

АННОТАЦИЯ

Вакулов П.А. Технологический процесс изготовления шпинделя фрезерной головки/ Тольяттинский государственный университет: Тольятти, 2018. – 57 с.

В записке рассматривается технологический процесс изготовления шпинделя фрезерной головки. Решены задачи по выбору типа производства, на основе экономических сравнений выбран способ получения исходной заготовки. С учетом современных тенденций спроектирован маршрут, технологические операции. Для всех переходов подобран современный инструмент, зажимные приспособления, контроль. Спроектирована подробно токарная операция с выбором режима резания. Для установки заготовки используется цанговая оправка с люнетом. Оправка рассчитана для конкретной операции. инструмент – резец токарный имеет преимущество по сравнению со стандартными из-за возможности контроля сил резания, что позволяет управлять ими за счет изменения подачи инструмента. Для защиты окружающей среды разработаны мероприятия. Меры по охране труда предусмотрены для участка, где предполагается изготавливать шпиндель. Все предложения подтверждаются экономическими расчетами.

Содержание

Введение	4
1 Исходные данные	5
2 Технологическая часть работы	11
3 Проектирование приспособления и режущего инструмента.....	25
4 Безопасность и экологичность работы.....	34
5 Экономическая эффективность работы	38
Заключение	42
Список используемых источников.....	43
Приложения	45

ВВЕДЕНИЕ

Инструментальные головки, которые предназначены для обработки (фрезерной, расточной, сверлильной) различных деталей на агрегатных станках, должны иметь высокую точность, жесткость, износостойкость, производительность. Основным элементом обрабатывающих головок является шпиндель. На него от привода (электродвигатель с редуктором) передается крутящий момент. Затем шпиндель за счет зажимных элементов (патронов, оправок и т. п.) передает крутящий момент на инструмент. От точности изготовления шпинделя зависит точность всего узла.

Фрезерный головки отличаются высокими оборотами шпинделями, значительными переменными силами в зоне резания, которые передаются на него, подшипниковые узлы, элементы привода. Поэтому правильно спроектировать технологический процесс изготовления такого шпинделя инструментальной фрезерной головки является важной и ответственной задачей, решению которой и посвящена данная работа.

1 Исходные данные

1.1 Служебное назначение, условия работы шпинделя

Шпиндель фрезерной головки предназначен для передачи крутящего момента от привода на инструмент.

Он устанавливается в радиально упорных подшипниках по двум разнесенным шейкам $d=72$ мм. Они поджимаются к буртику при помощи гайки М 65. На правом конце шпинделя с упором в разжимное кольцо, вставляемое в паз 3 мм, устанавливается шкив, который через шпоночный паз 10 мм передает крутящий момент. Шкив поджимается и фиксируется гайкой М52. Шпиндель для снижения массы сделан полым со ступенчатым отверстием. В посадочном фланце шпинделя устанавливаемые приспособления центрируются по наружной поверхности 122h6 с фиксацией к торцу через отверстия 7,2H7 мм. Установка зажимного приспособления может проходить по отверстию 76Js7 с фиксацией по крепежным отверстиям М10.

Вал работает при высоких оборотах, при значительных моментах.

Все поверхности имеют номера (рисунок 1.1) и к ним в таблице 1.1 сформулированы требования по точности и качеству поверхности в зависимости от назначения.

Поскольку деталь работает в условиях интенсивных динамических нагрузок при повышенных температурах материал – литейная сталь 35ХГСЛ ГОСТ 977-75.

1.2 Анализ технологичности детали

Деталь ответственная, высокие требования по точности и к наружным и внутренним поверхностям. По шероховатости требования 0,63-1,25 мкм самые высокие. По расположению и форме допуски от 0,008 до 0,012 мм.

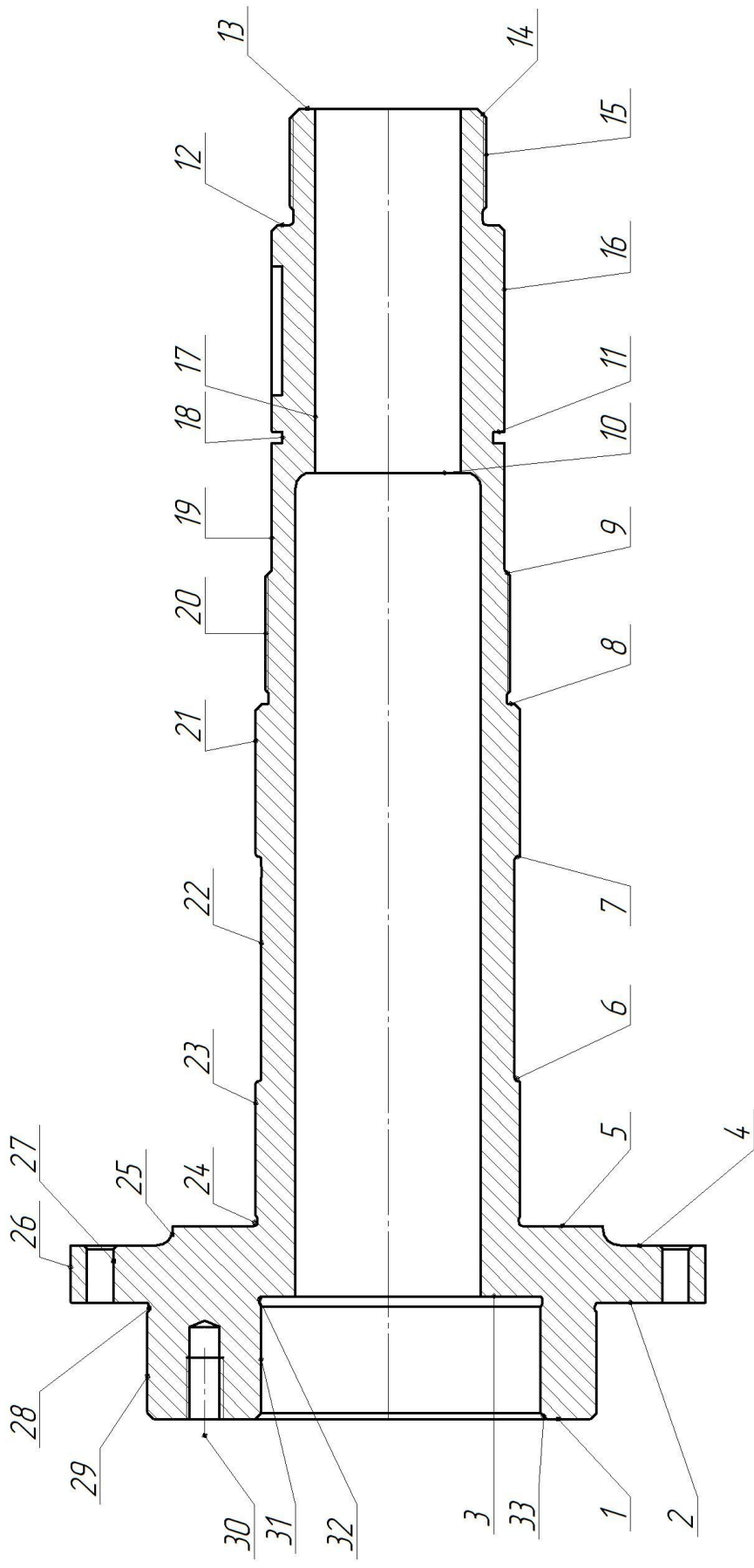


Рисунок 1.1 – Эскиз шпинделя

Таблица 1.1 - Систематизация данных по поверхностям

№	Размеры, мм	Квалитет	Тип	Шероховатость, мкм	Форма	Вид требований	Допуск, мм	
1	2	3	2	4	6	7	8	
1	356	12	С	12,5	П			
2	32	12	ВКБ	1,25	П	⊥	0,02	
3	34	12	ВКБ	1,25	П			
4	16	12	ВКБ	12,5	П			
5	20	12	ВКБ		П	⊥	0,02	
6	62	12	С	12,5	П			
7	42	12			П			
8	35	12			П			
9	35	12			П			
10	100	12			П			
11	88	12			ВКБ	П		
12	32	12				П		
13	356	12		П				
14	2	12		Ф				
15	52	4	ВКБ	3,2	Р			
16	60	6	ВКБ	0,63	Ц	О ©	0,008 0,012	
17	40	12	С	12,5	ЦВ			
18	58	12	ВКБ	12,5	Ц			
19	60	12	С	12,5	Ц			
20	66	4	ВКБ	3,2	Р			

Продолжение таблицы 1.1

1	2	3	2	4	6	7	8
21	72	6	ОКБ,	0,63	Ц	О ©	0,008 0,016
22	68	12	С	12,5	Ц		
23	72	6	ОКБ,		Ц	О ©	0,008 0,016
24	71	12	С		Ц		
25	4,5	12	С		Ф		
26	172	11	С		Ц		
27	7,2	7	ВКБ	1,25	О		
28	121	12	С	12,5	Ц		
29	122	6	ВКБ	1,25	Ц		
30	10	-	ВКБ	2,5	Р		
31	76	7	ВКБ,И п	1,25	О		
32	77	12	С	12,5	О		
33	1,6	12	С	12,5	Ф		

Таблица 1.2 - Химический состав материала по 35 ХГСЛ ГОСТ 977-75

Химический элемент	Содержание (%)
Кремний	0,6 ÷ 0,8
Марганец	1, ÷ 1,3
Медь, до	0,3
Никель, до	0,3
Сера, до	0,04
Углерод С	0,3 - 0,4
Фосфор, до	0,04
Хром	0,6 - 0,9

Таблица 1.3 - Физико-механические параметры

Вид термообработки	Размеры, мм	σ_T , МПа	σ_B , МПа	ψ_5 , %	δ , %	КСУ, Дж/м ²
Нормализация 870-890 °С. Отпуск 570-600 °С.	<100	350	600	14	25	30
Закалка 870-880 °С. Отпуск 630-670 °С.	<100	600	800	10	20	40
Отжиг 850-870 °С, печь, воздух.	30	295	590	20	40	

Таблица 1.4 - Литейные свойства

Параметр	Характеристика
Температура кристаллизации, °С	1486÷1495
Размерная усадка, %	2,2÷2,3
Трещиностойчивость	0,7
Жидкотекучесть	0,9
Склонность к формированию усадочной раковины	1,1

В целом большинство поверхностей шпинделя требует высокоточной обработки.

По материалу – труднообрабатываемый, лется. Твердость требуется высокая, поэтому необходимо упрочняющая термообработка - закалка. Так

как деталь высокоточная необходимо предусмотреть возможность стабилизации размеров (термообработка или виброобработка).

Деталь средней жесткости. По вылету соотношение длина к диаметру небольшое, но из-за центрального отверстия толщина стенок не большая, что будет приводить к деформации заготовки.

Отверстие в центре в заготовке, с учетом, что сталь льется, на заготовительном этапе можно получить. Поэтому потом не понадобится высверливание большого диаметра.

Элементы шпинделя стандартизированы, унифицированы.

Установка заготовки возможна и центрах и в люнетах. Подвод – отвод инструмента и средств контроля свободный.

В целом шпиндель имеет среднюю технологичность.

2 Технологическая часть работы

2.1. Выбор типа производства

При массе шпинделя 5,4 кг и годовом объеме выпуска $N_T=500$ дет./год производство будет среднесерийным.

2.2. Выбор метода получения заготовки.

Вследствие того, что заготовка имеет простую форму, а материал заготовки сталь, выбираем метод литья в армированный кокиль.

По таблице 2.3 [1] при выбранном методе и габаритном наибольшем размере отливки (до 400 мм) определяем:

- класс размерной точности IT – 12;
- ряд припусков – 3.

Определяем допуски и припуски на диаметры размеры длин отливки по ГОСТ 26645-85, рассчитываем окончательные размеры, результат сведём в таблицу 2.1.

2.3. Разработка технологического маршрута

Обоснованно выбрать способы обработки каждой поверхности, это первый этап в формировании технологических операций. Переходы надо выбирать с учетом конфигурации детали, материалов и технических требований, которые указаны в таблице 2.2.

Технологический маршрут изготовления шпинделя включает черновой этап, который выполняется на токарно-фрезерном центре с ЧПУ, упрочняющей термообработки и чистового этапа. Он выполняется на шлифовальных станках и включает обработку самых ответственных поверхностей.

Таблица 2.1 - Рассчитанные аналитически размеры с припусками для пов. $\varnothing 76J_s 7(\pm 0,015)$

Обработка	TD, мкм	Квалите T	Припуск по составляющим, мкм				Припуск, мкм		Технологические размеры, мм	
			Rz	h	ρ_{np}	ϵ_y	Z _{min}	Z _{max}	\varnothing_{min}	\varnothing_{max}
Штамповка	1900	16	460		460				71,7	73,6
Растачивание чернвое	460	13	30	35	28	180	1900	3300	75,02	75,48
Растачивание получистовое	190	11	20	20	18	90	320	590	75,60	75,93
Растачивание чистовое	74	9	15	15	9	20	134	250	75,854	75,928
Растачивание тонкое	30	7	5	10	4,6	10	87	131	75,985	76,015

Таблица 2.2 - Систематизация данных по поверхностям шпинделя

№ пов-ти	Технологические переходы	Шероховатость, мкм	Квалитет
1	2	3	4
1	Точ.черн. (12; Ra 6,3)- Точ.чист(9;Ra3,2)–(3-От)– Ш.торцекругло.(7; Ra 2,5)	2,5	12
2	Точ.черн. (12; Ra 6,3)- Точ.чист(9;Ra3,2)–(3-От)– Ш.торцекругло.(7; Ra 2,5)	1,25	12
3	Рас.черн. (12; Ra6,3)- Рас.чист(9; Ra2,5)–(3-От)	1,25	12
4	Точ.черн. (12; Ra 6,3)- Точ.чист(9;Ra3,2)–(3-От)	12,5	12
5	Точ.черн. (12; Ra 6,3)- Точ.чист(9;Ra3,2)–(3-От)– Ш.торцекругло.(7; Ra 2,5)		12
6	Точ.черн. (12; Ra 6,3)- Точ.чист(9;Ra3,2)–(3-От)	12,5	12
7	Точ.черн. (12; Ra 6,3)- Точ.чист(9;Ra3,2)–(3-От)		12
8	Точ.черн. (12; Ra 6,3)- Точ.чист(9;Ra3,2)–(3-От)		12
9	Точ.черн. (12; Ra 6,3)- Точ.чист(9;Ra3,2)–(3-От)		12
10	Рас.черн. (12; Ra6,3)–(3-От)		12
11	Точ.черн. (12; Ra 6,3)- Точ.чист(9;Ra3,2)–(3-От)		12
12	Точ.черн. (12; Ra 6,3)- Точ.чист(9;Ra3,2)–(3-От)		12

Продолжение таблицы 2.2

1	2	3	4
13	Точ.черн. (12; Ra 6,3)- Точ.чист(9;Ra3,2)–(3-От)		12
14	Точ.черн. (12; Ra 6,3)- Точ.чист(9;Ra3,2)–(3-От)		12
15	Р.Нар.(4; Ra3,2)-(3-От)	3,2	4
16	Точ.черн. (12; Ra 6,3)- Точ.чист(9;Ra3,2)–(3-От)– Ш.торцекругло.(7; Ra 2,5) – Ш.кругло. (6; Ra 0,63)	0,63	6
17	Рас.черн. (12; Ra6,3)–(3-От)	12,5	12
18	Точ.чист(9;Ra3,2)–(3-От)	12,5	12
19	Точ.черн. (12; Ra 6,3)- Точ.чист(9;Ra3,2)–(3-От)	12,5	12
20	Р.Нар.(4; Ra3,2)-(3-От)	3,2	4
21	Точ.черн. (12; Ra 6,3)- Точ.чист(9;Ra3,2)–(3-От)– Ш.торцекругло.(7; Ra 2,5) – Ш.кругло. (6; Ra 0,63)	12,5	6
22	Точ.черн. (12; Ra 6,3)- Точ.чист(9;Ra3,2)–(3-От)	12,5	12
23	Точ.черн. (12; Ra 6,3)- Точ.чист(9;Ra3,2)–(3-От)– Ш.торцекругло.(7; Ra 2,5) – Ш.кругло. (6; Ra 0,63)	12,5	6
24	Точ.чист(9;Ra3,2)–(3-От)	12,5	12
25	Точ.чист(9;Ra3,2)–(3-От)	12,5	12
26	Точ.чист(9;Ra3,2)–(3-От)	12,5	11
27	Св.(11; Ra 6,3) - Зенкер (9; Ra2,5)–(3-От)	1,25	7
28	Точ.чист(9;Ra3,2)–(3-От)	12,5	12

Продолжение таблицы 2.2

1	2	3	4
30	Св.(12; Ra3,2) -Р.Нар.(-; Ra2,5)-(3-От)	2,5	-
29	Точ.черн. (12; Ra 6,3)- Точ.чист(9;Ra3,2)-(3-От)- Ш.торцекругло.(7; Ra 2,5) – Ш.кругло.(6; Ra 0,63)	1,25	6
31	Рас.черн. (12; Ra6,3)- Рас.чист(9; Ra2,5)-(3-От)- Ш.вн.(7; Ra 1,25)	1,25	7
32	Рас.черн. (12; Ra6,3)- Рас.чист(9; Ra2,5)-(3-От)-	12,5	12
33	Рас.черн. (12; Ra6,3)- Рас.чист(9; Ra2,5)-(3-От)-	12,5	12
34	Рас.черн. (12; Ra6,3)-(3-От)	12,5	12
35	ФР.(9; Ra2,5) -(3-От)	2,5	9
36	ФР.(12; Ra3,2) -(3-От)	3,2	12

Таблица 2.3 - Технологический маршрут обработки шпинделя.

№ операции	Наименование операции	Оборудование	Этапы	Квалитет IT	Ra, мкм
1	2	3	4	5	6
000	Заготовительная	—	литье	16	20
005	Токарная	Токарный фрезерный центр с ЧПУ САТ600	Установ А Черновое точение поверхностей 1-8, 21-23, 26, 29 Растачивание черновое поверхностей 10,34,3,31	12	12,5

Продолжение таблицы 2.3

1	2	3	4	5	6
			Установ Б Черновое точение поверхностей 9,11,12,13,15-17,19 Растачивание черновое поверхностей 17		
			Точение поверхностей начисто 9, 11, 12, 13,15- 17,19 Растачивание поверхностей начисто 17	9	3,2
			Установ В: Точение поверхностей начисто 6,7,8,9, 20, 22, 23 5,4,1,2,26,29	9	3,2
			Протачивание канавки 18	9	3,2
			Растачивание пов. начисто 3,31	9	3,2
			Расточить канавку 32	9	3,2
			Сверлить поверхности 27	11	6,3
			Зенкеровать поверхности 27	9	2,5
			Развернуть поверхности 27	7	1,25

Продолжение таблицы 2.3

1	2	3	4	5	6
			Сверлить поверхности 30	11	6,3
			Нарезать резьбу 30	8 степ. точ.	3,2
			Установ Г Фрезеровать паз 35	10	1,25
010	Термообра ботка		Закалка заготовки		
015	Торцекругл ошлифовал ьная	Торцекру глошлифо вальный 3Т160	Шлифовать начерно 5,8,11,16,21,23	7	1,25
020	Торцекругл ошлифовал ьная	Торцекру глошлифо вальный 3Т160	Шлифовать начисто 2,29	7	1,25
025	Внутришли фовальная	Внутриш лифоваль ная 3К229В	Шлифовать начисто 3,31	7	1,25
030	Торцекругл ошлифовал ьная	Торцекру глошлифо вальный 3Т160	Шлифовать начисто 5,11,16,21,23	6	0,63
035	Резьбошли фовальная	Резьбошл ифовальн ый	Шлифовать резьбу поверхности 15, 20	4	3,2

Продолжение таблицы 2.3

1	2	3	4	5	6
		5K822B			

2.4. Выбор средств оснащения

Для проведения обработки согласно выбранным методам обработки из таблицы 2.3 необходимо для оборудования выбрать всю необходимую оснастку.

Она выбирается согласно рекомендаций из [000] и приведена в таблице 2.4.

Таблица 2.4 - Общие сводные данные по оснащению

№ Наименование операции	Станочное приспособление	Режущий инструмент	Контроль измерений
1	2	3	4
005 Токарная многоцелевая	Люнет 6046-0002 ГОСТ 21189-752) Патрон 7102-0082 ГОСТ 24351-80	PDINR3232P15 Резец T15K6 ТУ 2- 035-892-82 2300-0863 Сверло d6.5 P6M5 ГОСТ 19543-74 2300-0888 Сверло d9 P6M5 ГОСТ 19543-74 191421054 Оправка ТУ 2-035-775-80	Штангенциркуль ШЦ-II-250-0,05 ГОСТ 166-89

Продолжение таблицы 2.4

1	2	3	4
		Оправка ТУ 2-035 -775- 80 2320-0527 Зенкер d=24 P6M5K5 ГОСТ 21583-76 2320-0083 Зенкер d=7 P6M5K5 ГОСТ 21579-76 2363-2205 Развертка d7.5 P18 ГОСТ 19269-73 2629-2054 Метчик ГОСТ 17928-72 2223-0601 Фреза d10, z=6 T15K6 ГОСТ 20534-75	
010 Токарная	Люнет 6046-0002 ГОСТ 21189-752) Оправка цанговая	Резец специальный Т30К4	Микрометр МК200-1 ГОСТ 6507-90
020 Круглошлифовальная	7100-0011 Патрон ГОСТ 2675-80 Люнет 6046-0012 ГОСТ 21190-75	Шлифовальный круг 4 450x80x205 25А F22 О 5 V 40м/с 2кл. ГОСТ 52781-2007	Штангенциркуль ШЦ-II-250-0,01 ГОСТ 166-89 Микрометр МР 100 ГОСТ 4381-87

Продолжение таблицы 2.4

1	2	3	4
025 Внутри шлифо вальная	7100-0011 Патрон ГОСТ 2675-80 Люнет 6046-0012 ГОСТ 21190-75	Шлифовальный круг 4 60x40x20 25A F22 O 5 V 40м/с 2кл. ГОСТ 52781-2007	Штангенциркуль ШЦ-II-250-0,01 ГОСТ 166-89 Микрометр МР 100 ГОСТ 4381-87
030 Кругло- шлифо вальная	7100-0011 Патрон ГОСТ 2675-80 Люнет 6046-0012 ГОСТ 21190-75	Шлифовальный круг 4 450x80x205 25A F100 N 6 V 40м/с 1кл. ГОСТ 52781-2007	Микрометр МР 100 ГОСТ 4381-87
035 Резьбо шлифо вальная	7100-0011 Патрон ГОСТ 2675-80 Люнет 6046-0012 ГОСТ 21190-75	Шлифовальный круг 3 350x40x160 25A F60 N 6 V 40м/с 1кл. ГОСТ 52781-2007	Микрометр МР 100 ГОСТ 4381-87

2.5. Разработка технологических операций

2.5.1. Расчет режимов резания на операцию 015

Чистовое точение на операции 015.

При чистовом точении применяем резец специальный Т30К4.

Зададим глубину резания $t = 0,09$ мм (исходя из пункта 2.2). В зависимости от шероховатости поверхности (2,5 мкм) задаем подачу S :

для $Ra = 2,5$ мкм подача $S = 0,165$ мм/об.

Определяем скорость резания:

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} K_v, \quad (2.1)$$

где C_v и m, x, y - коэффициент условий резания и показатели степени;

T - период стойкости инструмента, мин;

S - подача, мм/об;

K_v - корректирующий коэффициент. Период стойкости для Т30К4 $T = 40$ мин. Показатели $C_v = 420; m = 0,2; x = 0,15; y = 0,2;$

Корректирующий коэффициент:

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{PV} \cdot K_{IV} \cdot K_\phi \cdot K_r, \quad (2.2)$$

где $K_{MV}, K_{PV}, K_{IV}, K_\phi, K_r$ - коэффициенты условий обработки и инструмента.

$$K_{MV} = K_r \cdot \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v}, \quad (2.3)$$

где K_r - коэффициент для характеристики группы стали по обрабатываемости (n_v - показатель степени. $K_r = 0,8, n_v = 1$).

$$K_{MV} = 0,8 \cdot \left(\frac{750}{600} \right)^1 = 1;$$

Здесь $K_{IV} = 1$ - для обработанной поверхности; $K_{IV} = 1,4$ для Т30К4.

$$K_v = 1 \cdot 1 \cdot 1,4 = 1,4$$

Скорость резания:

$$V = \frac{C_V}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} K_V = \frac{420}{40^{0,2} \cdot 0,09^{0,15} \cdot 0,165^{0,2}} \cdot 1,4 = 578 \text{ м/мин}$$

Частота вращения заготовки:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 587}{3,14 \cdot 72} = 2455 \text{ об/мин} \quad (2.4)$$

Т.к. станок с ЧПУ, то у него не присутствует коробка скоростей, тогда частоту вращения шпинделя оставим без изменения.

Определяем силу резания:

$$P_{X,Y,Z} = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p, \quad (2.5)$$

где C_p - коэффициент; x, y, n - показатели степени; K_p - поправочный коэффициент, равный:

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp}, \quad (2.6)$$

где $K_{mp}, K_{\varphi p}, K_{\gamma p}, K_{\lambda p}, K_{rp}$ - коэффициенты, учитывающие фактические условия резания.

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{600}{750} \right)^{0,75} = 0,8$$

$$K_{\varphi p} = 0,89; K_{\gamma p} = 1,1;$$

$$K_p = 1,31 \cdot 0,89 \cdot 1,1 = 1,28$$

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

$$P_Z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p = 10 \cdot 300 \cdot 0,09^1 \cdot 0,165^{0,75} \cdot 587^{-0,15} \cdot 1,28 = 25 \text{ Н}$$

Мощность резания:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{25 \cdot 578}{1020 \cdot 60} = 0,24 \text{ кВт}$$

$$N_{PEZ} < N_{СТАНКА} = 22,4 \text{ кВт (по паспорту станка).}$$

Данный станок можно эксплуатировать на данном режиме резания. Режимы резания при обработке фасок и канавок, примем равными режимам при обработке прилежащих ступеней вала, изменив направление подачи.

Таблица 2.5 - Режимы обработки для токарной 015 операции

Операция	Припуск t, мм	Подача S _o , мм/об	Подача минутная S _{мин} , мм/мин	Обороты шпинделя n _ш , об/мин	Скорость резания V, м/мин
Точение чистовое	0,09	1,165	405	2455	578

Таблица 2.6 - Силовые составляющие для токарной 015 операции

Операция	Сила резания P _z , Н	Сила резания P _y , Н	Сила резания P _x , Н	Мощность N _p , кВт	Стойкость инструмента T _и , мин
Точение чистовое	25	18	10	0,24	40

2.5.2. Определение времени

Основное время:

$$T_0 = \frac{L}{n_{CT} \cdot S_{CT}} \cdot i, \quad (2.8)$$

где L - длина обработки, мм;

i - количество проходов.

$$L = l + l_1 + l_2 = 356 \text{ мм.}$$

$$T_0 = \frac{L}{n_{CT} \cdot S_{CT}} \cdot i = \frac{356}{2455 \cdot 0,165} \cdot 1 = 0,6 \text{ мин.}$$

Все параметры расчет сведены в таблицу 2.7.

Таблица 2.7 - Нормирование токарной 015 операции

Операция	Основное время T_0 , мин	Вспомогательное Время T_v , мин	Время обслуживания $T_{обсл}$, мин	Время отдыха $T_{отд}$, мин
Точение чистовое	0,6	$(0,08+0,05+0,04+0,1) \cdot 1,85 = 0,5$	$0,6 \cdot 0,06 = 0,04$	$0,4 \cdot 0,04 = 0,02$
Точение канавки	0,05			

Окончательно время штучное и штучно-калькуляционное будут равны соответственно:

$$T_{шт} = 0,6 + 0,5 + 0,04 + 0,02 = 1,16 \text{ мин.}$$

$$T_{шт-к.} = 1,16 + 18/24 = 1,92 \text{ мин.}$$

3 Проектирование приспособления и режущего инструмента

3.1 Расчет и проектирование цанговой оправки

3.1.1 Сбор исходных данных

Технологический эскиз операции 015 токарная приведен на рисунке 3.1.

Технологический переход: точить цилиндрические шейки 23,21 и 16.
Материал заготовки – сталь 35ХГСЛ, твердость 32...35 НРС. Вид – после черновой обработки (рисунок 3.1).

Режущий инструмент – токарный резец специальный.

Металлорежущий станок токарный СА700СФ3.

Режимы резания и силы резания рассчитаны в разделе 2 (таблица 3.1).

Таблица 3.1 – Исходные данные для расчета приспособления

Сила резания P_z , Н	Сила резания P_y , Н	Сила резания P_x , Н	Мощность N_p , кВт
25	18	10	0,24

Цанговый патрон, это универсальное безналадочное приспособление.

3.1.2. Расчет усилия зажима

Схема закрепления заготовки показана на рисунке 3.2.

Для определения усилий зажима заготовки, которые необходимы для ее фиксации от проворота вокруг своей оси под действием тангенциальной силы P_z , и крутящего момента резания, а также от опрокидывания вокруг точки соприкосновения конца цанги с заготовкой вследствие действия радиальной составляющей силы резания P_y . Однако из-за того, что заготовка установлена в люнете, ее жесткость при данной схеме закрепления большая и силу зажима, препятствующую опрокидыванию заготовки можно не рассчитывать. Осевая сила вообще поджимает заготовку к опоре.

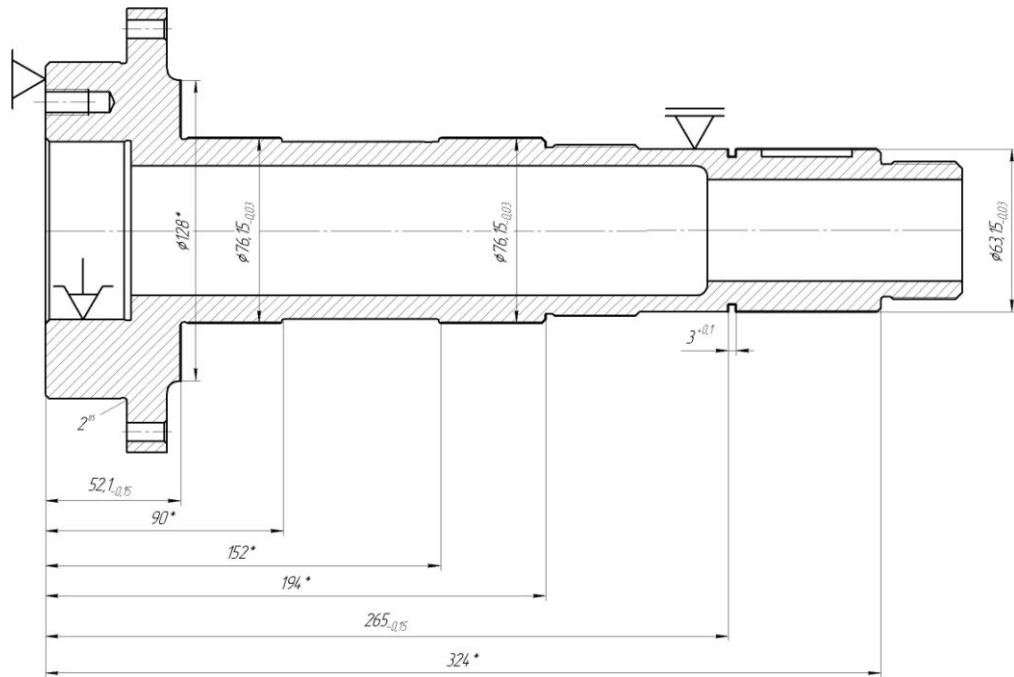


Рисунок 3.1 – Операционный эскиз

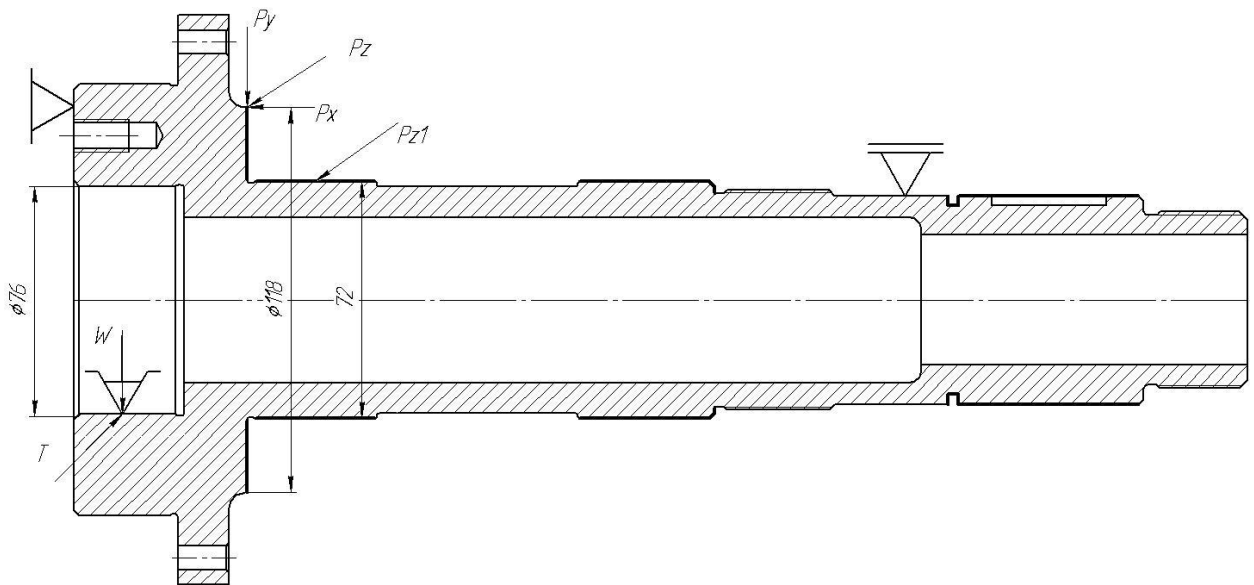


Рисунок 3.2 – Расчет сил зажима

Сила зажима, препятствующая провороту заготовки в цанге рассчитывается по формуле:

$$W = K \cdot \frac{P_z \cdot d_0}{f \cdot d_3}, \quad (3.1)$$

где P_z - касательная составляющая силы резания, Н;
 d_0 - диаметр обрабатываемой поверхности, мм;
 d_3 - диаметр поверхности, захватываемой цангой, мм;
 f - коэффициент трения между поверхностями цанги и заготовки,
 $f=0,15$.
 K - коэффициент запаса, рассчитываемый по формуле:

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

где K_0 - гарантированный коэффициент запаса, $K_0 = 1,5$;
 K_1 - коэффициент, учитывающий состояние технологических баз; базы обработанные, $K_1=1$;
 K_2 - коэффициент, учитывающий прерывистость резания; точение считается непрерывным процессом, $K_2 = 1$;
 K_3 - учитывает стабильность силового привода; при зажиме в цанге сила зажима в цанге обеспечивается силами упругости, возникающие в упругих элементах цанги, которые постоянны, $K_3=1$.

$$K = 1,5 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 1,5$$

Принимаем коэффициент 2,5. Подставив расчетные значения сил резания и коэффициентов запаса в формулу (3.2) получим значения усилия зажима:

$$W^1 = 2,5 \cdot \frac{25 \cdot 118}{0,15 \cdot 76} = 647 \text{ Н}.$$

3.1.3. Расчет зажимного механизма и силового привода

При зажиме детали в цанговой оправке усилие на штоке силового привода определяется как сумма двух составляющих:

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

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

Q_2 - усилие на штоке, обеспечивающее силу зажима $W = 647H$.

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

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

где E – модуль упругости стали, $E = 2 \cdot 10^5 \text{ МПа}$;

f - стрела прогиба лепестка, $f = 0,25 \text{ мм}$;

z – число лепестков цанги, $z = 3$;

l – расстояние от плоскости задела лепестка цанги до середины зажимного конуса цанги, $l = 100 \text{ мм}$;

α - угол зажимного конуса цанги, $\alpha = 15^\circ$;

φ - угол трения.

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

где f – коэффициент трения между зажимным конусом цанги и корпусом оправки $f = 0,15$;

$$\varphi = \arctan 0,15 = 8,53^\circ;$$

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

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

где D – наружный диаметр лепестков цанги, $D = 76$ мм;

S – толщина лепестка цанги, $S = 6$ мм;

α_1 – угол сегмента лепестка, $\alpha_1 = 110^\circ = 1,9199 \text{ рад}$.

Подставив значения в формулы (3.5) и (3.6), получим:

$$J = \frac{76^3 \cdot 5}{8} \left(1,9199 + \sin 1,9199 \cos 1,9199 - \frac{2 \sin^2 1,9199}{1,9199} \right) = 274360 \text{ мм}^4;$$

$$Q_1 = 3 \cdot \frac{2 \cdot 10^5 \cdot 274360 \cdot 0,25 \cdot 3}{100^3} \text{tg} 23,53^\circ = 17468 \text{ Н}.$$

Усилие на штоке силового привода, обеспечивающее расчетную силу зажима определим по формуле:

$$Q_2 = W \cdot \text{tg}(\alpha + \varphi) = 647 \cdot \text{tg}(5 + 8,53) = 119 \text{ Н}. \quad (3.7)$$

Подставив полученные значения составляющих усилия на штоке в формулу (3.7), получим полное его значение:

$$Q = 17468 + 119 = 17587 \text{ Н}.$$

Далее необходимо определить диаметр поршня гидравлического привода:

$$D_{II} = 1,13 \sqrt{\frac{Q}{P}} = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{17587}{2,5}} = 67 \text{ мм}, \quad (3.8)$$

где $p = 5$ МПа – рабочее давление масла.

Принимаем диаметр поршня $D_{II} = 80\text{мм}$.

3.1.4. Расчет точности приспособления

Расчет точности цанговой оправки заключается в назначении допусков на размеры деталей, обеспечивающих заданную точность обработки и посадок в основных сопряжениях.

Погрешность установки детали на станке определяется по формуле:

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

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

Δ_2 - величина смещения оси цанги относительно оси корпуса;

Δ_3 - величина смещения оси заготовки относительно оси цанги.

Для обеспечения заданной точности обработки необходимо, чтобы смещение оси заготовки относительно оси шпинделя не превышало половину величины радиального биения обрабатываемой поверхности. В нашем случае радиальное биение обрабатываемой поверхности задано чертежом и равно 0,02 мм. Отсюда заключаем, что погрешность установки заготовки в приспособлении не должна превышать половины этой величины, т.е. $\Delta_{н.з} \leq 0,01\text{мм}$.

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

$$\sqrt{3} \cdot \Delta \leq 0,01,$$

или $\Delta \leq 0,006\text{мм}$.

Таким образом смещение оси на каждом звене не должно превышать 6 мкм.

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

Согласно чертежу приспособления:

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

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

$$\Delta_2 = 0,005 \text{ мм}.$$

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

$$\Delta_3 = 0,005 \text{ мм}.$$

Проверим условие точности:

$$\Delta_{\text{н.з.}} = \sqrt{0,006^2 + 0,005^2 + 0,005^2} = 0,009 \text{ мм} < 0,01 \text{ мм}.$$

Точность обработки обеспечена.

3.1.5. Описание конструкции приспособления

Цанговая оправка предназначена для базирования и закрепления заготовки шпинделя на операции точения.

Оправка содержит корпус 1, на который устанавливается крышка 5, торец которой служит опорной базой при базировании заготовки. Внутри крышки находится цанга 2, служащая для базирования и закрепления заготовки. Цанга зафиксирована на корпусе 1 винтами 25, а крышка 5 – винтами 27. Внутри корпуса 1 перемещается центровик 3 штангой 6 связанный со штоком силового привода 7. Силовой привод содержит корпус

гидроцилиндра 8 в котором может перемещаться поршень 11. Сжатый воздух подается в гидроцилиндр от неподвижной муфты 13 посредством вращающейся вместе с гидроцилиндром втулки 12. Корпус 1 крепится на шпиндель станка винтами 24.

Цанговая оправка работает таким образом. При подаче воздуха в левую полость гидроцилиндра поршень перемещается вправо, центровик 3 разжимает цангу 2, происходит зажим заготовки. При подаче воздуха в правую полость гидроцилиндра поршень перемещается влево, цанга под действием упругих сил, возникающих в лепестках, сжимается, происходит разжим заготовки.

3.2. Расчет и проектирование режущего инструмента

Резец для точения на токарном чистовом переходе используется для повышения точности обработки.

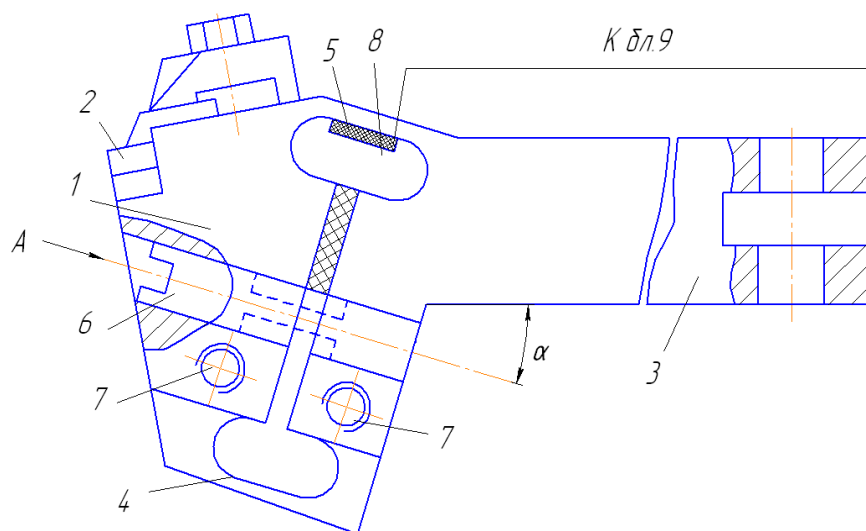
Цель - повышение точности обработки. Для этого резец используется для более четкого контроля момента изменения нагрузки на нем.

На рисунке 3.3 изображен резец, общий вид.

Устройство содержит резец, выполненный в виде головки 1 с режущей пластиной 2 и основания 3, связанных между собой упругими перемычками 4 и 5. Образующаяся между перемычками 4 и 5 полость заполнена демпфирующим материалом, например резиновым вкладышем. Головка 1 и основание 3 в своей средней части соединены упругими элементами 6, угол наклона которых ψ фиксируется с помощью винтов 7. Упругие элементы 6 выполнены в виде цилиндра с плоской средней частью. На одной из перемычек 4 или 5 установлен тензодатчик 8, соединенный с блоком управления станком.

Устройство работает следующим образом. После установки и закрепления заготовки резец с тензодатчиком 8 перемещаются вместе с суппортом 15. В момент врезания резца в торец детали тензодатчик 8 вырабатывает сигнал, поступающий на вход блока управления. В результате отслеживается

поступательное движение резца и контролируется осевое положение инструмента.



1 – державка; 2 – режущая пластина; 3 – основание; 4,5 – перемычки; 6 – упругие элементы; 7 – винт; 8 – тензодатчик

Рисунок 3.3 - Эскиз упругого резца

4 Безопасность и экологичность работы

Задача раздела - для выявленных производственных вредных факторов предложить меры для снижения их вредных воздействий.

Тема работы: «Технологический процесс изготовления шпинделя расточной инструментальной головки».

Разработка мер по нейтрализации вредных воздействий проведены по рекомендациям из [4].

4.1 Назначение производственного участка

Спроектированный производственный участок предназначен для изготовления детали - «шпиндель расточной инструментальной головки».

4.2 Планировка рассматриваемого участка

На рисунке 4.1 приводится разработанная планировка участка для изготовления шпинделя. Операции отличаются концентрацией технологических переходов, но из-за небольшого объема выпуска загрузка оборудования невысокая. Для серийного производства участок является предметно замкнутым и предназначенным для изготовления деталей типа шпиндель фланцевой формы, а также валов и втулок.

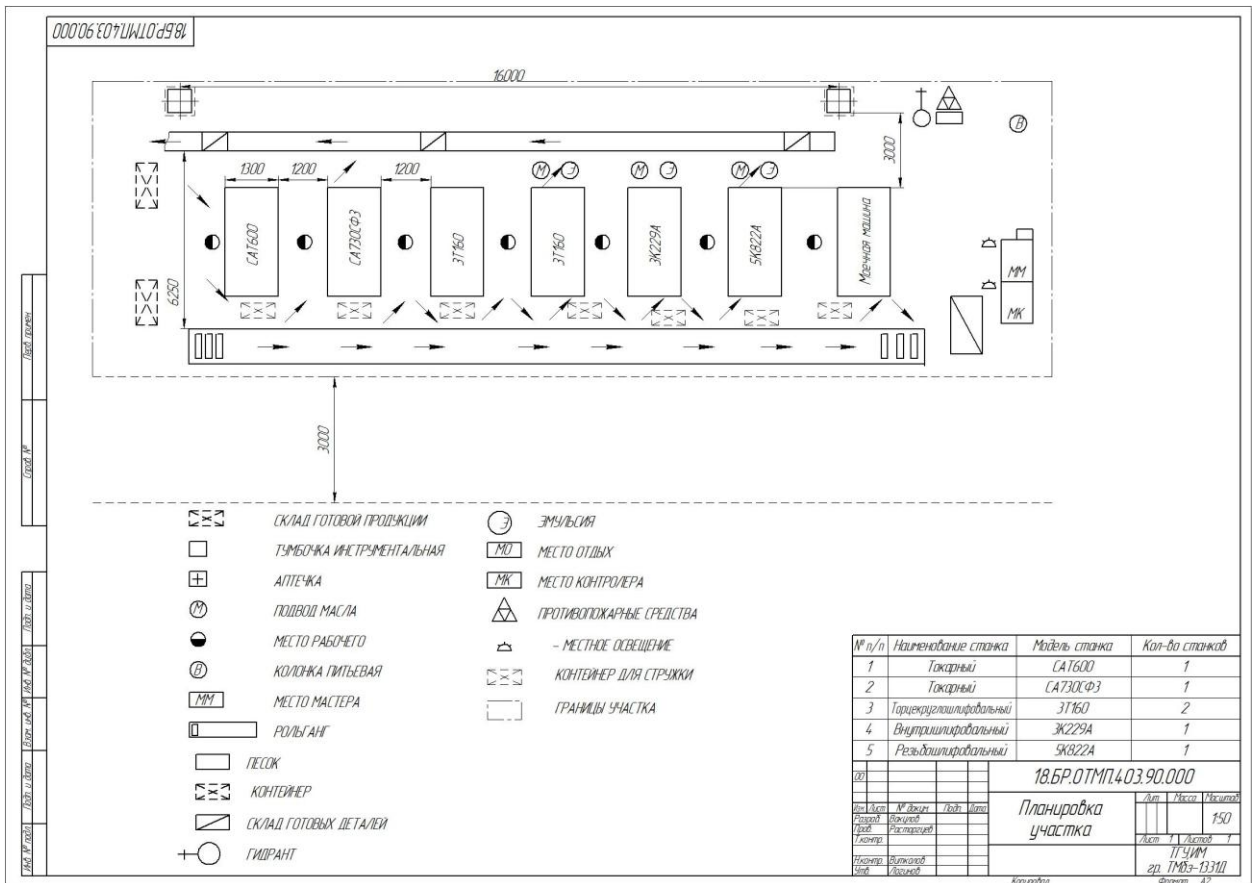


Рисунок 4.1 – Схема участка

4.3 Оборудование производственного участка

Выбранные станки и их количество представлено в таблице 4.1.

Таблица 4.1 –Список станков

№ п/п	Оборудование	Количество, шт
1	Токарный фрезерный центр с ЧПУ САТ600	1
2	Токарный обрабатывающий центр с ЧПУ СА730СФ3	1
3	Торцекруглошлифовальный 3Т160	2
4	Внутришлифовальная 3К229В	1
5	Резьбошлифовальный 5К822В	1
6	Моечная машина	1
Итого:		7

Таблица 4.2 – Технологический маршрут изготовления шпинделя

Наименование цеха	Номер операции	Наименование операции	Применяемое оборудование	Содержание операции
Литейный	000	Заготовительная	Литейная машина	Отливка
Механический	005	Токарная	Токарный обрабатывающий центр с ЧПУ САТ600	Черновое точение поверхностей 1,2,4-7,21-26,9,11-13,15-17,19 Растачивание черновое поверхностей 10,34,3,31,17 Чистовое точение поверхностей 1,2,3-9,20-23,26,29 Растачивание чистовое поверхностей 3,31 Точение канавки Расточить канавку Сверлить поверхности 27,30 Зенкеровать поверхности 27 Развернуть поверхности 27 Сверлить поверхности 30 Нарезать резьбу 30 Фрезеровать паз 35
Механический	010	Токарная	Токарный обрабатывающий центр с ЧПУ СА730СФ3	Точить тонко 5,8,11,16,21,23
Термический	015	Термообработка	Печь	Закалка заготовки
Механический	020	Торцекруглошлифовальная	Торцекруглошлифовальный 3Т160	Шлифовать начисто 2,29
Термический	025	Внутришлифовальная	Внутришлифовальная 3К229В	Шлифовать начисто 3,31
Механический	030	Торцекруглошлифовальная	Торцекруглошлифовальный 3Т160	Шлифовать начисто 5,11,16,21,23
Механический	035	Резьбошлифовальная	Резьбошлифовальный 5К822В	Шлифовать резьбу поверхности 15, 20
Механический	040	Моечная	Моечная машина	Мойка, сушка
Механический	045	Контрольная	Контрольный стенд	Контроль

4.2 Анализ вредных производственных факторов.

В работе для 010 токарной операции разработана оснастка: приспособление – цанговая оправка и резец. Анализ вредных факторов проведем для нее.

Таблица 4.3 – Опасные и вредные производственные факторы

№ п/п	Технологические операции	Вредные производственные факторы	Мероприятия, которые позволят уменьшить вредные воздействия
1	Токарная	1. Пыль в воздухе рабочей зоны станка 2. Высокий уровень шума 3. Высокий уровень вибрации 4. Острые кромки и заусеницы на поверхности заготовок и инструмента	1. Система вентиляции воздуха 2. беруши 3. Виброопоры, виброгасители (спроектированный резец) 4. Защитные перчатки, экран рабочей зоны станка
2	Шлифование	5. Напряжение в электрической цепи станка 6. Пары эмульсола (токсичность) 7. Повышенная температура в зоне резания	5. Заземление 6. Местная вытяжка 7. Использование СОЖ
3	Термообработка	8. Высокая температура	8. Общая и местная вентиляция, кондиционирование

В результате выполнения данного раздела определены вредные и опасные производственные факторы на токарной операции, предложены меры по снижению их вредного воздействия.

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 рамках данной работы рассматривается технологический процесс изготовления шпинделя фрезерной головки, подробное описание которого представлено в предыдущих разделах.

Предложение по совершенствованию процесса изготовления заключается в следующем:

- заменить торцевкруглошлифовальный станок, модель 3Т160, на токарный станок с числовым программным управлением, модель Ca730СФ3;
- заменить поводковый патрон с жестким центром, применяемый торцевкруглошлифовальной операции, на цанговый патрон с неподвижным люнетом, для выполнения токарной тонкой операции;
- заменить шлифовальный круг 1 300×60×200 24А F16N6V 35 АА 2, на динамометрический резец Т30К4.

Данное совершенствование технологического процесса позволяет сократить основное время на 1,8 минуты, т.е. с 2,3 минут, необходимых для выполнения торцевкруглошлифовальной операции на 0,6 минут, необходимых для тонкого точения. А штучно-калькуляционное время сокращается на 2,28 минут, т.е. с 4,2 минут – для торцевкруглошлифовальной операции, на 1,92 минуты – для операции тонкого точения.

Анализируя изменение трудоемкости выполнения описанных совершенствований по операциям видно, что время уменьшается на 54,3%, что позволяет сделать предварительное заключение о целесообразности проведения данных изменений. Однако, чтобы иметь полное представление об эффективности этого мероприятия, необходимо провести экономические

расчета, которые позволят получить окончательный ответ на вопрос о целесообразности.

Для этого воспользуемся методикой определения капитальных вложений, методикой определения технологической себестоимости; методикой калькулирования полной себестоимости и методикой определения экономического эффекта [6], а также, необходимым для соответствующих расчетов, пакетом программного обеспечения Microsoft Excel.

Согласно описанным методикам были получены необходимые значения для определения экономической эффективности, такие как: удельные капитальные вложения (Куд) и полная себестоимость (Сполн), которые представлены на рисунке 5.1.

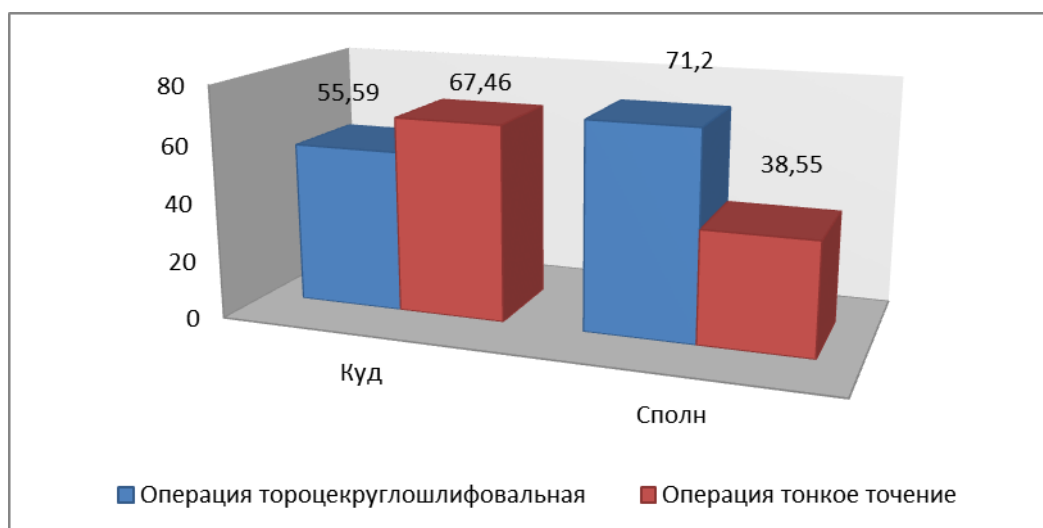


Рисунок 5.1 – Параметры, необходимые для определения экономической эффективности предлагаемого совершенствования операции, руб.

На рисунке представлены величины по сравниваемым вариантам выполнения операции, из которых видно, что капитальные вложения на единицу выпущенной продукции по предлагаемому совершенствованию увеличиваются на 11,87 руб., что составляет 17,6%. При этом полная себестоимость производства уменьшится на 32,65 руб., что составит 45,9%.

Увеличение капитальных вложений вызвано применением более дорогостоящей модели оборудования и сопутствующими затратами, учитывающими процесс проектирования и разработки нового технологического процесса. Кроме того, предлагаемое оборудование для выполнения тонкой токарной операции имеет числовое программное управление, которое предполагает дополнительные затраты, связанные с аппаратурой для управления оборудованием и возникновением некоторого объема незавершенного производства. Также для выполнения операции тонкого точения, необходима замена применяемой оснастки, которая обеспечивает закрепление обрабатываемого изделия на станке. Учитывая представленные изменения, влияющие на повышение затрат по выпуску шпинделя фрезерной головки, необходимо графически представить полный комплекс затрат на внедрение данного совершенствования (рисунок 5.2).

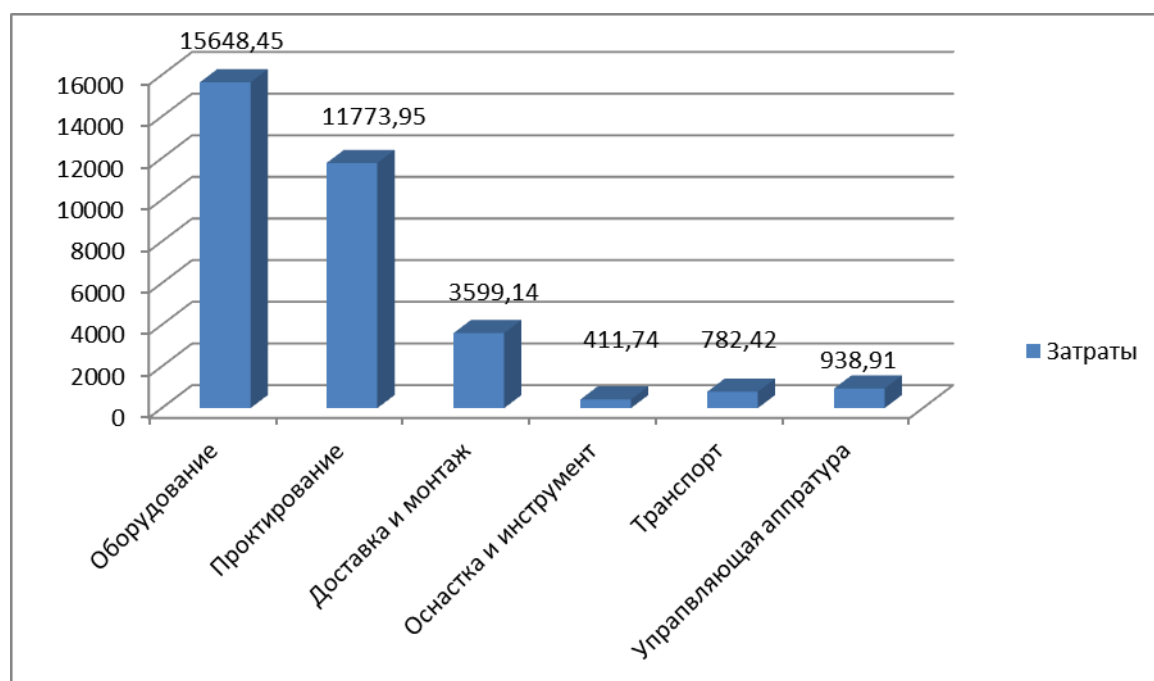


Рисунок 5.2 – Формирование общих капитальных вложений в совершенствование технологического процесса, руб.

Из диаграммы видно, что самыми крупными затратами являются, затраты на основное технологическое оборудование, которые составляют 15648,45 руб. и затраты на проектирование – 11773,95 руб. Поэтому они оказывают существенное влияние на итоговую величину капитальных вложений, которая составляет 33728,24 руб. Она учитывает не только представленные на диаграмме затраты, но и такие затраты как: затраты на эксплуатацию производственной площади – 570,11 руб. и величину незавершенного производства – 3,5 руб.

Используя полученные данные по капитальным вложениям и по изменению полной себестоимости, можно обосновать экономическую эффективность предлагаемого совершенствования. Применяя методику оценки экономической эффективности [6], были получены следующие значения:

- чистая прибыль – 13060 руб.;
- срок окупаемости – 4 года;
- интегральный экономический эффект – 7658,9 руб.

Полученные данные позволяют сделать окончательное заключение об эффективности, а значит, внедрение проекта можно считать целесообразным.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При выполнении представленной работы по разработке технологии изготовления шпинделя фрезерной головки были получены такие результаты:

- разработана исходная заготовка, полученная отливкой;
- разработан технологический процесс изготовления шпинделя;
- применены высокопроизводительные станки;
- применен резец с возможностью измерения сил резания;
- спроектирована цанговая оправка.

Кроме этого разработаны на основе анализа вредных факторов мероприятия связанные с защитой окружающей среды и охраной труда.

Расчеты по экономическим параметрам подтвердили обоснованность принятых решений.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Балла О. М. Обработка деталей на станках с ЧПУ/ О. М. Балла. - Санкт-Петербург:Лань, 2015. - 364 с.
2. Боровский Г. В. Справочник инструментальщика/Г. В. Боровский[и др.]. - Москва: Машиностроение, 2005. - 463 с.
3. Ермолаев, В.В. Технологическая оснастка/В.В. Ермолаев – М.: Изд-во Академия, 2012. – 320 с.
4. Горина, Л.Н. Обеспечение безопасных условий труда на производстве. Учеб.пособие/Л.Н. Горина.Тольятти:ТГУ, 2016. –68 с.
5. Зубарев, Ю. М. Расчет и проектирование приспособлений в машиностроении/Ю. М. Зубарев. – С.-Пет.:Лань, 2015. - 320 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. Григорьев, С. Н. Инструментальная оснастка станков с ЧПУ/ С.Н. Григорьев[и др.]. - Москва : Машиностроение, 2006. - 544 с.
8. Зуев А. А. Технология машиностроения/А. А. Зуев. - Санкт-Петербург: Лань, 2003. - 496 с.
9. Кирсанов, Г.Н. Руководство по курсовому проектированию металлорежущих инструментов/Г.Н. Кирсанов. –М.: Машиностроение, 1986. – 288 с.
10. Клепиков В. В. Технология машиностроения / В. В. Клепиков, А. Н. Бодров. - Москва: ФОРУМ: ИНФРА-М, 2004. - 859 с.
11. Маслов А. Р. Приспособления для металлообрабатывающего инструмента/А. Р. Маслов. -Москва: Машиностроение, 2002. - 251 с.
12. Краткий справочник металлиста/А. Е. Древаль [и др.]. - Москва : Машиностроение, 2005. - 959 с.

13. Панов, А.А. Обработка металлов резанием/ А.А. Панов[и др.] – М.:Машиностроение, 2005. - 784с.
14. Режущий инструмент/ Д. В. Кожевников [и др.]. - Москва:Машиностроение, 2004. - 511 с.
15. Режущий инструмент/Д. В. Кожевников [и др.].- Москва: Машиностроение, 2005. - 526 с.
16. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х кн. Кн. 1/ А.Г. Косилова [и др.]; под редакцией А.М. Дальского [и др.]. - М: Машиностроение-1, 2001 г., 912 с.
17. Справочник технолога - машиностроителя. В 2-х кн. Кн. 2/ А.Г. Косилова [и др.]; под редакцией А.М. Дальского [и др.]. - М: Машиностроение-1, 2001. - 944 с.
18. Суслов А. Г. Технология машиностроения/А. Г. Суслов. - Москва: Машиностроение, 2007. - 429 с.
19. Таймингс, Р. Машиностроение. Режущий инструмент. Карманный справочник/ Р. Таймингс; – М.: Додэка-XXI, 2008.- 336 с.
20. Тайц, В. Г. Технология машиностроения и производство подъемно-транспортных, строительных и дорожных/В. Г. Тайц, В. И. Гуляев. - Москва:Академия, 2007. - 365 с.

ПРИЛОЖЕНИЯ

1. Маршрутная карта технологического процесса.
2. Операционные карты.
3. Спецификация к чертежу цанговой оправки
4. Спецификации к резцу

Формат	Зона	Лист	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
<i>Документация</i>						
A1			18.БР.ОТМП.403.60.00.000.СБ	Сборочный чертеж	1	
<i>Детали</i>						
		1	18.БР.ОТМП.403.60.00.001.	Корпус	1	
		2	18.БР.ОТМП.403.60.00.002.	Цанга	1	
		3	18.БР.ОТМП.403.60.00.003.	Центровик	1	
		4	18.БР.ОТМП.403.60.00.004.	Штифт	1	
		5	18.БР.ОТМП.403.60.00.005.	Крышка	1	
		6	18.БР.ОТМП.403.60.00.006.	Тяга	1	
		7	18.БР.ОТМП.403.60.00.007.	Шток	1	
		8	18.БР.ОТМП.403.60.00.008.	Корпус	1	
		9	18.БР.ОТМП.403.60.00.009.	Цилиндр	1	
		10	18.БР.ОТМП.403.60.00.010.	Заглушка	2	
		11	18.БР.ОТМП.403.60.00.011.	Поршень	1	
		12	18.БР.ОТМП.403.60.00.012.	Втулка	1	
		13	18.БР.ОТМП.403.60.00.013.	Муфта	1	
<i>Стандартные изделия</i>						
		14		Гайка А М16 x 1.7Н353.019.3 ГОСТ 11871-75	1	
		15		Шайба 16 Л 65ГО29 ГОСТ 6402-70	1	
18.БР.ОТМП.403.60.00.000.СП						
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		
Разраб.	Вакулов				Лит.	Лист
Проб.	Расторгуев					1
Н.контр.	Виткалов				Листов	
Утв.	Лозинов				2	
Цанговая оправка					ТГУ ИМ гр. ТМбз-1331Д	
Копировал					Формат А4	

