биения сателлита

Студент(ка)	<u>С.А.Максимов</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
«Голыятинский 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 Максимов Сергей Александрович _____ гр. ТМбз-1231

1. Тема Технологический процесс изготовления шпинделя приспособления для контроля
биения сателлита

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

3. Исходные данные к выпускной квалификационной работе годовой объем выпуска N=700
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 Максимов Сергей Александрович

По теме Технологический процесс изготовления шпинделя приспособления для контроля биения сателлита

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

Руководитель выпускной
квалификационной работы

Задание принял к исполнению

_____ Д.А.Расторгуев
(подпись) (И.О. Фамилия)
_____ С.А.Максимов
(подпись) (И.О. Фамилия)

Аннотация

Максимов Сергей Александрович Технологический процесс изготовления шпинделя приспособления для контроля биения сателлита. Кафедра "ОиТМП" ТГУ, Тольятти, 2017, 65 с..

Ключевые слова: Измерения, контроль биения, технология изготовления, оснащение, маршрут, операция, оборудование, сверление.

В представленной работе для ответственной детали контрольного приспособления для проверки биения торца сателлита спроектирован и усовершенствован технологический процесс ее изготовления.

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.....	39
5. Экономическая эффективность работы	47
Заключение.....	51
Список используемой литературы	52
Приложения	55

ВВЕДЕНИЕ

При механической обработке актуален вопрос повышения эффективности изготовления деталей в мелкосерийном производстве. С одной стороны, применять высокопроизводительное дорогостоящее оборудование для небольших объемов выпуска не эффективно. С другой стороны, обработка на универсальных станках малопроизводительна и затратная.

Один из путей решения проблемы – использование возможностей современного универсального автоматизированного оборудования на основе модульной компоновки. Оно позволяет осуществлять весь технологический процесс на практически одном станке, при этом быстро перенастраивается. Процесс обработки проходит на высоких скоростях резания и с высокой точностью.

Детали фланцевой формы с вытянутой осью имеют особенности обработки как втулки, так и вала. Они имеют комплекс отверстий по периметру, а также центральное отверстие. Основная часть шпинделя имеет точные шейки и торцы. Для обработки такой детали целесообразно использовать станки с возможностью концентрации переходов. К ним относят широкоуниверсальные станки токарного типа с системой управления.

Цель представленной работы – разработать современный высокоэффективный технологический процесс изготовления шпинделя контрольного приспособления.

1. ОПИСАНИЕ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ

1.1. Служебное назначение и условие работы детали.

Шпиндель, представленный на листе графической части, является основным элементом контрольного приспособления для проверки биения торца сателлита. Сам сателлит представляет собой зубчатое колесо, которое используется в планетарном редукторе. Оно закрепляется на валу – водиле и вращается вокруг оси водила и вокруг своей оси, обкатываясь по центральной шестерне. Точность такой передачи зависит от торцового биения сателлита.

Шпиндель контрольного приспособления устанавливается в направляющих втулках подшипниках скольжения. В осевом направлении он фиксируется за счет поджима этих втулок к буртику шпинделя кольцом ручки, которая зафиксирована на шейке гайкой по резьбе на крайней шейке шпинделя. Через отверстие проходит тяга – винт, которая поворотом ручки, закрепленной на ней перемещается деформируя рожковую мембрану. При этой деформации кулачки мембраны сходятся, после чего на них устанавливают контролируемую деталь. После ручкой в другую сторону мембрану отпускают и при обратной деформации кулачки закрепляют деталь. На торце шпинделя устанавливается и крепится планшайба для установки самой мембраны, а через центральное отверстие проходит тяга винт, которая в крутильном направлении связаны при помощи штифта, который проходит через отверстие в тяге и входит в паз шпинделя [24].

Деталь работает при небольших нагрузках статических и динамических, но для контроля биения с заданной точностью должна иметь высокие требования по точности размеров и расположения базировочных поверхностей.

По назначению поверхности разделяем на четыре группы. Самые точные – основные конструкторские базы. По ним шпиндель установлен в приспособлении. Вспомогательные конструкторские базы-поверхности это все поверхности, кроме первой группы, которые контактируют с другими

детальями. Исполнительные поверхности служат для обеспечения основной функции детали – заданное перемещение контролируемой детали с определенной погрешностью. Все поверхности кодируются соответственно: ОКБ, ВКБ, ИП, С. С – это свободные, которые не контактируют ни с какой другой деталью.

Ни рисунке 1.1 показана систематизация поверхностей по номерам поверхностей. Их назначение, форму, габариты, точность и другие технические требования заносим в таблицу 1.1. В таблице обозначены формы поверхностей:

Ц - цилиндрическая наружная, П - плоская, Ф - фасонная, Р - резьбовая.

Материал детали: сталь 40. Она обеспечивает при соответствующей термообработке высокую твердость и износостойкость. Используется для небольших по габаритам деталей [17].

Таблица 1.1 -Химический состав стали 40

Марка	Содержание элементов, %							
	Углерод	Сера	Медь	Марганец	Кремний	Фосфор	Хром	Никель
40	0,37- 0,45	0,04	0,25	0,5-0,8	0,17-0,37	0,035	0,25	0,25

Твердость в состоянии поставки для проката до 197 НВ, для поковки до 217 НВ. После закалки твердость может достигать 48.. 52 HRC. Предел прочности σ_b в состоянии поставки до 570-610 МПа, после закалки 750 МПа [17]. Эти параметры материала подходят для заданных условий работы шпинделя.

Материал не дефицитный с коэффициентом обрабатываемости 1,05 для быстрорежущих материалов.

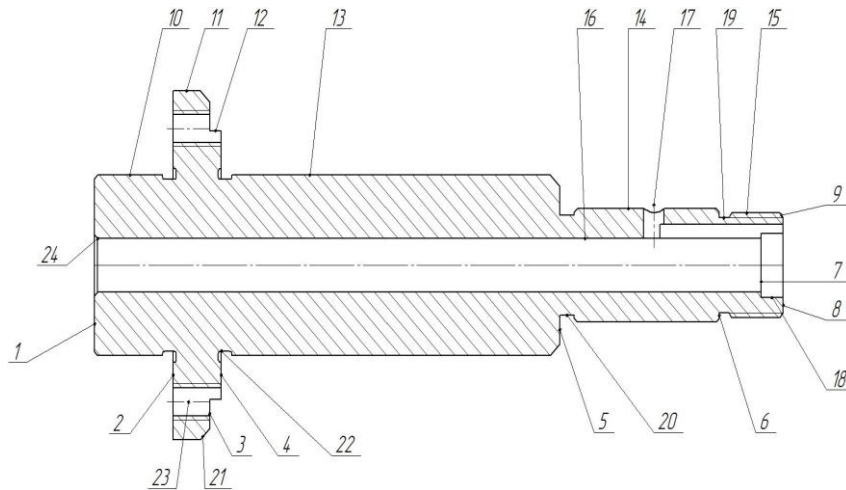


Рисунок 1.1 - Нумерация поверхностей шпинделя

.Таблица 1.2 - Технические требования по поверхностям

№	Вид	Тип	Точность, квалитет	Шероховатость, мкм	Габариты, мм	Расположения допуск, мм	Формы допуск, мм
1	2	3	4	5	6	7	8
1	П	С	12	6.3	356		
2	П	ВКБ	12		40	Пер,	0,01
3	П	С	12		20		
4	П	ОКБ	12		25	Пер,	0,01
5	П	С	12		116		
6	П	С	12		34		
7	П	С	12		12		
8	П	С	12		356		
9	Ф	С	12		1,6		
10	ЦН	ВКБ	6	0,63	78	соосн.	0,01
11	ЦН	С	12	6,3	152		
12	ЦН	С	12	6,3	116		
13	ЦН	ОКБ	7	0,63	78	соосн.	0,01

Продолжение таблицы 1.2

1	2	3	4	5	6	7	8
14	ЦН	ВКБ	7	0,63	50	соосн.	0,01
15	Р	ВКБ	6	6,3	45		
16	О	ВКБ	8	1,25	24	соосн.	0,01
17	ЦН	С	12	6,3	10		
18	О	С	12	6,3	28		
19	ЦН	С	12	6,3	44		
20	ЦН	С	12	6,3	44		
21	Ф	С	12	6,3	5		
22	Ф	С	12	6,3	7		
23	Р	ВКБ	8	6,3	16		
24	П	ВКБ	8	2,0	6		
25	П	С	12	6,3	30	Сим.	0,01

1.2 Анализ технологичности шпинделя

Данная деталь является простой по форме, элементы стандартизированы. Шпиндель удобно устанавливать на станке – базы как шейки, так и центральное отверстие с фасками. Конструктивные элементы все нормализованные и стандартизированные. Протяженность поверхностей не велика за исключением центрального отверстия. Оно относится к классу глубоких и требует или длительной обработки обычным сверлом, или использование специализированных средств (станки для глубокого сверления, сверл одностороннего резания).

По получению заготовки: деталь с отверстием небольшого диаметра, которое в заготовке получить невозможно. Вал фланцевый – поэтому для проката будет большой напуск. Для поковки или штамповки конфигурация не сложная.

По механической обработке: выход у сверла при обработке под резьбу во фланце не удобный – неравномерный. Но это обусловлено компоновкой

приспособления. Буртик под втулку подшипник нерационально увеличивать, так это увеличивает размер обрабатываемой поверхности.

Особенность детали – глухой паз. Его изготовление возможно только методом долбления, который является непроизводительным и относительно неточным.

Требования по точности расположения, соосности и отклонению от перпендикулярности очень высокие (0,008 мм) и связаны с точностью контролируемого параметра.

В целом деталь не очень технологична.

1.3. Формулировка задач

В результате анализа исходных формулируются следующие задачи:

обеспечить выбор и проектирование заготовки, методы обработки, оборудование, технологические режимы обработки такие, чтобы обеспечивались требования по расположению.

2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ РАБОТЫ

2.1. Выбор типа производства.

По объему выпуска, который назначен заданием в количестве 700 деталей в год при массе шпинделя 4,5 кг. выбираем тип производства – мелкосерийный [15]. Для него характерны универсальное оборудование, оснащение [22].

Используется автоматизированное оборудование, станки с ЧПУ. Разработка технологического процесса ведется маршрутная с подробным проектированием самых ответственных операций. Для данной детали это обработка центрального и чистовые переходы, где обеспечивается окончательная точность расположения исполнительных поверхностей.

2.2. Выбор и проектирование заготовки

Для конфигурации детали, как у данного шпинделя наиболее целесообразно применить штамповку для формирования фланцевой части на наружной поверхности [20].

Заготовку из прутка использовать не выгодно из-за дополнительного расхода материала связанного с большой разницей в диаметрах (максимальный диаметр фланца 152 мм, у минимального 50 мм. Получается около 50 мм на сторону. При длине детали 356 мм коэффициент использования материала меньше 50%, что для заданного типа производства может применяться, но не целесообразно. Штамповка является относительно не дорогим способом получения исходной заготовки, по форме приближенным к детали.

Для проектирования необходимо определить припуски (материал для удаления) и напуски (для упрощения формы заготовки). Предлагается сделать штамповку трех ступенчатой. На самую ответственную, точную и протяженную поверхности припуск определим по переходам по [20]. Для этого проведем расчет по формуле для минимального припуска. Порядок расчета от известного чертежного размера. Результат расчета дан в таблице 2.1. и показан графически на рисунке 2.1.

Таблица 2.1 -Припуски на $\varnothing 78f7 \begin{matrix} 0,03 \\ 0,06 \end{matrix}$

Операции	Тех. треб. на размер Td, мм	Составляющие Припуска, мкм				Припуски, мм		Расчетные размеры, мкм		IT
		T	Rz	$\Delta_{пр}$	ϵ_{Σ}	Z_{min}	Z_{max}	\varnothing_{min}	\varnothing_{max}	
Исх.заготовка (штамповка)	2,0	250	150	680	-			80,6	82,6	17
Первый переход - Токарная (черновая)	0,3	30	30	41	220	2,2	3,9	78,4	78,7	12
Второй переход Токарная(чистовая)	0,12	25	25	27	50	0,25	0,43	78,20	78,32	10
Третий переход Шлифовальная (черновая)	0,04	15	10	14	15	0,172	0,252	78,023	78,063	8
Четвертый переход Шлифовальная(чистовая)	0,03	5	5	6,8	8	0,083	0,093	78,94	77,97	7
						2,705	4,675			

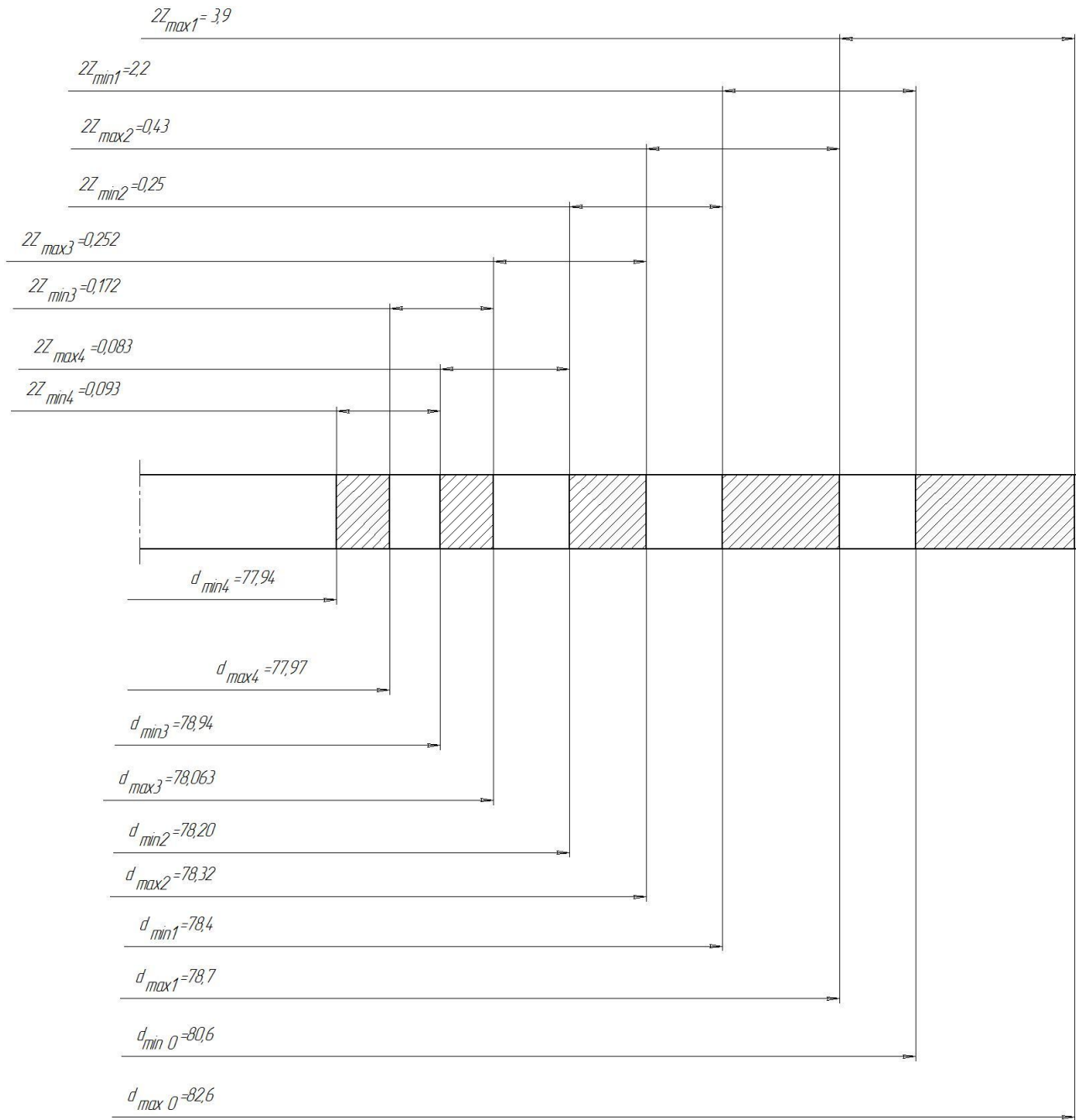


Рисунок 2.1 - По операционный припуск и размеры

2.3. Выбор маршрута обработки поверхностей

Пользуясь рекомендациями [22] выбираются технологические переходы, обеспечивающие указанные в таблице 1.1 параметры, результаты в таблице 2.2.

Таблица 2.2- Способы обработки поверхностей шпинделя

№	Вид	Тип	Точность, квалитет	Шероховатость, мкм	Габариты, мм	Маршрут на каждую поверхность, мм
1	2	3	4	5	6	7
1	П	С	12	6.3	356	T _ч (12)-T _{чч} (10)- 3- Ш _{Горце} (8)- Ш _{Кругло} (7)
2	П	ВКБ	12		40	T _ч (12)-T _{чч} (10)- 3- Ш _{Горце} (8)
3	П	С	12		20	T _ч (12)-T _{чч} (10)- 3
4	П	ОКБ	12		25	T _ч (12)-T _{чч} (10)- 3- Ш _{Горце} (8)
5	П	С	12		116	T _ч (12)-T _{чч} (10)- 3
6	П	С	12		34	T _ч (12)-T _{чч} (10)- 3
7	П	С	12		12	P _ч (12)- 3
8	П	С	12		356	T _ч (12)- 3
9	Ф	С	12		1,6	T _{чч} (10)- 3
10	ЦН	ВКБ	6		0,63	78
11	ЦН	С	12	6,3	152	T _ч (12)-T _{чч} (10)- 3
12	ЦН	С	12	6,3	116	T _ч (12)-T _{чч} (10)- 3
13	ЦН	ОКБ	7	0,63	78	T _ч (12)-T _{чч} (10)- 3- Ш _{Горце} (8)- Ш _{Кругло} (7)
14	ЦН	ВКБ	7	0,63	50	T _ч (12)-T _{чч} (10)- 3- Ш _{Горце} (8)- Ш _{Кругло} (7)
15	РН	ВКБ	6	6,3	45	T _{чч} (10)-P _{чч} (6)- 3
16	О	ВКБ	8	1,25	24	Свергл(8)- 3
17	О	С	12	6,3	10	Свер(10)- 3
18	О	С	12	6,3	28	Свер(10)- 3
19	ЦН	С	12	6,3	44	T _ч (12)-T _{чч} (10)- 3

Продолжение таблицу 2.2

1	2	3	4	5	6	7
20	ЦН	С	12	6,3	44	Тч(12)-Тчч(10)- 3
21	Ф	С	12	6,3	5	Тч(12)-Тчч(10)- 3
22	Ф	С	12	6,3	7	Тч(12)-Тчч(10)- 3
23	РВ	ВКБ	8	6,3	16	Свер(10)-РЗ(8)- 3
24	П	ВКБ	8	2,0	6	Долбл(8)-3
25	П	С	12	6,3	30	Долбл(12)-3

2.4. Разработка технологического маршрута и схем базирования

Для разработки технологии изготовления шпинделя контрольного приспособления все переходы в соответствии с типовым техпроцессом изготовления втулки фланцевого типа распределяем по операциям, представленным в таблице 2.3 [7].

Таблица 2.3 - Маршрут изготовления контрольного приспособления

Номер операции	Квалитет точности	Шероховатость	Содержание операции	Название операции
1	2	3	4	5
000	-	20	Штамповка	Заготовительная
005	12	10	Установ А Точение черновое пов-ти 5, 11, 12, 3, 4, 14	Токарная многооперационная
	12	12,5	Сверление	
	12	12,5	Установ Б Точение черновое пов-ти 2, 10, 11	

Продолжение таблицы 2.3

1	2	3	4	5
	9	2,5	Точение чистовое пов-ти 12, 10, 11	
	9	2,5	Установ Б Точение чистовое пов-ти 5, 4, 6, 8, 12, 3, 14, 15	
	9	3,2	Растачивание 7	
	9	2,5	Точение канавки	
	9	2,5	Зенкерование	
	12	6,3	Сверление отверстия 17	
	12	6,3	Сверление отверстия 23	
010	12	6,3	Долбление поверхности 15	Долбление
015				Термообработки
020	7	1,25	Установ А: Шлифовать (черновая обр.) 2, 10	Торцекруглошли фовальная
	7	1,25	Установ Б: Шлифовать (черновая обр.) 4, 13, 14	
020	6	0,63	Установ А: Шлифовать (черновая обр.) 10	Круглошлифова льная

Продолжение таблицы 2.3

1	2	3	4	5
	6	0,63	Установ Б: Шлифовать (черновая обр.) 13, 14	
025				Моечная
030				Контрольная

2.5. Выбор баз

На первой токарной операции 005 используем установку в патроне самоцентрирующем и люнете. Затем на операции долбления используются те же базы. На шлифовальных операциях установка проводится в спроектированный мембранный патрон и поджим задним грибовым центром.

2.6. Выбор оснащения

После выбора оснащения сведем его в таблицу 2.4 [3,8,14,24].

Таблица 2.4 - Средства технологического оснащения ТП обработки детали

№ и наименование операции	Станки	Приспособления	Инструмент для обработки	Измерительные средства
1	2	3	4	5
005 токарная	Токарный центр MAZAK QUICK TURN NEXUS100	Патрон 7102-0070 ГОСТ 24351-80 Люнет 6046-0002 ГОСТ 21189-75	PCLNR 2020K12 Резец T15K6 ТУ 2-035-892-82 PCLNR 3225P16 Резец T15K6 ТУ 2-035-892-82	ШЦ-I-125-0,1 Штангенциркуль ГОСТ 166-89

Продолжение таблицы 2.4

1	2	3	4	5
			2301-1137 Сверло d 24 P6M5 ГОСТ 19547-74 2300-0898 Сверло d 10 P6M5 ГОСТ 19543-74 2301-1080 Сверло d 15 P6M5 ГОСТ 19547-74 191421441 Оправка ТУ 2-035-775-80 2629-0099 Метчик ГОСТ 17927-72	
010 долбежная	Долбежный 7410	Тиски 7200-0211 ГОСТ 14904-80	2180-0801 Резец P18 ГОСТ 10046- 72	
020 круглошлифовальная	Круглошлифовальный 3М152 В	Патрон мембранный Центр 7032-0107 ГОСТ 2575-79	4 400x60x240 24А F16 Q 7 V 35 АА 2 ГОСТ 52781-2007	Микрометр МР 100 ГОСТ 4381- 87
025 круглошлифовальная	Круглошлифовальный 3М152 В	Патрон мембранный Центр 7032-0107 ГОСТ 2575-79	5 350x60x160 24А F140 К 6 V 35 А 1 ГОСТ 52781-2007	Микрометр МЗ Н75 ГОСТ 6507- 90

Продолжение таблицы 2.4

1	2	3	4	5
030 контрольн ая				Штатив Ш-Ш-4 ГОСТ 10197-70 Индикатор ИРБ ГОСТ 5584-75 8221-3088 Пробка ГОСТ 17758-72

2.7. Нормирование ТП.

На 020 шлифовальную операцию все режимы назначаются табличные [16, 21], кроме припуска (из расчета). Все параметры вынесены на лист.

Шлифование многопереходное кругом с подточкой для подшлифовки торца. Подача радиальная $S_p=0,007$ мм/дв.ход, $S_{пр}=0,30$ мм/об. Скорость круга $V=35$ м/с, $n_z=410$ об/мин.

По формулам проведем расчет на переходы 005 токарной операции.

Данную операцию выполняется за 10 переходов (таблица 2.2).

Выполним расчет на 1-й переход сверление глубокого отверстия $d_1 = 24$ мм. Оно выполняется после черногого обтачивания.

Глубина при сверлении мм рассчитывается:

$$t_1 = D/2=24/2 = 12 \text{ мм};$$

1) Выбираем подачу S_0 мм/об.

$$S_1 = 0,25 \cdot K_{ls} \cdot K_{жз} \cdot K_{oc} \text{ мм/об} \quad (2.1)$$

– для сверления, где $K_{ls} = 0,75$ – поправочный коэффициент на глубину резания;

$K_{жз} = 0,8$ - поправочный коэффициент на недостаточную жесткость системы СПИЗ;

$K_{oc} = 0,8$ - поправочный коэффициент на достижение более высокого качества отверстия;

$$S_1 = 0,5 \cdot 0,75 \cdot 0,5 \cdot 0,5 = 0,21 \text{ мм/об.}$$

2) Рассчитаем скорость резания по формуле:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} \cdot K_v, \quad - \text{ для сверления отверстия}; \quad (2.2)$$

где T_1 – стойкость сверла для глубокого сверления равно 25 мин;

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{lv} \cdot K_{iv} \quad (2.3)$$

где $K_{mv} = 1,1$ – коэффициент, учитывающий влияние физико-механических свойств обрабатываемого материала;

$K_{lv} = 0,6$ - коэффициент, учитывающий глубину сверления;

$K_{iv} = 1,0$ - коэффициент, учитывающий влияние инструментального материала;

$$K_v = 1,1 \cdot 0,6 \cdot 1,0 = 0,66.$$

Значение параметров в формуле для расчета скорости резания при сверлении:

$$C_v = 9,8; q = 0,4; y = 0,5; m = 0,2 \text{ (для } S > 0,2 \text{ – сверление).}$$

Тогда:

$$V_1 = \frac{7 \cdot 9,8^{0,4}}{25^{0,2} \cdot 0,21^{0,7}} \cdot 0,66 = 26 \text{ м/мин};$$

3) Рассчитаем частоту вращения инструмента:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}, \quad (2.4)$$

$$n_1 = 1000 \cdot 26 / 3,14 \cdot 24 = 349 \text{ об/мин.}$$

4) Рассчитаем мощность резания:

$$N_p = \frac{M_{кр} n}{9750},$$

где n – частота вращения шпинделя, об/мин;

$M_{кр}$ – крутящий момент для сверления.

$$M_{кр} = 10 \cdot C_m \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p \quad (2.6)$$

Значения всех коэффициентов определяем по табл. 32 [21]: $C_m = 0,0345$, $q = 2,0$, $y = 0,8$. Рассчитаем $M_{кр}$;

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,0345 \cdot 24^2 \cdot 0,21^2 \cdot 0,88 = 48 \text{ Нм.}$$

По наибольшему значению силы резания рассчитаем необходимую мощность резания:

$$N_p = \frac{48 \cdot 349}{9750} = 1,71 \text{ кВт,}$$

что меньше паспортной мощности станка. Следовательно, выбранное оборудование удовлетворяет требованиям режимов резания. Все остальные режимы сведены в таблицу 2.5 и 2.6.

Таблица 2.5 - Режим резания на 005 токарно-фрезерной операции.

№№ переходов	Параметры обработки				
	Глубина резания на переход t, мм	Подача табличная S _о , мм/об	Скорость резания расчетная V _р , м/мин	Обороты фактические n _ш , об/мин	Подача минутная S _{мин} , мм/мин
1 - Точение черновое	1,5	0,4	264	1119	447
2 – Глубокое сверление	12	0,21	26	349	73
3 - Точение чистовое	0,17	0,2	523	2228	446
4 – точение канавок	2	0,2	363	1539	363
5 – сверление отверстий Ø14	7	0,25	31	703	176
6 – нарезание резьбы М16	1	1,25	20	403	504

Таблица 2.6 - Сила и мощность резания на 005 токарно-фрезерной операции.

№№ переходов	Сила резания $P_z, Н$	Сила резания $P_y,$ Н	Сила резания $P_x, Н$	Мощность $N_p, кВт$	Стойкость инструмента $T_{и}, мин$
1 - Точение черновое	923	369	646	4	90
	$P_{осевая}, Н$	Момент крутящий $M_{кр}, Н·м$			
2 – Глубокое сверление	4698	48		1,8	45
3 - Точение чистовое	56			0,5	60
4 – точение канавок	698			4	60
	$P_{осевая}, Н$	Момент крутящий $M_{кр}, Н·м$			
5 – сверление отверстий $\varnothing 14$	3096	18,8		1,4	
6 – нарезание резьбы М16	403	15,5		6,3	

Расчет норм времени на сверлильные переходы.

Определение основного времени производится для каждого перехода [22]:

$$T_0 = \frac{l+l_1+l_2}{nS} i, \quad (2.8)$$

где l – длина у обработанной поверхности по чертежу, мм;

l_2, l_1 – перебеги и врезание инструмента, мм;

i – количество проходов у инструмента.

$$T_0 = \frac{356 + 3 + 6}{349 \cdot 0,21} \cdot 1 = 3,4 \text{ мин.}$$

Расчет вспомогательного времени.

На всю операцию: установка и снятие детали 0,20 мин; переход 0,05 мин; вывод сверла 0,03 мин; обслуживание рабочего места 3% от оперативного времени. Все составляющие сведены в таблицу 2.7.

Определим штучное время:

$$T_{шт} = (T_0 + T_B) \cdot \left(1 + \frac{a + b}{100}\right). \quad (2.9)$$

где a – время организационного обслуживания рабочего места в процентах от основного времени (6%);

b – время на отдых и личные надобности в процентах от оперативного времени (4%).

$$T_{шт-к} = 18 / 25 + 5,82 + 1,4 + 0,35 + 0,23 = 8,52 \text{ мин.}$$

В разделе были выполнены все этапы по проектированию техпроцесса изготовления шпинделя.

Таблица 2.7 - Элементы штучного времени

№№ переходов	Основное время T _о , мин	Вспомогательное Время T _в , мин	Время обслуживания T _{обсл} , мин	Время отдыха T _{отд} , мин
1 - Точение черновое	0,8	$(0,08+0,04+0,08+0,06+$ $+8 \cdot 0,03+0,18+$ $+0,08) \cdot 1,85=1,4$	$5,82 \cdot 0,06=0,35$	$5,82 \cdot 0,04$ $=0,23$
2 – Глубокое сверление	3,4			
3 - Точение чистовое	0,8			
4 – точение канавок	0,08			
5 – сверление отверстий Ø14	0,7			
6 – нарезание резьбы М16	0,04			

Все операции спроектированы – они имеют необходимые переходы, обеспечены инструментом и другим оснащением. Переходы на основные операции имеют режимы обработки и операции пронормированы.

3 ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ И РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА

3.1 Проектирование станочного приспособления

3.1.1. Анализ конструкции приспособления

На 020 круглошлифовальной операции для закрепления заготовки используется трех кулачковый патрон, идущий в комплекте со станком. Его недостатком является недостаточно высокая точность установки [2, 3, 5].

Для закрепления выберем мембранный патрон с высокой точностью установки.

3.1.2 Расчет усилия резания

Для круглого наружного шлифования необходимо определить тангенциальную составляющую силы P_z . Операционные эскизы приведены на рисунке 3.1.

Для этого необходимо вначале найти мощность резания N по формуле [23]:

$$N = C_N \cdot v^r \cdot t^x \cdot b^z, \quad (3.1)$$

где C_N - поправочный коэффициент; $C_N = 0,17$;

r, x, z - показатели степени; $r = 0,7, x = 0,5, z = 0,6$;

t - глубина шлифования, мм/дв.ход;

d - размер обрабатываемой шейки, мм.

b - ширина при круглом шлифовании. Она равна длине обрабатываемого участка заготовки, мм;

После подстановки:

$$N = 0,17 \cdot 35^{0,7} \cdot 0,005^{0,5} \cdot 60^{0,6} = 0,74 \text{ кВт.}$$

Проверяем, достаточна ли мощность привода станка. У станка:

$$N_{шп} = N_d \cdot \eta = 13 \cdot 0,8 = 10,4 \text{ кВт}; \quad 0,74 < 10,4,$$

т. е. обработка возможна.

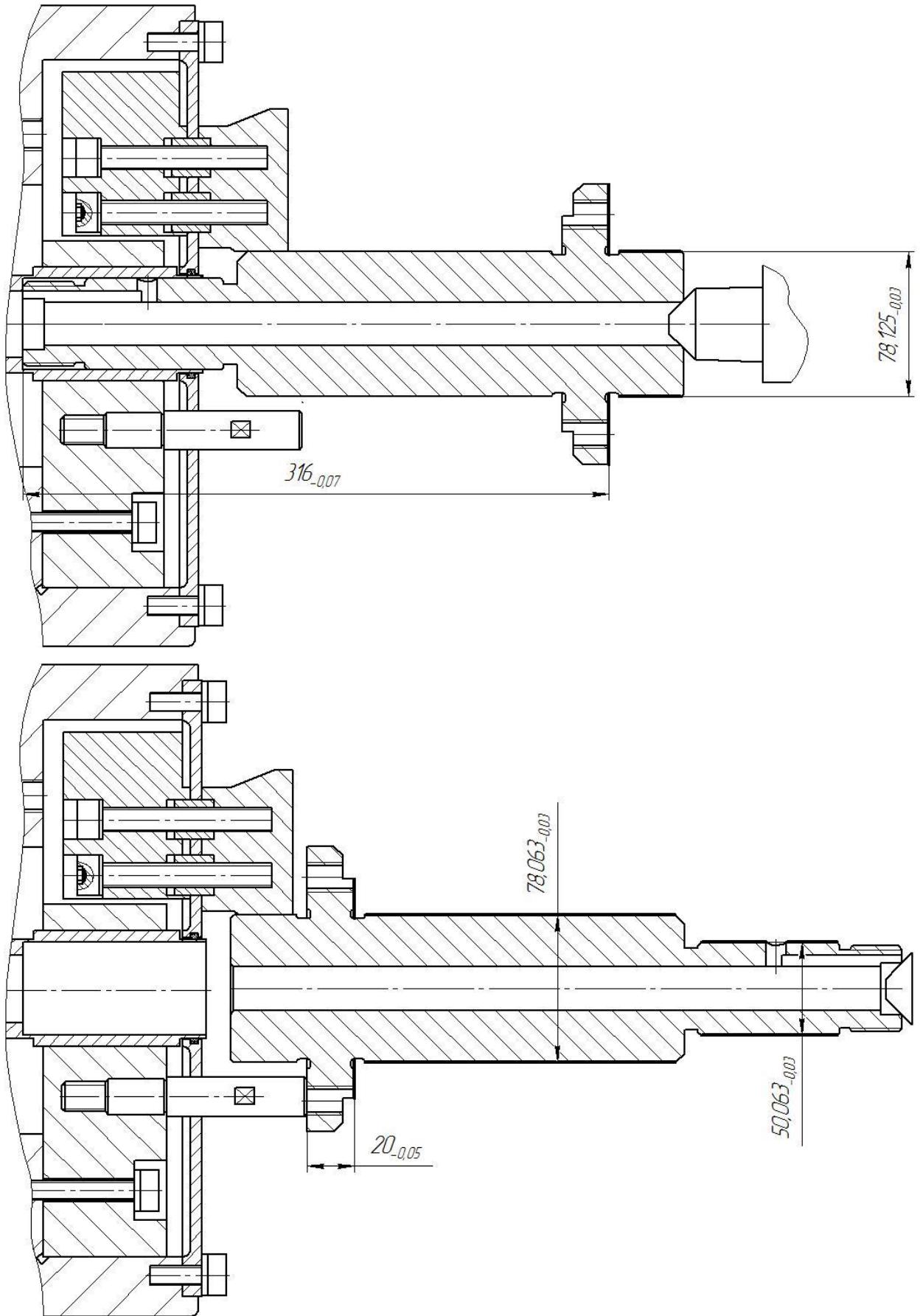


Рисунок 3.1 – Операционные эскизы на установках

Сила резания P_z , Н, определяется по формуле [21]:

$$P_z = \frac{N \cdot 1020 \cdot 60}{v}, \text{ Н} \quad (3.2)$$

Подставив определенные данные в формулу (3.2), получим:

$$P_z = \frac{0,74 \cdot 1020 \cdot 60}{35} = 1302 \text{ Н.}$$

3.1.3 Расчет силы для закрепления заготовки

Определим силу зажима исходя из условия статического равновесия.

Крутящий момент выворачивающий заготовку находится как:

$$M_{рез} = P_z \cdot \frac{d}{2}, \quad (3.3)$$

где $\frac{d}{2}$ - плечо действия силы, мм. После подстановки, получим:

$$M_{рез} = 1302 \cdot \frac{0,078}{2} = 50,7 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Найдем радиальную силу зажима W_z для одного кулачка по формуле:

$$W_z = \frac{K \cdot M_{рез}}{n \cdot f \cdot b}, \quad (3.4)$$

где $n = 3$ – число кулачков;

K – расчетный коэффициент запаса;

$2b$ – диаметр базовой поверхности заготовки $2b=78 \text{ мм} = 0,078 \text{ м}$.

$f = 0,17$ – коэффициент трения между поверхностью заготовки и кулачком.

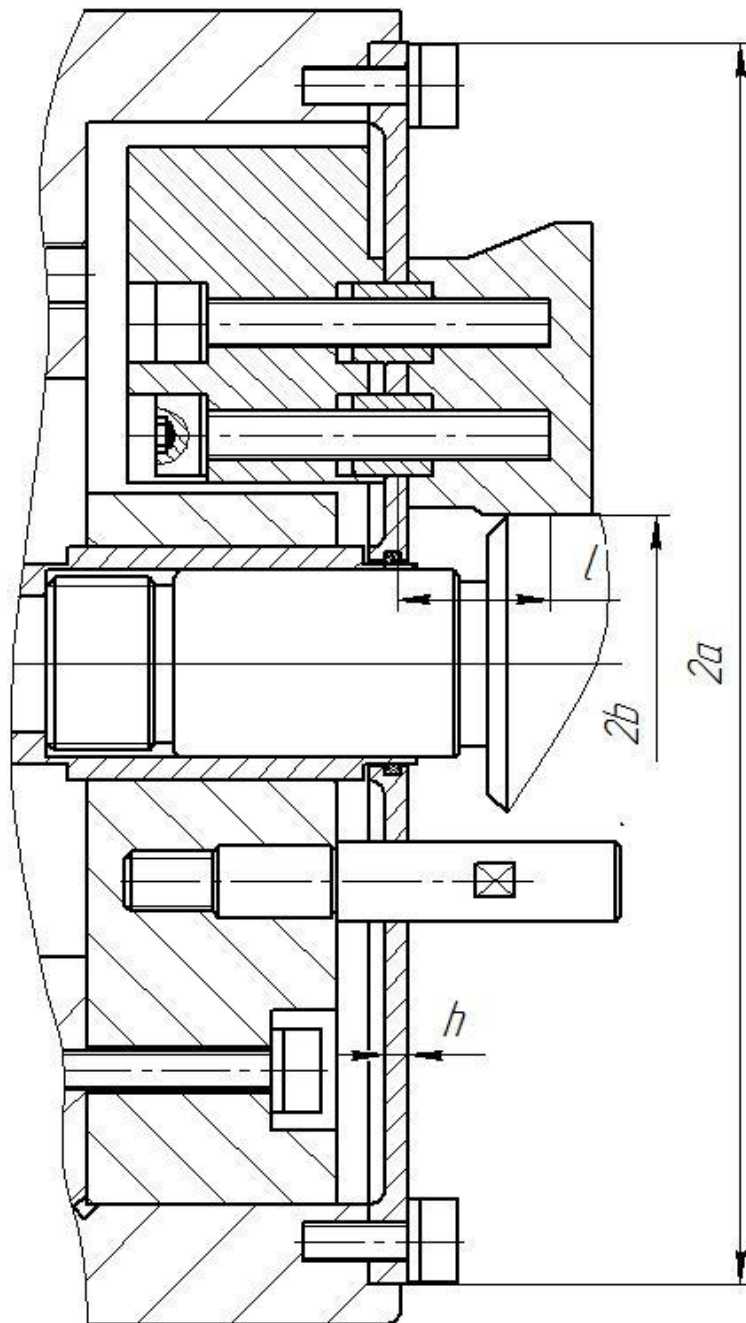


Рисунок 3.2 – Параметры мембраны для расчета
 Расчетный коэффициент запаса K :

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 \dots \quad (3.5)$$

где $K_{0,6}$ - коэффициенты для учета условий обработки;

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

Т.к. $K < 2,5$, то примем $K = 2,5$.

Окончательно получаем:

$$W_z = \frac{2,5 \cdot 50,7}{3 \cdot 0,17 \cdot 0,078 / 2} = 6372 \text{ Н}$$

3.1.4 Расчет зажимного механизма

Момент изгиба пластины мембраны:

$$M = \frac{W_z \cdot n \cdot l}{2\pi b}, \quad (3.6)$$

где l – расстояние вылета кулачка от центра плоскости мембраны, мм. $l = 0,038$ м.

После подстановки:

$$M = \frac{6372 \cdot 3 \cdot 0,038}{2 \cdot 3,14 \cdot 0,039} = 3044 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Круглая пластина мембраны нагружается равномерным моментом M по окружности радиусом b . Этот момент $M = M_1 + M_3$. Они зависят от такого соотношения:

$$m = \frac{a}{b}, \quad (3.7)$$

где a - радиус мембраны, мм. $a = 163$ мм .

Для $m = \frac{163}{39} \approx 4,1$. Определяется M_3 :

$$M_3 = 0,52 \cdot M. \quad (3.8)$$

После подстановки, получим:

$$M_3 = 0,52 \cdot 3508 = 1824 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

$$M_1 = M - M_3 = 3528 - 1824 = 1704 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Угол разжима кулачков φ в радианах для гарантированного закрепления заготовки:

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

где D - цилиндрическая жесткость мембраны Н/м и находится как:

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

где E – модуль упругости материала мембраны $E = 2,1 \cdot 10^{11}$ Па [2, с.161];

h - толщина мембраны, принимаем $h = 6,5$ мм;

μ - коэффициент Пуассона материала, 0,3.

После подстановки, получим:

$$D = \frac{2,1 \cdot 10^{11} \cdot 0,006^3}{12(1 - 0,3^2)} = 4154 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

$$\varphi = \frac{1824 \cdot 0,05507}{4154(1 + 0,3)} = 0,019 \text{ рад}.$$

Мембрана имеет центральное отверстие $2C = 54$ мм. Значение угла φ умножаем на коэффициент K_1 , который находится в зависимости от отношения a/c .

$$\frac{a}{c} = \frac{163}{27} = 6,03, \quad K_1 = 1,16;$$

$$\varphi = 0,019 \cdot 1,16 = 0,022 \text{ рад}.$$

Тогда угол максимальный разжима у кулачков:

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

где φ_1 - угол разжима кулачков с учетом технологического допуска TA на базовый диаметр;

φ_2 - угол разжима. Он дает зазор Δ для обеспечения свободного захвата заготовки в кулачках проектируемого патрона.

$$\varphi' = \varphi + \frac{TA}{2l} + \frac{\Delta}{2l}, \quad (3.12)$$

Величина Δ определяется как:

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

Подставим, получим:

$$\Delta \approx 0,0008 \cdot 50,07 + 0,02 = 0,060 \text{ мм.}$$

$$TA = 0,035 \text{ мм.}$$

Подставим, получим:

$$\varphi' = 0,022 + \frac{0,05}{2 \cdot 55,07} + \frac{0,06}{2 \cdot 55,07} = 0,023 \text{ .рад.}$$

Силу на штоке для прогиба мембраны на угол φ' :

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

Подставим, получим:

$$Q = \frac{4 \cdot 3,14 \cdot 4154 \cdot 0,023}{2,31g(125/55,07)} = 1466 \text{ Н.}$$

Из-за отверстия найденное значение силы Q необходимо умножить на поправочный коэффициент $K_2 = 0,85$.

$$\text{Тогда: } Q = 1466 \cdot 0,83 = 1217 \text{ Н}$$

3.1.5 Расчет силового привода

Для механизации зажима используем гидроцилиндр двустороннего действия. Рабочее давление масла 2,5 МПа [2].

Найдем диаметр поршня:

$$D = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{P}{p \cdot \eta}}, \quad (3.15)$$

где p - рабочее давление среды, МПа;

η - КПД привода.

После подстановки получаем:

$$D = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{1217}{0,4 \cdot 0,9}} = 65,7 \text{ мм.}$$

Примем по размерам у присоединительного конца посадочного шпинделя по ГОСТ 15608-81, конструктивно значение с учетом запаса по усилию $D=125$ мм.

Ход поршня принимается из условия для обеспечения свободной установки шпинделя в кулачках приспособления: $Sq=3$ мм.

Запас хода при зажиме заготовки, когда мембрана отжимается и поршень занимает крайнее положение $\Delta Sq=2$ мм..

3.1.6 Расчет точности

Погрешность базирования в патроне равна нулю ($\varepsilon_B = 0$).

Погрешность зажима и приспособления принимается равной 0,004 мм, т.к. зажимные поверхности у кулачков патрона должны быть обработаны в сборе.

3.1.7 Описание конструкции и принципа работы приспособления

Патрон мембранный устанавливается на посадочный конец шпинделя и крепится винтами (не показаны).

Патрон состоит из корпуса 1, к которому винтами 9 крепится мембрана 2. К ней шпонками 7 и винтами 8 крепятся проставка 6, и постоянные кулачки 3. В отверстии корпуса 1 винтами 10 крепится вставка 5 в которую вкручиваются опоры 4. Через центральное отверстие во вставке 5 проходит центровик 11 с уплотнениями 12. он крепится к штоку (не показан) от силового привода и упирается в мембрану 2.

Центрирование с зажимом обрабатываемой заготовки проводится кулачками 3. Торцем заготовка упирается или в опоры 4, или в опоры 15.

Центровик 11 упирается в мембрану 2, деформирует ее разжимая заготовку. При отводе центровика 11 мембрана выпрямляется и кулачки 3 фиксируют заготовку.

3.2. Проектирование режущего инструмента

В данном разделе проектируется шлифовальный инструмент – круг с механизмом его крепления для круглошлифовальной операций 020, где проводится шлифование шейки с подшлифовкой торца.

К основным параметрам шлифовального круга [21]:

- a) марка режущих абразивных зерен, величину зернистости порошка;
- b) марка связки для удержания зерен вместе;
- c) твердость круга определяющая прочность удерживания абразивных зерен в самой связке;
- d) структура - определяет объем, приходящийся на абразивный порошок.

В нашем случае применим керамическую связку. Она используется для обеспечения высокой производительности, имеют хорошую стойкость, за счет высокой пористости хорошо отводят тепло. Основной недостаток у керамической связки – хрупкость. Это делает инструмент чувствительным к ударам, например при шлифовании поверхностей с пазами. Поэтому основная задача – при проектировании круга, обеспечить повышенную способность гасить ударные нагрузки (демпфировать колебания, удары).

Поскольку шлифование черновое, примем твердость круга - среднетвердую.

По пористости примем для чернового - чистового шлифования среднюю структуру.

Зернистость определяется шероховатостью (1,25 и 0,63 мкм). Для Применим круг с зернистостью 16 (по старым обозначениям), то есть размер зерна приблизительно равен 0,016 мм.

Материал инструмента - белый электрокорунд 24А.

Таким образом в качестве материала рабочей части шлифовального круга принимаем белый электрокорунд 24AF16Q7V 35 АА 2 по ГОСТ 52781-2007.

Для решения проблемы демпфирования колебаний применим техническое решение из авторского свидетельства СССР №685483, кл.В24В45/00 Б. И. Никулкин и В. И.Рогачев Планшайба для крепления шлифовального круга (рисунок 3.3).

Предложенное устройство обеспечивает высокую точность центрирования шлифовального круга. С этой целью упругий элемент выполнен в виде двух противоположно установленных втулок, закрепленных одна на фланце, а другая на корпусе планшайбы, причем каждая втулка содержит коническую поверхность и упорный торец, который перпендикулярен оси вращения конической поверхности. На листе показан осевой разрез планшайбы со шлифовальным кругом. При обработке абразивным инструментом, вследствие его высокой скорости вращения, возникают вибрации инструмента

и на обработанной поверхности появляются волнистость и увеличивается шероховатость. Стойкость инструмента при этом снижается.

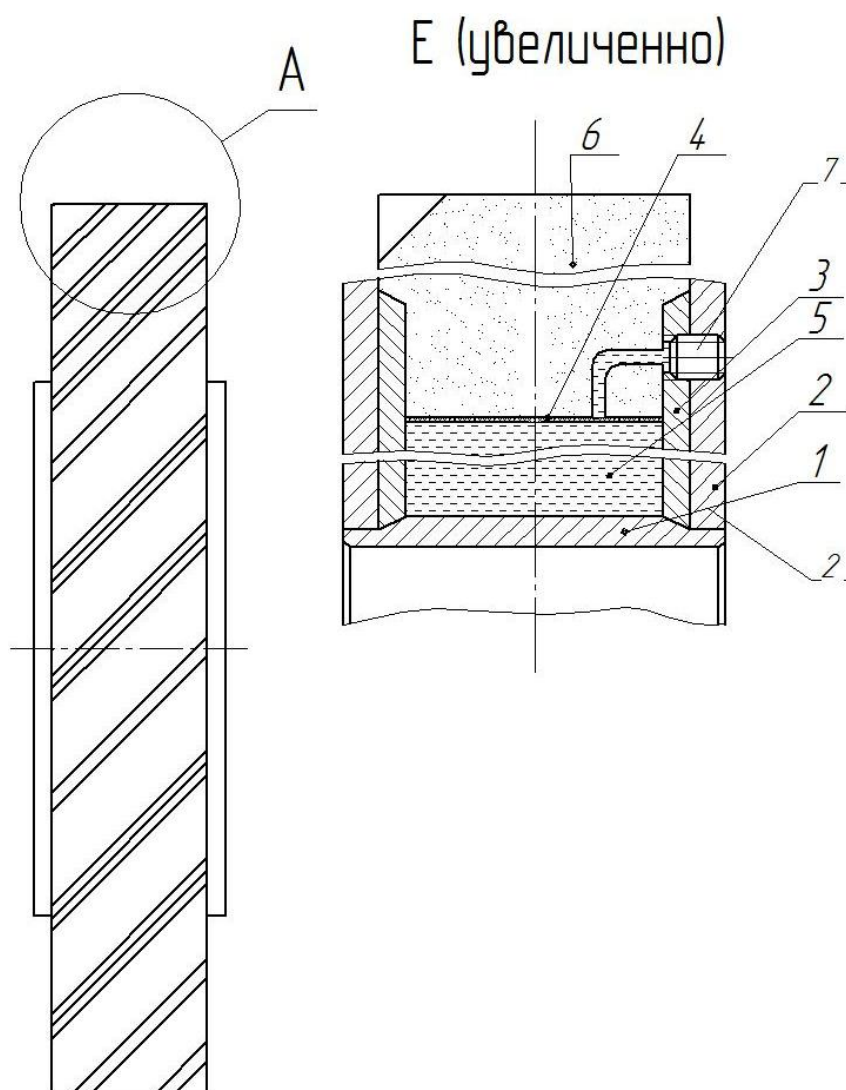


Рисунок 3.3 - Эскиз к а.с. СССР № 685483

Для решения этой задачи предложено использовать круг сборной конструкции. На ступице, которая состоит из двух опорных пластин 2 и 3, крепится абразивный круг 1. Опорные пластины 2 и 3 стягиваются винтами 6. Между опорными пластинами 2 и 3 и абразивным кругом 1 вставляются упругие проставки 4 и 5.

Круг работает следующим образом. На каждую опорную пластину 2 и 3 надеваются упругие проставки 4 и 5. Отцентрировав абразивный круг 1 на опорных пластинах 2 и 3 и стянув их винтами 6, фиксируют его.

В процессе обработки упругие проставки 4 и 5 являются демпфером различных колебаний. Это повышает стойкость круга, снижает число правок круга.

Предложенные мероприятия по усовершенствованию конструкции круга повышают эффективность шлифования, точность и качество поверхности, повышают стойкость круга.

Для сверления глубокого отверстия используется сверло однокромочное с отверстием для подачи СОЖ. Для направления режущей части используется сама рабочая часть сверла изготовленная из твердого сплава Т15К6. Сама рабочая часть по V-образному пазу крепится к стеблевой части с вырезом для отвода СОЖ с стружкой. Материала – 30ХГСА. Это делается для наиболее эффективного гашения колебаний при резании. Далее стемель сверла соединяется пайкой с хвостовиком из стали 40. Данный инструмент позволяет за счет эффективного отвода стружки, повышенной жесткости установки сверла в обрабатываемом отверстии обеспечить эффективную обработку глубокого отверстия. Причем подвод-отвод СОЖ проводится при помощи адаптера, который устанавливается в рабочую позицию с приводным инструментом на суппорте станка. Сама направляющая стойка установлена на дополнительном суппорте, что позволяет отказаться от традиционной обработки спиральными сверлами за несколько переходов, или от специализированного станка для глубокого сверления.

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	Штамповка	Заготовительная операция	Кузнец-штамповщик	Пресс КГШП	Сталь40
2	Точение, Сверление, Нарезание резьбы	Токарная	Оператор станка	Токарный центр MAZAK QUICK TURN NEXUS100	Сталь 40, твердые сплавы, эмульсии

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	Прессование	Подвижные механизмы прессования, нагрев, вибрация	Пресс – КГШП, печи
2	Токарные переходы, а также сверление, нарезание резьбы	Движущиеся элементы станка, запыленность, освещенность, физическая перегрузка, опасность удара током	Токарный центр MAZAK QUICK TURN NEXUS100

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	СИЗ работающего
1	2	3	4

Продолжение таблицы 4.3

1	2	3	4
		производственного фактора	
1	-Нагрев	Обеспечение охлаждения/экранирование	Защитные перчатки
2	- Подвижные механизмы прессования - Движущиеся элементы станка	Блокировка	Очки защитные, одежда защ.
3	- Вибрация	Устройство защитного фундамента/опор	Обувь защитная
	Физическая перегрузка,		
4	Запыленность	Приточно-вытяжная вентиляция у рабочего места	-
5	Освещенность	Местное освещение	-
6	Опасность удара током	Заземлить; обслуживать по регламенту	Спец обувь, 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	Используемое оборудование	Номер пожара	Опасные факторы при пожаре	Сопутствующие проявляющиеся факторы
1	2	3	4	5	6

Продолжение таблицы 4.4

1	2	3	4	5	6
	производственное подразделение				при пожаре
1	Прессовый участок	Пресс КГШП	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
2	Участок лезвийной обработки 2	3 Токарный центр MAZAK QUICK TURN NEXUS100 Долбежный7 410			

Таблица 4.5 – Выбор средства пожаротушения

Средства первичного	Средства мобильного	Установки стационарного	Средства автоматические для	Оборудование для	СИЗ для людей	Инструмент для пожаротушения	Сигнализация, связь и оповещение
1	2	3	4	5	6	7	8

Продолжение таблицы 4.5

1	2	3	4	5	6	7	8
пожаро тушени я	пожаро тушени я	пожаро тушени я и/или пожаро тушащи е систем ы	пожаро тушени я	пожаро тушени я	(механизир ованный и	немеханизир ованный)	при пожаре
Огнет ушите ли, ящики с песко м, пожар ные краны	Пожар ные автомо били и пожар ные лестни цы	Систе мы пенног о пожар отуше ния	Техни ческие средст ва опове щения и управл ения эвакуа цией, прибор ы прием но- контро льные	Напор ные пожар ные рукава и рукавн ые развет вления	Веревки пожарные карабины пожарные противога зы, респирато ры	Лопаты, багры, ломы, топоры	Автомат ические извещат ели

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
Токарный центр MAZAK QUICK TURN NEXUS100 Долбежный 7410	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 технического объекта и/или производственного техпроцесса	Структурные элементы технического объекта и/или производственного техпроцесса (производственного сооружения или	Экологическое негативное воздействие рассматриваемого технического объекта на	Экологическое негативное воздействие рассматриваемого технического объекта на гидросферу (забор воды из	Экологическое негативное воздействие рассматриваемого технического объекта на литосферу (недра, почву, забор
1	2	3	4	5

Продолжение таблицы 4.5

1	2	3	4	5
	производственног о здания по функциональному назначению, операций техпроцесса, технического оборудования), а также энергетической установки, транспорта и т.п.	атмосферу (опасные и вредные выбросы в воздух)	источников водяного снабжения, сточные воды)	плодородной почвы, растительный покров, порча растительного покрова, землеотчуждение и образование отходов и т.д.)
Техпроцес с изготовлен ия шпинделя	Токарный центр MAZAK QUICK TURN NEXUS100 Долбежный 7410	Пыль металличес кая	Взвешенные вещества, нефтепродук ты, СОЖ	Стружка металлическая, протирачные средства

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

Название технического объекта	Комплексная обработка на токарном центре
1	2
Предлагаемые мероприятия для снижения негативного антропогенного воздействия на атмосферу	Механический пылеуловитель
Предлагаемые мероприятия для снижения негативного антропогенного	Флотационная установка

Продолжение таблицы 4.5

1	2
воздействия на гидросферу	
Предлагаемые мероприятия для снижения негативного антропогенного воздействия на литосферу	Соблюдение регламентированных процедур, связанных с отходами производства.

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 контрольного приспособления.

5. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАБОТЫ

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

В предыдущих разделах был описан технологический процесс изготовления шпинделя, 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 шпинделя

Базовый вариант	Проектируемый вариант
<p><u>Операция – Токарная</u></p> <p><u>Оборудование</u> – Токарно-винторезный станок, модель 16К20.</p> <p><u>Оснастка</u> – патрон самоцентрирующий и задний центр.</p> <p><u>Инструмент</u> – резец контурный, Т15К6</p> <p>$T_O = 1,7 \text{ мин}; T_{шт-к} = 3,4 \text{ мин}$</p>	<p><u>Операция – Токарная</u></p> <p><u>Оборудование</u> – токарный центр с ЧПУ Mazak quick turn, модель NEXUS100.</p> <p><u>Оснастка</u> – патрон самоцентрирующий и задний центр.</p> <p><u>Инструменты</u>: резец контурный, Т15К6 – $T_O = 1,7 \text{ мин.}$; сверло однокромочное, Ø24, Р6М5 – $T_O = 3,4 \text{ мин.}$; сверло, Ø14 – $T_O = 0,8 \text{ мин.}$</p> <p>$T_{шт-к} = 8,5 \text{ мин}$</p>
<p><u>Операция – Вертикально-сверлильная</u></p> <p><u>Оборудование</u> – Вертикально-сверлильный станок, модель 2Н118.</p> <p><u>Оснастка</u> – кондуктор скальчатый.</p> <p><u>Инструменты</u>: сверло спиральное, Ø24, Р6М5 – $T_O = 6,6 \text{ мин.}$; сверло, Ø14 – $T_O = 0,8 \text{ мин.}$</p> <p>$T_{шт-к} = 9,4 \text{ мин}$</p>	

Кроме описанных условий нам понадобится информация о программе выпуска, которая составляет 700 штук.

Используя исходные данные и, применяя методику расчета капитальных вложений [12], определим величину инвестиций в проектируемый вариант. Величина необходимых для осуществления предлагаемых внедрений составит 115129 руб. Указанная сумма будет направлена на приобретение оборудования, с учетом его коэффициента загрузки данной деталью – 0,021, затраты на проектирование технологического процесса, затраты на демонтаж заменяемого оборудования, а также будет учтена сумма выручка от реализации заменяемого оборудования.

Используя методику определения себестоимости и калькуляции себестоимости [12] были получены значения полной себестоимости изделия до и после внедрения совершенствований, которые составили 212,69 руб. и 143,26 руб., соответственно.

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

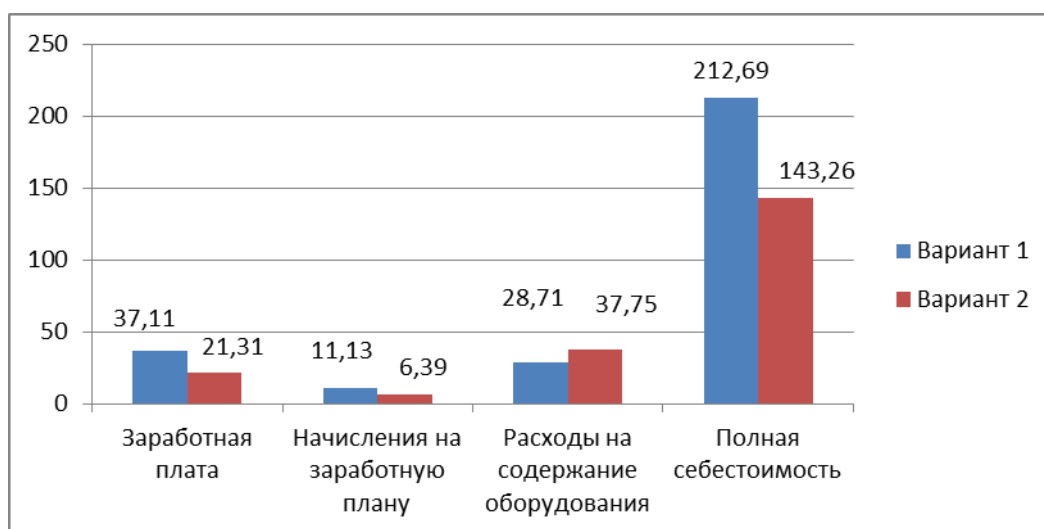


Рисунок 5.1 – Структура технологической себестоимости и величина полной себестоимости, руб.

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 [12]. 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.	–	115129
2	Себестоимость единицы изделия	$C_{ПОЛН}$, руб.	212,69	143,46
3	Чистая прибыль	$П_{ЧИСТ}$, руб.	38880,8	
4	Срок окупаемости инвестиций	$T_{ОК}$, лет	4	
5	Общий дисконтированный доход	$Д_{ОБЩ.ДИСК}$, руб.	137871,32	
6	Интегральный экономический эффект (чистый дисконтируемый доход)	$Э_{ИНТ} = ЧДД$, руб.	22742,32	
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 22742,32 руб. Кроме того, проект окупиться в течение 4 лет, что для инвестиций в машиностроительное производство является хорошим показателем. 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 данной работе представлен разработанный технологический процесс изготовления шпинделя контрольного приспособления.

Заготовка получена штамповкой на ГКШП. Выбраны схемы базирования с учетом принципов базирования, применено высокопроизводительное оборудование.

Особое внимание уделялось совершенствованию отделочной операции – круглому шлифованию.

Было спроектировано зажимное приспособление и усовершенствована конструкция шлифовального круга. Для операции по обработке глубокого отверстия была выполнена замена обработки спиральным сверлом однокромочным. При этом этот переход выполняется на токарном станке модульной компоновки, что позволило получить экономический эффект.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Артамонов, Е.В. Проектирование и эксплуатация сборных инструментов с сменными твердосплавными пластинами [Электронный ресурс] : учебное пособие / Е.В. Артамонов, Т.Е. Помигалова, М.Х. Утешев. — Электрон.дан. — Тюмень :ТюмГНГУ (Тюменский государственный нефтегазовый университет), 2013.
2. Суслов, А.Г. Научно-технические технологии в машиностроении /А.Г. Суслов [и др.]. -М.:Машиностроение, 2012. - 528 с.
3. Вардашкин Б.Н. Станочные приспособления: Справочник. В 2-х т. Т.1/ Б.Н. Вардашкин [и др.]. – М.: Машиностроение, 1984. – 604с.
4. Горина, Л.Н. Обеспечение безопасных условий труда на производстве. Учеб. Пособие. / Л.Н. Горина, - Тольятти, 2016, 68 с.
5. Инженерные основы современных технологий/Ю. М. Передрей [и др.]. - Старый Оскол: ТНТ, 2016. - 199 с.
6. ГОСТ 7505-89. Поковки стальные штампованные. Допуски, припуски и кузнечные напуски. – Введ. 1990-01-07. – М.: Изд-во стандартов, 1990. – 83 с.
7. Гусев А.А. Технология машиностроения (специальная часть)/ А.А. Гусев, М. :Машиностроение, 1986. –480 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. Ермолаев, В.В. Технологическая оснастка. Лабораторно-практические работы и курсовое проектирование: учеб. пособ. – М.: Изд-во «Академия», 2012. – 320 с.

11. Зубарев Ю. М. Специальные методы обработки заготовок в машиностроении [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Ю. М. Зубарев. – Санкт - Петербург : Лань, 2015. - 400 с.
12. Зубкова, Н.В. Методическое указание к экономическому обоснованию курсовых и дипломных работ по совершенствованию технологических процессов механической обработки деталей (для студентов специальностей 120100 / Н.В. Зубкова,– Тольятти: ТГУ, 2012, 46 с.
13. Блюменштейн, В.Ю. Проектирование технологической оснастки/В.Ю. Блюменштейн, А.А. Клепцов. СПб.:Лань, 2014. - 224 с.
14. Маслов, А. Р. Инструментальные системы машиностроительных производств: учеб.для вузов/А. Р. Маслов-Гриф УМО. - Москва : Машиностроение, 2006. - 335 с.
15. Михайлов А.В., Расторгуев Д.А. Основы проектирования технологических процессов механосборочного производства/ А.В. Михайлов, Д.А. Расторгуев. - Тольятти: ТГУ, 2003. – 160 с.
16. 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.
17. Орлов П.Н. Краткий справочник металлиста./ П.Н. Орлов – М.: Машиностроение, 1987. – 960с.
18. Григорьев, С.Н. Инструментальная оснастка станков с ЧПУ/С.Н. Григорьев [и др.]. - М.:Машиностроение, 2006. - 544 с.
19. Справочник контролера машиностроительного завода : допуски, посадки, линейн. измерения / А. Н. Виноградов [и др.] ; под ред. А. И. Якушева. – М.: Машиностроение, 1980. - 527 с.
20. Справочник технолога - машиностроителя. В 2-х кн. Кн. 1/ А.Г. Косилова [и др.]; под ред. А.М. Дальского [и др.]; - 5-е изд., перераб. и доп. - М: Машиностроение-1, 2001 г., 912 с.

21. Справочник технолога - машиностроителя. В 2-х кн. Кн. 2/ А.Г. Косилова [и др.]; под ред. А.М. Дальского [и др.]; - 5-е изд., перераб. и доп. - М: Машиностроение-1, 2001 г., 944 с
22. Технология машиностроения: учеб. пособие/И. С. Иванов. - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва: ИНФРА-М, 2016. - 240 с.
23. Технологическая оснастка : вопросы и ответы [Электронный ресурс] : учебное пособие для вузов / Н. П. Косов, А. Н. Исаев, А. Г. Схиртладзе. - Москва : Машиностроение, 2007. - 304 с.
24. Технологическая оснастка [Электронный ресурс] : станочные приспособления : учеб. пособие / В. В. Клепиков. - Москва : ИНФРА-М, 2017. - 345 с.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Формат	Зона	Лист	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
				<u>Документация</u>		
A1			17.БР.ОТМП.37.65.000.СБ	Сборочный чертеж	1	
				<u>Детали</u>		
		1	17.БР.ОТМП.37.65.001.	Корпус	1	
		2	17.БР.ОТМП.37.65.002.	Мембрана	1	
		3	17.БР.ОТМП.37.65.003.	Кулачок	3	
		4	17.БР.ОТМП.37.65.004.	Упор	3	
		5	17.БР.ОТМП.37.65.005.	Вставка	1	
		6	17.БР.ОТМП.37.65.006.	Обратный кулачок	3	
		7	17.БР.ОТМП.37.65.007.	Шпонка	6	
		8	17.БР.ОТМП.37.65.008.	Кольцо	1	
		9	17.БР.ОТМП.37.65.009.	Центровик	1	
				<u>Стандартные изделия</u>		
		11		Волн 2 М10 х 125-6р х 20.50.35Х01 ГОСТ Р 11738-04	8	
		12		Волн 2 М10 х 125-6р х 60.50.35Х01 ГОСТ Р 11738-04	3	
		10		Волн 2 М12 х 125-6р х 90.50.35Х01 ГОСТ Р 11738-04	6	
			17.БР.ОТМП.37.65.000.СП			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		
Разраб.		Максимов			Лит	Лист
Проб.		Распоргуев				Листов
Н.контр.		Виткалов			ТМБз-1231	
Утв.		Лагинов				
Копировал				Формат А4		

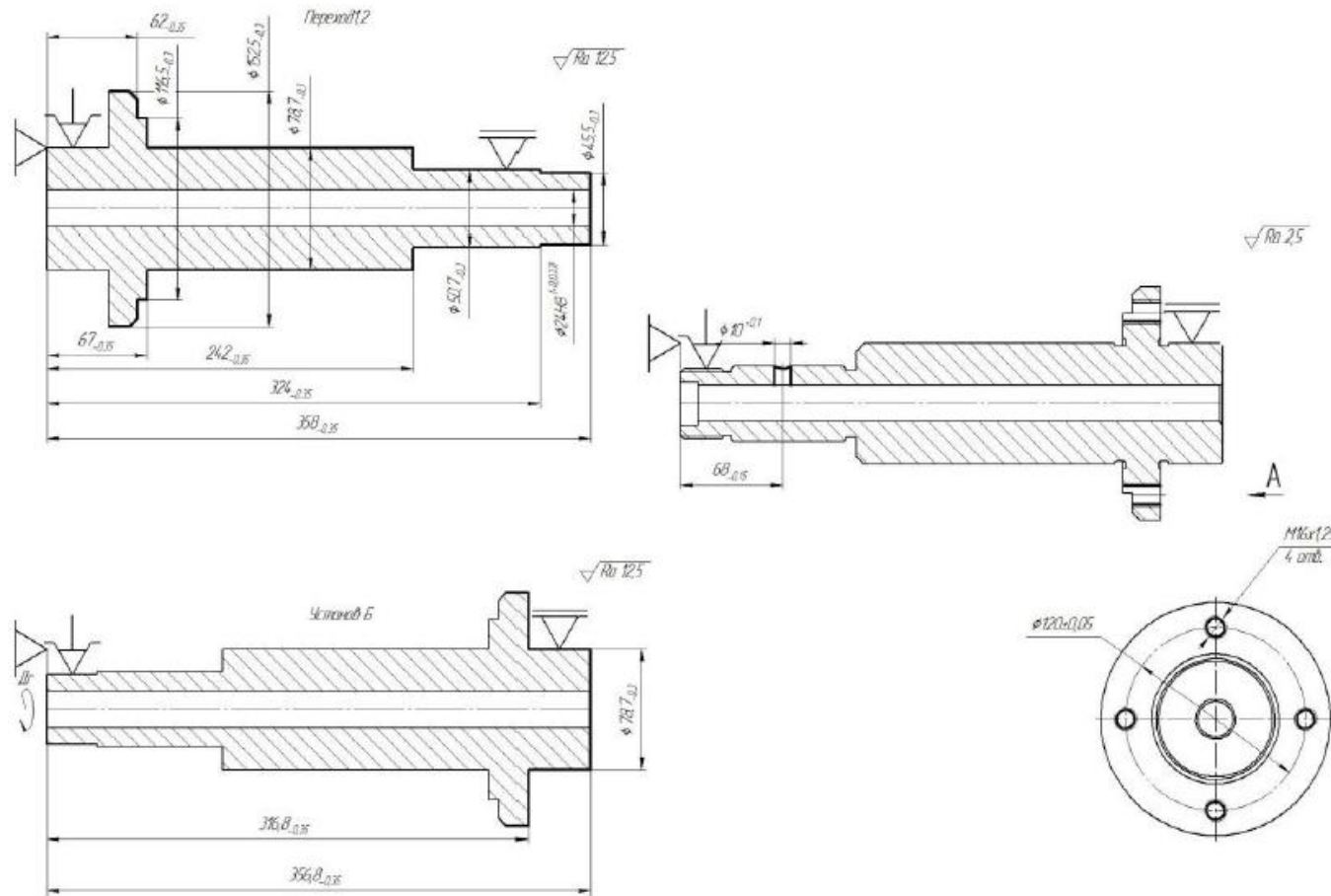
Дубл.																					
Взам.																					
Подл.																					
																		3	1		
Разраб.	Максимов С.А.						Шпиндель														
Проверил	Расторгуев Д.А.						Шпиндель														
Утвердил	Логинев Н.Ю.						Шпиндель														
Н. контр.	Виткалов В.Г.						17											005			
Наименование операции		Материал				Твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры				МЗ	КОИД							
Токарная с ЧПУ		Сталь 45 ГОСТ 1050-88				200	кг	4,5	152x356				5,8	1							
Оборудование, устройство ЧПУ		Обозначение программы				То	Тв	Тпз.	Тшт.	СОЖ											
Mazak quick turn nexus 100						5,82	1,4	18	8,5												
P		ПИ	D или B	L	t	l	s	n	v												
T01	Патрон 7102-0070 ГОСТ 24351-80																				
T02																					
T03	Люнет 6046-0002 ГОСТ 21189-75																				
T04																					
O05	1. Установить деталь																				
O06	2. Точить заготовку																				
T07	PCLNR 2020K12 Резец T15K6 ТУ 2-035-892-82																				
T08		152	357	1,5	1	0,4	1119	264													
T09	3. Сверлить заготовку	24	360	12	1	0,21	349	26													
O10	4 Сверлить заготовку																				
T11	2301-3797 Сверло P18 ГОСТ 10903-77																				
P12		15	28	7,5	1	0,25	703	31													
T13																					
OK	Операционная карта																		4		

Дубл.										
Взам.										
Подл.										

3

Шпиндель

005



КЭ

Карта эскизов

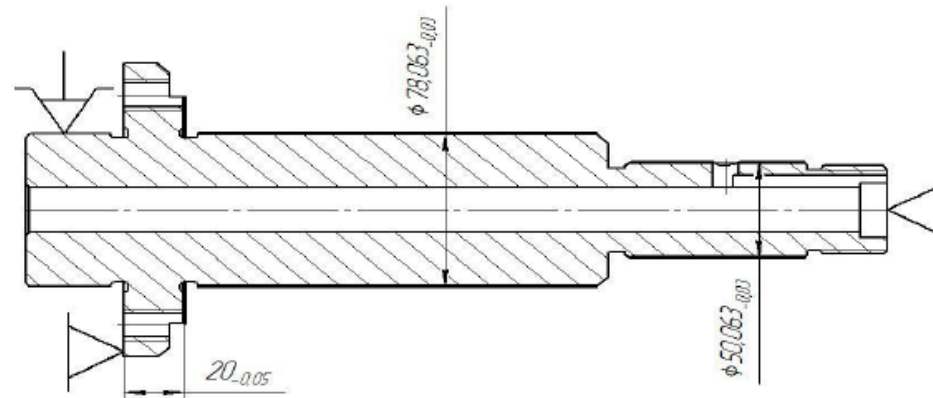
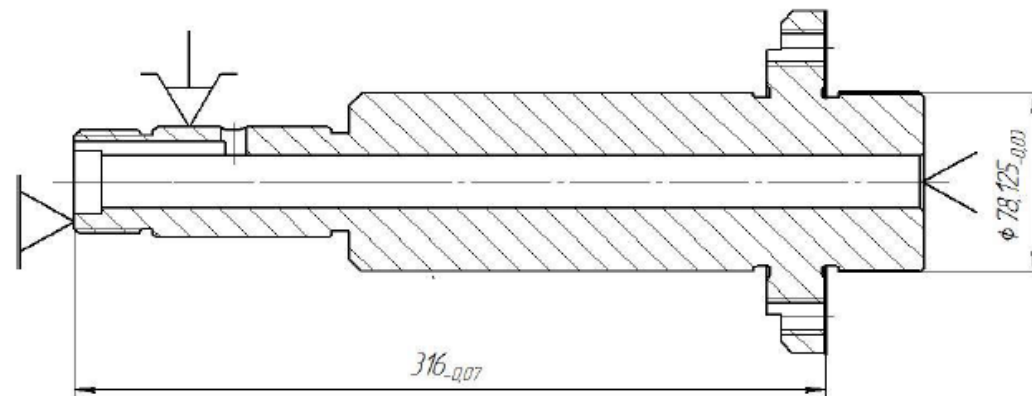
6

Дубл.				
Взам.				
Подл.				

1

Шпиндель

020



КЭ

Карта эскизов

11