

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Тольяттинский государственный университет»

Институт машиностроения  
(наименование института полностью)

Кафедра «Оборудование и технологии машиностроительного производства»  
(наименование)

15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение  
машиностроительных производств»  
(код и наименование направления подготовки, специальности)

Технология машиностроения  
(направленность (профиль)/ специализация)

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА  
(БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)**

на тему Технологический процесс изготовления корпуса опоры шпинделя

Студент	<u>И.М. Макаров</u> (И.О. Фамилия)	_____ (личная подпись)
Руководитель	<u>к.т.н., доцент В.А. Гуляев</u> (ученая степень, звание, И.О. Фамилия)	_____
Консультант	<u>к.э.н., доцент Н.В. Зубкова</u> (ученая степень, звание, И.О. Фамилия)	_____

Тольятти 2021

## Аннотация

В настоящей выпускной квалификационной работе предлагается разработка технологического процесса изготовления корпуса опоры шпинделя. В составе выпускной квалификационной работы содержится пояснительная записка, которая включает в себя 47 страниц: 17 таблиц, 9 рисунков; приложений и графическую часть, которая включает в себя 8 листов А1.

Работа состоит из пяти разделов. В бакалаврской работе рассматриваются вопросы, связанные с решением поставленных задач при анализе исходных данных.

- спроектирована заготовка из штамповки с припусками, рассчитанными аналитическим методом нормальной точности;
- использованы высокопроизводительные станки с ЧПУ и полуавтоматы, так как при среднесерийном типе производства это является более продуктивным;
- для токарной обработки спроектирован патрон токарный 3-х кулачковый клиновый;
- для существенного увеличения стойкости и производительности применен комбинированный инструмент;
- применена высокопроизводительная оснастка с механизированным приводом;
- предложены мероприятия по обеспечению безопасности и экологичности технического объекта в виде технологического процесса;
- проведен анализ экономической эффективности после внесения предлагаемых изменений в технологическом процессе.

## Содержание

Введение.....	4
1 Определение задач работы на базе анализа исходных данных.....	6
1.1 Служебное назначение детали.....	6
1.2 Задачи работы.....	10
2 Разработка технологии изготовления.....	12
2.1 Проектирование заготовки и методов обработки.....	12
2.2 Проектирование технологической операции.....	18
3 Разработка специальной технологической оснастки.....	26
3.1 Разработка станочного приспособления.....	26
3.2 Разработка контрольного приспособления.....	30
4 Безопасность и экологичность технического объекта.....	33
4.1 Конструктивно-технологическая и организационно-техническая характеристики рассматриваемого технического объекта.....	33
4.2 Идентификация профессиональных рисков.....	33
4.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков.....	34
4.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта.....	35
4.5 Обеспечение экологической безопасности технического объекта.....	36
5 Экономическая эффективность работы.....	39
Заключение.....	44
Список используемых источников.....	45
Приложение А. Маршрутная карта.....	48
Приложение Б. Операционные карты.....	53
Приложение В. Спецификация к станочному приспособлению.....	60

## Введение

Современное производство характеризуется, как правило, небольшими объемами выпуска деталей [3]. Это касается, в том числе, многих элементов технологического оснащения, особенно заготовительного производства [16]. Например, элементы пресс-форм изготавливаются небольшими сериями. Поэтому изготовление сложных по форме деталей из труднообрабатываемых материалов с высокой эффективностью является одной из актуальных задач современного производства [11].

Особенностью этих деталей является сложная формующая поверхность с высокими техническими требованиями по износостойкости [23]. Поиск технологических решений, которые бы обеспечили выполнение всех этих требований, является важной задачей при проектировании технологии изготовления таких деталей. Задачей современного машиностроения является необходимость при проектировании технологии использовать возможности современного высокоточного высокоскоростного автоматизированного оборудования, которое обеспечивает концентрацию технологических переходов различного назначения [7]. Это возможно на современных многоцелевых станках, токарно-фрезерных центрах. С учетом этого предлагается технология изготовления корпуса опоры шпинделя для условий среднесерийного производства.

Эффективность технологической подготовки производства при проектировании технологического процесса изготовления любой детали является обязательным элементом обеспечения конкурентоспособности машиностроительной продукции [15]. Доля затрат на проектирование технологии для серийного производства может составлять 50% от общей трудоемкости. При этом эффективность предложенных технологических решений зависит от уровня машиностроительного производства, квалификации задействованных рабочих, уровня оснащенности современными инструментальными и зажимными приспособлениями [22].

Проектирование технологии усложняется для деталей, которые имеют сложную конструктивную форму, а также большое количество высокоточных поверхностей. Задача обеспечения технических условий чертежа усложняется при необходимости обеспечения точного взаимного расположения комплексов таких поверхностей [6]. Одним из примеров таких деталей является корпус опоры шпинделя.

Основная трудность при изготовлении корпусов – это изготовления основных отверстий и установочных плоскостей. Из-за высоких требований по точности размеров и расположения, а также обычно высоких требований по форме отверстия, требуются особые технологические методы растачивания [20]. Обработка стандартным инструментом в данном случае не обеспечивает необходимых технических требований чертежа.

В работе проектируется технология изготовления корпуса опоры шпинделя с разработкой оснастки для обработки заготовки на первой операции технологического процесса и основных отверстий с высокой точностью и производительностью.

# 1 Определение задач работы на базе анализа исходных данных

## 1.1 Служебное назначение детали

Основным элементом опоры шпинделя является корпус, так как он служит платформой, где располагаются все составляющие сопрягаемые элементы узла механизма [1]. Фрагмент узла опоры шпинделя представлен на рисунке 1.

По поверхности 8 в узле опоры шпинделя устанавливается корпус. Сопрягаемый фланец упирается в торец 6. Вал установлен с помощью подшипников в центральном отверстии 1. По отверстиям 78 сам корпус крепится к опоре шпинделя. Для смазки устанавливается штуцер по отверстию 13. Сливной патрубок установлен по отверстию 26. Силовые кабели проводятся через отверстие 90. По резьбе 59 винтами закреплен счетчик оборотов в пазу 57. Прижимные планки для трубок закрепляются по резьбе 46 и 49 винтами к корпусу с торца. Для слива масла закреплен штуцер по резьбе 80 винтами к корпусу с нижнего торца. Статор крепится винтами по отверстиям 73. Уплотнительная крышка крепится винтами по отверстиям 82. Прижимные планки крепятся винтами по отверстиям 74. Шпильки устанавливаются по отверстиям 61 и 62. Еще одна крышка под уплотнение крепится винтами по отверстиям 85.

Корпус в соответствие со своим служебным назначением имеет высокие требования материалу и точности обработки [18]. Выбираем в качестве материала для заготовки сталь 40ХГНМ по ГОСТу 1414-75 [12, 13]. Этот материал обладает всеми необходимыми для выполнения деталию своего служебного назначения параметрами. Химический состав и физико-механические свойства выбранного материала представлены в таблицах 1 и 2.

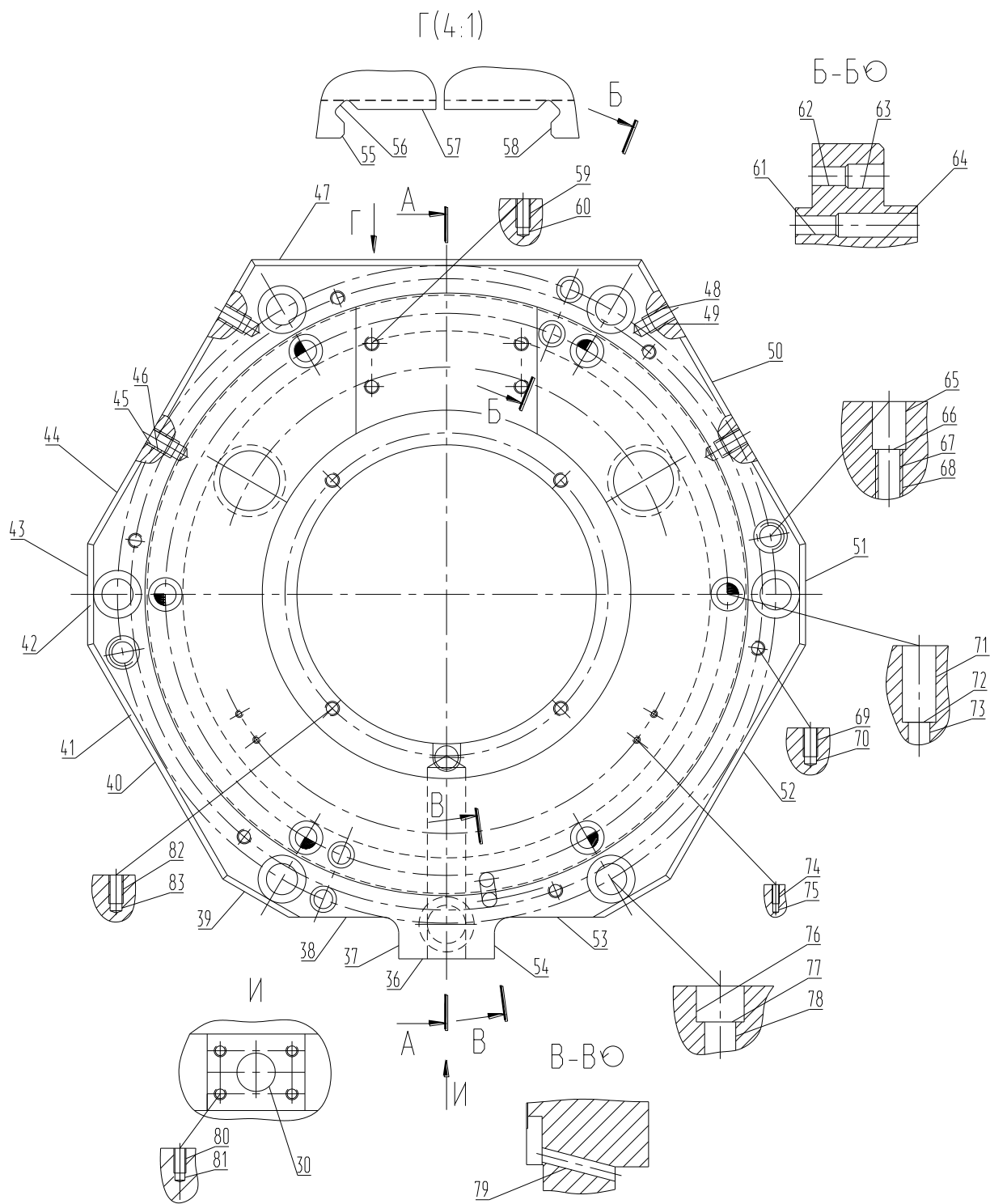


Рисунок 1 – Фрагмент узла

Таблица 1 – «Химический состав

Элемент	C	S	P	Cr	Mn	Ni	Mo	Si
Содержание, %	0.37- 0.43	0.035	0.035	0,6-0,9	0,5-0,8	0,7-1,1	0,15- 0,25	0.17-0.37» [21]

Таблица 2 – Физико-механические свойства

Параметр	$\sigma_T$	$\sigma_B$	$\delta_5$	$\psi$	KCU	HB
Единицы измерения	МПа	МПа	%	%	Дж/см <sup>2</sup>	-
Значение	835	980	12	40	88	180

В таблице 2 для выбранного материала обозначено: «временное сопротивление разрыву ( $\sigma_B$ ); предел текучести ( $\sigma_T$ ); относительное сужение ( $\psi$ ); ударная вязкость (KCU); твердость (HB); относительное удлинение ( $\delta$ ). Можно сделать вывод, что параметры выбранного материала для заготовки и соответственно для детали полностью удовлетворяют служебному назначению рассматриваемой детали» [21].

«Далее необходимо провести классификацию поверхностей детали с целью выявления их функционального назначения при выполнении детали своего служебного назначения. Данные классификации сведем в таблицу 3.

Таблица 3 – Классификация поверхностей

Вид поверхностей	Номера (на рисунке 3)
Исполнительные (ИП)	1
Основные конструкторские базы (ОКБ)	8, 10
Вспомогательные конструкторские базы (ВКБ)	3, 6, 13, 19, 23, 28, 27, 26, 85, 90, 58, 57, 44, 50, 46, 48, 52, 61, 66, 67, 72, 73, 69, 74, 77, 78, 80, 30, 82, 59, 30
Свободные (СП)	Все остальные» [21]



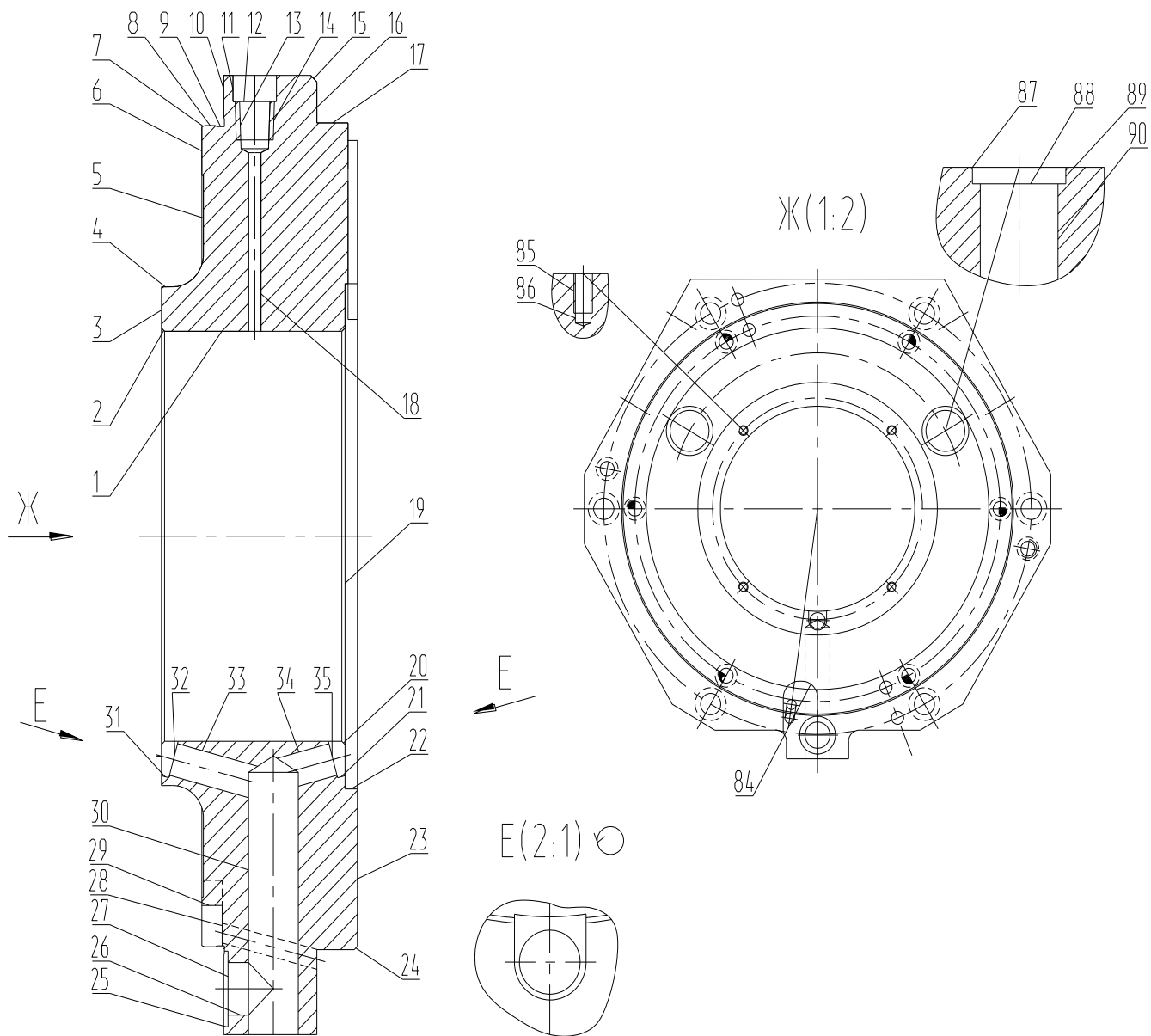


Рисунок 2 – Систематизация поверхностей

Корпус с точки зрения общей конфигурации также можно считать технологичным. После качественного анализа технологичности корпуса предлагается получать заготовку методом горячей объемной штамповки [2]. Определим максимальные значения параметров для обрабатываемых поверхностей по качеству (IT3 на поверхность 8), по шероховатости ( $Ra\ 0,2$  на поверхность 1), по биению ( $0,002\ \text{мм}$  поверхности 10 относительно поверхности 1), по параллельности ( $0,002\ \text{мм}$  поверхности 6 относительно поверхности 10). Все приведенные жесткие требования к поверхностям

позволяют их обеспечить при обработке на станках с нормальной точностью. Поверхности корпуса имеют свободный доступ к местам обработки. Правила единства и постоянства выбранных баз выполняются благодаря совпадению на большинстве технологических операциях технологических и измерительных баз [4].

## **1.2 Задачи работы**

В работе предстоит решить комплекс задач совершенствования технологического процесса.

Провести количественный и качественный анализ технологичности детали. Осуществить выбор материала для заготовки. Проанализировать базовый технологический процесс и на основании его недостатков предложить мероприятия по совершенствованию и разработать новый технологический процесс.

Выбрать тип производства. Выбрать метод получения заготовки и провести расчет припусков.

После качественного анализа технологичности корпуса предлагается получить заготовку методом горячей объемной штамповки.

Обосновать средства технологического оснащения.

Предложить режимы резания для всех технологических операций. Резьбу нарезать на сверлильной операции с ЧПУ.

Слесарную операцию заменить электрохимической, что в итоге должно привести к уменьшению штучного времени.

Шлифовальные операции оптимизировать путем изменения последовательности и содержания переходов. На этих операциях использовать специальные марки шлифовального круга такие, как сложнолегированный корунд 91А.

Предложить к использованию соответствующие приспособления с изменениями относительно базовых. Для сверлильной операции разработать

высокопроизводительную специальную и специализированную оснастку с гидравлическим или пневматическим приводом.

Спроектировать контрольное приспособление для контроля биения.

Спроектировать патрон клиновый с торцовым поджимом с механизированным приводом.

Предложить мероприятия по обеспечению производственной и экологической безопасности технического объекта в виде технологического процесса.

Рассчитать экономический эффект после реализации предлагаемых изменений в технологическом процессе.

Для реализации поставленных задач предлагаются следующие разделы пояснительной записки.

В разделе были проанализированы исходные данные для разработки нового технологического процесса изготовления рассматриваемой детали. В результате проведения количественного и качественного анализа была доказана технологичность детали при рассмотрении ее конструктивных и геометрических особенностей. Была предложена классификация поверхностей детали. Исходя из служебного назначения детали, был выбран материал для заготовки и показаны его основные свойства. В разделе была заложена основа для дальнейшей разработки предлагаемого техпроцесса.

## 2 Разработка технологии изготовления

### 2.1 Проектирование заготовки и методов обработки

В задании на выпускную квалификационную работу в качестве исходных данных указана программа выпуска 20000 деталей в год и двухсменный график работы при изготовлении детали, а также масса детали 2,79 кг. Поэтому, пользуясь известными справочными источниками [8, 21], можно «определить тип производства как среднесерийное. Соответственно с выбранным типом производства необходимо строить технологический процесс изготовления детали по форме организации как поточный или переменнo-поточным; выбрать универсальное и специальное оборудование» [21], автоматы, специальный режущий инструмент, автоматизированную оснастку, известный мерительный инструмент; в технологическом процессе оборудование необходимо размещать по ходу. Исходя из физико-механических свойств выбранного материала для детали сталь 40ХГНМ, а также пространственно-геометрическую форму корпуса опоры шпинделя, целесообразно выбрать метод получения заготовки, сравнивая два метода – штамповка или прокат [9]. Определим массу заготовки при штамповке и массу заготовки при прокате и проведем технико-экономическое обоснования выбора метода получения заготовки и остановиться на одном из них. Массу заготовки при штамповке  $M_{Ш}$  определять будем, рассчитывая объем. Объем заготовки из штамповки определим по формуле:

$$V = \frac{\pi}{4} \cdot d_{ЭЛ}^2 \cdot l_{ЭЛ} \text{ мм}^3 \quad (1)$$

где  $d_{ЭЛ}$  – диаметр элемента;

$l_{ЭЛ}$  – длина элемента (рисунок 3).

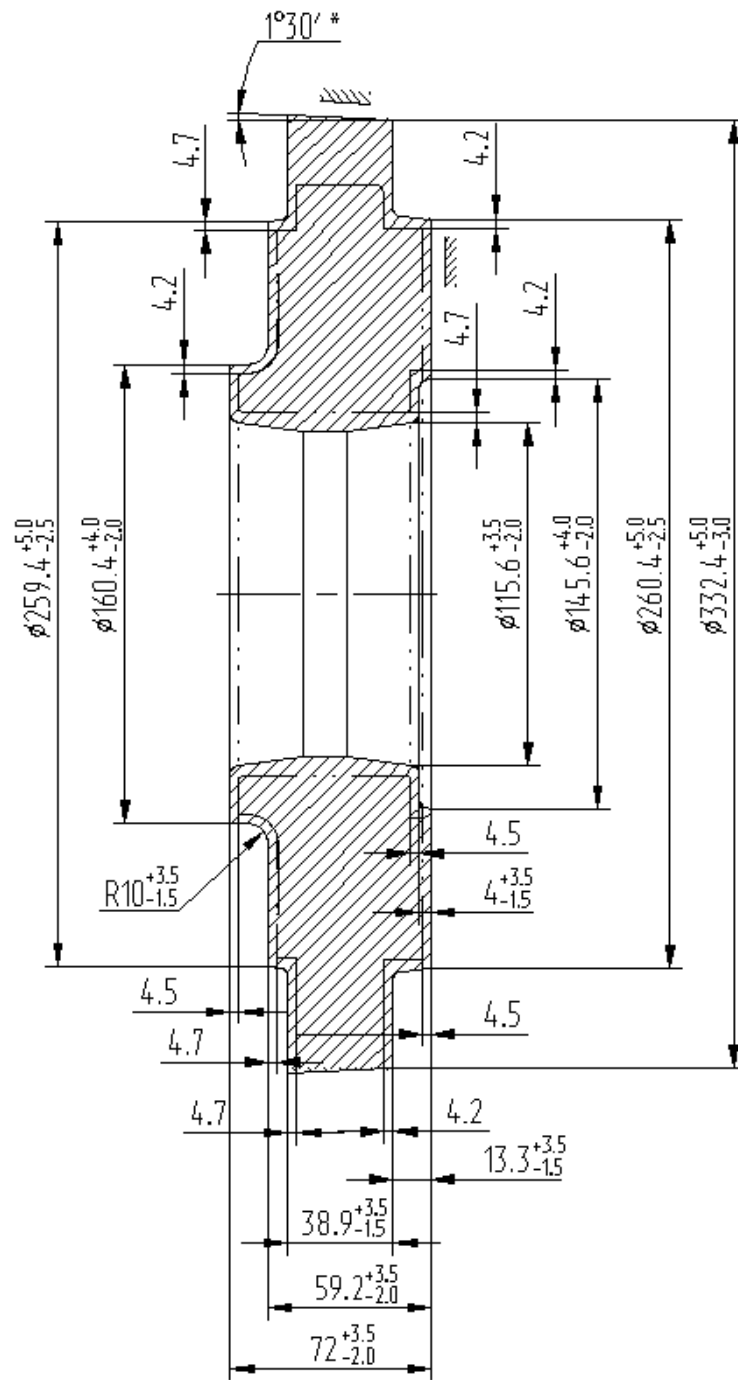


Рисунок 3 – Эскиз заготовки

Получим:

$$V = \frac{\pi}{4} \cdot (160,4^2 \cdot 12,8 + 259,4^2 \cdot 7 + 332,4^2 \cdot 38,9 + 260,4^2 \cdot 13,3 - 115,6^2 \cdot 68 - 145,6^2 \cdot 4 = 3930285 \text{ мм}^3.$$

«Масса заготовки определяется по формуле:

$$M_3 = V \cdot \gamma, \quad (2)$$

где  $M_3$  – масса заготовки, кг;

$V$  – объем, мм<sup>3</sup>;

$\gamma$  – плотность чугуна, кг/м<sup>3</sup>» [21].

Тогда получим:

$$M_3 = 3930285 \cdot 7,0 \cdot 10^{-6} = 30,8 \text{ кг.}$$

«Коэффициент использования материала на литую заготовки определим по формуле:

$$K_{ИМ} = \frac{M_{Д}}{M_3} \quad (3)» [21]$$

Получим:

$$K_{ИМ} = \frac{21}{30,8} = 0,68.$$

При разработке схем базирования сначала указываются черновые базы для дальнейшей подготовки чистовых баз [25]. Целесообразно применить самоцентрирующее приспособление при зажиме заготовки для обеспечения требуемой при обработке точности как в осевом направлении, так и в диаметральном направлении.

На токарных операциях базами будут 23, 43, 3 и 1 поверхности. На операции при обработке правого конца детали базы – 23 и 43 поверхность. На токарной операции при обработке левого конца детали базы – 3 и 1 поверхности. На сверлильной операции базами будут 3 и 1 поверхности. При обработке на торцевнутришлифовальной операции – 3 и 8. На плоскошлифовальной операции – 3 поверхность.

В таблице 4 показаны методы обработки и последовательность.

Таблица 4 – Маршрут обработки

Операция	База	Поверхности	IT	Ra, мкм
005	43, 23	1, 3, 4, 6, 8, 10	13	12,5
010	1, 3	43, 16, 17, 23, 19, 22	13	12,5
015	43, 23	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10	11	6,3
020	1, 3	43, 19, 20, 22, 23, 24	11	6,3
		16, 17	11	3,2
025	8, 3	1, 23	8	1,6
030	23	3	8	1,6
035	1, 23	8, 10	8	1,6
040	1, 23	6	8	1,6
055	1, 3	36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 47, 50, 51, 52, 53, 54	13	6,3
060	1, 3	55, 56	13	6,3
		57, 58	10	6,3
065	1, 3	45, 48, 81, 30, 18, 13, 11,	13	6,3
		12	13	6,3
		46, 49, 80, 14	10	6,3
070	1, 3	65,66,67,71,72,73,76,77,78,61,62,63,64,79,34,35,21	13	6,3
075	1, 3	60, 70, 83, 75,	13	6,3
		59, 69, 82, 74, 68	10	6,3
080	1, 3	86, 31, 32, 33, 25, 26, 87, 88, 89, 84, 28, 29	13	6,3
		85, 90	13	6,3
		27	10	6,3
105	8, 3	1	6	0,8
		19	8	3,2
110	1, 3	58	6	1,6
		57	8	1,6
115	1, 23	8,10	6	0,8
120	1, 23	6	6	0,8
140	8, 3	1	4	0,2
145	1, 23	8,10	3	0,4
150	1, 23	6	3	0,4

По указанному маршруту обработки разрабатывается план обработки, где для каждой операции изображается эскиз детали в том пространственном

положении, в котором происходит механическая обработка, а также указываются для операционных размеров технологические допуски [17]. В таблице 5 указано технологическое оснащение для реализации плана обработки.

Таблица 5 – Выбор СТО

Операция	Оборудование	Приспособление	Инструмент
005, 010 Токарная (черновая)	Токарный с ЧПУ ВСТ-625-21 CNC34	Патрон токарный 3-х кулачковый ГОСТ 2675-80	Резец токарный проходной сборный с механическим креплением твердосплавных пластин. Пластина 3-х гранная, Т5К10 $\varphi=92^\circ$ , $\varphi_1=8^\circ$ , $\lambda=0$ , $\alpha=11^\circ$ h=25 b=25 L=125 Резец токарный расточной сборный с механическим креплением твердосплавных пластин. Пластина 3-х гранная, Т5К10 $\varphi=92^\circ$ , $\varphi_1=8^\circ$ , $\lambda=0$ $\alpha=11^\circ$ h=20 b=20 L=140
015, 020 Токарная (чистовая)			Резец токарный проходной сборный с механическим креплением твердосплавных пластин. Пластина Т15К6, $\varphi=93^\circ$ , $\varphi_1=27^\circ$ , $\lambda=-2^\circ$ , $\alpha=11^\circ$ h=25 b=25 L=125 Резец токарный расточной сборный с механическим креплением твердосплавных пластин. Пластина Т15К6, $\varphi=93^\circ$ , $\varphi_1=27^\circ$ , $\lambda=-2^\circ$ , $\alpha=11^\circ$ h=20 b=20 L=140
030 Плоскошлифовальная	Плоскошлифовальный с ЧПУ 3Е711ВФ3-1	Стол магнитный	Круг шлифовальный 1 450x80x203 91А F46 L 9 V А 35 м/с 2 кл. ГОСТ Р 52781-2007
035, 040 Торцелруглошлифовальная	Универсальный внутришлифовальный п/а 3М227ВФ2S	Патрон цанговый	
055, 060 Фрезерная	Горизонтально-фрезерный станок с ЧПУ EXTRON LH-75R	Приспособление специальное самоцентрирующее с гидроприводом	Фреза торцовая насадная $\varnothing 160$ z=16 ГОСТ 9473-80, со вставными ножами Т5К10. Фреза торцовая насадная $\varnothing 100$ z=12 ГОСТ 9304-69, Р6М5К5 Фреза одноугловая $45^\circ$ $\varnothing 63$ Z=22, ТУ2-035-526-76, Р6М5К5



Продолжение таблицы 5

Операция	Оборудование	Приспособление	Инструмент
065 Сверлильня			Сверло Ø 16 ГОСТ 10902-77 P6M5K5. Свела спиральные комбинированные Ø 7; Ø 4; Ø 14 P6M5K5. Метчик машинный М8 ГОСТ 3266-81, P6M5K5 Метчик конический К1/8'' ГОСТ 3266- 81, P6M5K5
070, 075, 080 Сверлильня	Вертикальн й сверлильно- фрезерно- расточной станок с ЧПУ 500VS		Свела спиральные комбинированные P6M5K5. Ø11/Ø14; Ø13/Ø20; Ø9/Ø14; Ø7,8/Ø10; Ø10/Ø12; Ø6 Свела спиральные комбинированные Ø5; Ø2,5; Ø 14 P6M5K5. Метчик машинный М3, М6, М12 ГОСТ 3266-81, P6M5K5
105 Торцекругл ошлифовал ьная	Универсальн ый внутришлифо вальный п/а 3M227ВФ2S	Патрон мембранный	Круг шлифовальный 5 80x15x18 91А F60 М 7 V А 35 м/с 2 кл. ГОСТ Р 52781-2007
110 Плоскошли фовальная	Плоскошлифо вальный с ЧПУ 3E711ВФ3-1	Приспособлени е специальное самоцентрирую щее с гидроприводом	
115 Торцекругл ошлифовал ьная	Торцекругло шлифовальны й врезной полуавтомат 3Т153F1	Патрон цанговый	
120 Торцекругл ошлифовал ьная	Универсальн ый внутришлифо вальный п/а 3M227ВФ2S		
140 Внутришли фовальная		Патрон мембранный	
145 Торцекругл ошлифовал ьная	Торцекругло шлифовальны й врезной полуавтомат 3Т153F1	Патрон цанговый	
150 Торцекругл ошлифовал ьная	Универсальн ый внутришлифо вальный п/а 3M227ВФ2S		

Далее необходимо указать использование в технологическом процессе контрольных приспособлений – это «калибр-скоба ГОСТ 18355-73, шаблон ГОСТ 2534-79, калибр-пробка ГОСТ14827-69, приспособление мерительное с индикатором» [25].

## 2.2 Проектирование технологической операции

Проведем расчет припусков на самую точную цилиндрическую поверхность  $\varnothing 250^{+0,020}_{+0,010}$  – шейка. Для получения данной поверхности необходимо черновое растачивание, чистовое растачивание и шлифование [10]. Используемое оборудование – токарный с ЧПУ ВСТ-625-21 CNC34 со специальным приспособлением. Результаты представлены в таблице 6.

Таблица 6 – Припуски на  $\varnothing 250^{+0,020}_{+0,010}$  (в миллиметрах)

Переход	Элементы припуска				2Z min	Td/IT	Размеры		Припуски	
	Rz <sup>i-1</sup>	h <sup>i-1</sup>	Δ <sup>i-1</sup>	ε <sub>уст</sub> <sup>i-1</sup>			D <sup>i</sup> max	D <sup>i</sup> min	2Z max	2Z min
штамповать	320	300	2140	-	-	7500 16	256,764	264,264	-	-
точить	50	50	128	580	5674	720 13	251,090	251,810	13,17 4	4,954
точить	25	25	85	120	551	290 11	250,539	250,829	1,271	0,261
шлифовать	10	20	43	40	288	72 8	250,251	250,323	0,578	0,216
шлифовать	5	15	21	20	155	29 6	250,096	250,125	0,227	0,126
шлифовать	2	10	11	10	86	10 3	250,010	250,020	0,115	0,076

На основании полученных результатов в таблице 6 можно их показать в графическом виде (рисунок 5).

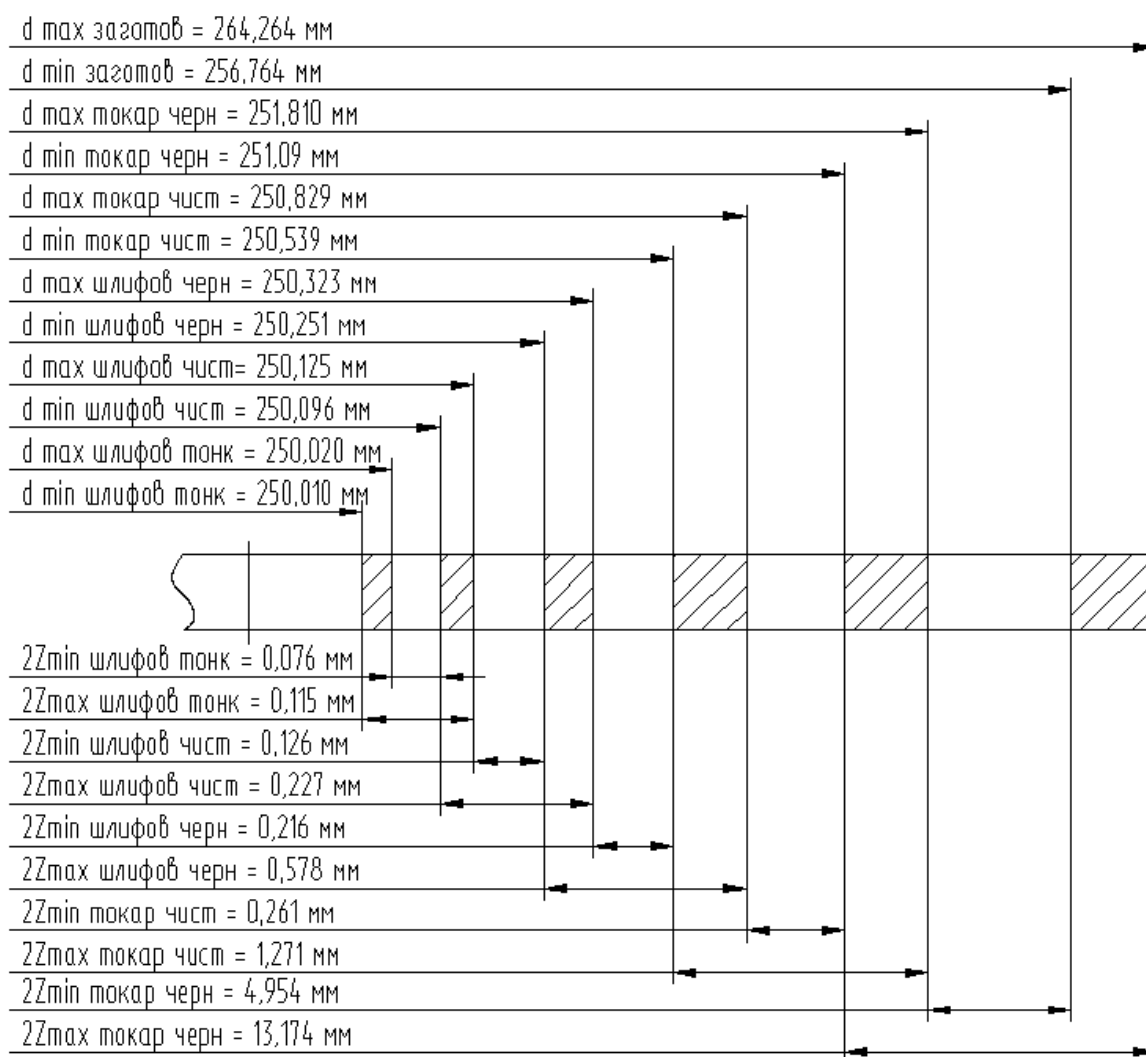


Рисунок 5 – Схема припусков, допусков и операционных размеров на

$$\varnothing 250^{+0,020}_{+0,010}$$

С помощью аналитического подхода проведем расчет режимов резания на 015 операцию (токарную). В качестве исходных данных для дальнейшего расчета принимаем рассматриваемую деталь, материал из которого она изготавливается, способ получения заготовки и средства технического и технологического оснащения для ее изготовления. Исходные данные представлены в таблице 7.

Таблица 7 – Исходные данные для 015 операции

Исходные данные								
Деталь	Материал		Заготовка		Приспособление		Жесткость	
Корпус	Сталь 40ХГНМ		Штамповка		Патрон 3-х кулачковый		Средняя	
Обработка поверхностей на первом переходе								
Ø152 <sup>-0,25</sup>	Ø220 <sup>-0,29</sup>	Ø250,9 <sup>-0,29</sup>	R10 <sup>-0,2</sup>	43,7±0,06	50,7±0,06	R0.5	Ø249,5 <sup>-0,29</sup>	
Обработка поверхностей на втором переходе								
Ø 124,1 <sup>+0,25</sup>				1x45°				
Переход	Резец токарный сборный							
	h, мм	b, мм	L, мм	Пластина	φ, °	φ <sub>1</sub> , °	λ	α, °
1	25	25	125	Т15К6	93	27	- 2	11
2	20	20	140					

Расчетная скорость резания определяется по формуле:

$$V = \frac{C_U}{T^{m \cdot t^x \cdot s^y}} \cdot K_U, \quad (4)$$

«где  $C_U$  равен 420;

$T$  – стойкость равна 60 мин;

$t$  – глубина резания, мм;

$m$  равно 0,2,  $x$  равно 0,15,  $y$  равно 0,20;

$K_U$  примем равным 0,91» [21].

При точении:

$$V_1 = \frac{420}{60^{0,2} \cdot 0,65^{0,15} \cdot 0,25^{0,20}} \cdot 0,91 = 237,2 \text{ м/мин.}$$

При растачивании:

$$V_2 = \frac{420}{60^{0,2} \cdot 0,65^{0,15} \cdot 0,25^{0,20}} \cdot 0,91 \cdot 0,9 = 213,5 \text{ м/мин.}$$

Частота вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}. \quad (5)$$

где  $V$  – расчетная скорость, м/мин.

На первом переходе при точении Ø152 получим:

$$n_1 = \frac{1000 \cdot 237,2}{3,14 \cdot 152} = 497 \text{ мин}^{-1}.$$

На втором переходе при точении  $\varnothing 250,9$  получим:

$$n_2 = \frac{1000 \cdot 237,2}{3,14 \cdot 250,9} = 301 \text{ мин}^{-1}.$$

На третьем переходе при подрезке торца  $\varnothing 325,3$  получим:

$$n_3 = \frac{1000 \cdot 237,2}{3,14 \cdot 325,3} = 232 \text{ мин}^{-1}.$$

На четвертом переходе при растачивании  $\varnothing 124,1$  получим:

$$n_4 = \frac{1000 \cdot 213,5}{3,14 \cdot 124,1} = 547 \text{ мин}^{-1}.$$

При бесступенчатом регулировании, согласно паспортных данных рассматриваемого станка, его фактическая частота вращения может быть:

$$n_1 = 500 \text{ мин}^{-1}.$$

$$n_2 = 315 \text{ мин}^{-1}.$$

$$n_3 = 250 \text{ мин}^{-1}.$$

$$n_4 = 500 \text{ мин}^{-1}.$$

Тогда фактическую скорость, исходя из этого можно рассчитать так:

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000}. \quad (6)$$

На первом переходе при точении  $\varnothing 152$  получим:

$$V_1 = \frac{\pi \cdot D \cdot n_1}{1000} = \frac{3,14 \cdot 152 \cdot 500}{1000} = 238,6 \text{ м/мин.}$$

На втором переходе при точении  $\varnothing 250,9$  получим:

$$V_2 = \frac{\pi \cdot D \cdot n_2}{1000} = \frac{3,14 \cdot 250,9 \cdot 315}{1000} = 248,1 \text{ м/мин.}$$

На третьем переходе при подрезке торца  $\varnothing 325,3$  получим:

$$V_3 = \frac{\pi \cdot D \cdot n_3}{1000} = \frac{3,14 \cdot 325,3 \cdot 250}{1000} = 255,3 \text{ м/мин.}$$

На четвертом переходе при растачивании  $\varnothing 124,1$  получим:

$$V_4 = \frac{\pi \cdot D \cdot n_4}{1000} = \frac{3,14 \cdot 124,1 \cdot 500}{1000} = 194,8 \text{ м/мин.}$$

Силую составляющую силы резания определим по формуле:

$$P_Z = 10 \cdot C_P \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_P, \quad (7)$$

«где  $C_P$  – равен 300;

$x, y, n$  – равны 1,0, 0,75, - 0,15;

$K_P$  – коррекция» [23].

$$K_P = K_{MP} \cdot K_{\phi P} \cdot K_{\gamma P} \cdot K_{\lambda P} \cdot K_{rP}, \quad (8)$$

«где  $K_{MP}, K_{\phi P}, K_{\gamma P}, K_{\lambda P}$  и  $K_{rP}$  равны 1,22, 0,89, 1,0, 1,0 и 1,0» [21].

Получим

$$P_Z = 10 \cdot 300 \cdot 0,65^{1,0} \cdot 0,25^{0,75} \cdot 255,3^{-0,15} \cdot 1,22 \cdot 0,89 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 326 \text{ Н.}$$

Тогда мощность будет:

$$N = \frac{P_Z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{326 \cdot 255,3}{1020 \cdot 60} = 1,35 \text{ кВт.}$$

Станок ВСТ-625-21 CNC34 имеет номинальную мощность 8,8 кВт, что намного больше требуемой (1,35 кВт). Соответственно, можно сделать вывод, что обработка на 015 токарной операции с использованием предлагаемых СТО возможна.

При проведении расчетов в качестве исходных данных были приняты параметры рассматриваемой детали, материал из которого она изготавливается, способ получения заготовки и средства технического и технологического оснащения для ее изготовления.

Режимы резания для остальных технологических операций будем определять табличным методом [21] и результаты отметим в таблице 8.

Таблица 8 – Режимы резания

Операция	Переходы	Глубина резания $t$ , мм	Табличная подача, скорректированная по паспорту станка $S$ , мм/об	Табличная скорость резания с учетом поправочных коэффициентов $V_T$ , м/мин	Частота вращения шпинделя, соответствующая табличной скорости $v_r$ , об/мин	Принятая частота вращения шпинделя $n_{пр}$ , об/мин	Действительная скорость резания $V_{пр}$ , м/мин
005	точить $\varnothing 153,3$	1,8	0,6	120	249	250	120,3
	точить $\varnothing 252,2$	1,8	0,6	120	151	160	126,7
	точить до $\varnothing 332,4$	1,8	0,6	120	114	125	130,5
	расточить $\varnothing 122,8$	1,8	0,6	110	285	315	121,5
010	точить $\varnothing 325,3$	1,8	0,6	120	117	125	127,7
	точить $\varnothing 253,3$	1,8	0,6	120	150	160	127,2
	расточить $\varnothing 152,7$	1,8	0,6	110	229	250	119,8
015	точить $\varnothing 152$	0,65	0,25	237,2	497	500	238,6
	точить $\varnothing 250,9$	0,65	0,25	237,2	301	315	248,1
	точить до $\varnothing 325,3$	0,65	0,25	237,2	232	250	255,3
	расточить $\varnothing 124,1$	0,65	0,25	213,5	547	500	194,8
020	точить $\varnothing 324$	0,65	0,25	237,2	233	250	254,3
	точить $\varnothing 252$	0,65	0,25	237,2	299	315	249,2
	расточить $\varnothing 154$	0,65	0,25	213,5	441	400	193,4
025	шлифовать $\varnothing 124,6$	0,25	3800* 0,010* <sup>2</sup>	45	115	115	45
	шлифовать. торец до $\varnothing 252$	0,25	3200* 0,014* <sup>2</sup>	45	57	57	45
030	шлифовать торец	0,25	0,02* <sup>2</sup> 32* <sup>3</sup>	16	-	-	16
035	шлифовать $\varnothing 250,4$	0,25	1,2/0,25*	45	57	57	45
040	шлифовать торец до $\varnothing 250,4$	0,25	3200* 0,014* <sup>2</sup>	45	57	57	45
055	фрезеровать плоскости фрезой $\varnothing 160$	5,0	0,1-16	150	298	315	158,2
	фрезеровать плоскости фрезой $\varnothing 100$	5,0	0,08-12	80	254	250	78,5
	фрезеровать фаски фрезой $\varnothing 63$	2,0	0,05-22	70	353	315	62,3
060	фрезеровать плоскости фрезой $\varnothing 125$	2,3	0,1-12	160	407	400	157,0
	фрезеровать плоскости фрезой $\varnothing 125$	0,5	0,04-12	250	636	630	247,2
	фрезеровать канавки фрезой $\varnothing 100$	1,6	0,02-48	60	191	200	62,8
065	сверлить $\varnothing 7$	3,5	0,20	24	1091	1000	22,0
	нарезать резьбу м8	0,5	0,50	8	318	315	7,9
	сверлить $\varnothing 4$	2,0	0,10	20	1592	1600	20,1
	нарезать резьбу м5	0,5	0,50	7,5	477	500	7,8
	сверлить $\varnothing 16$	8,0	0,30	28	557	500	25,1
	сверлить $\varnothing 14$	7,0	0,30	27	614	630	27,6
	сверлить $\varnothing 4$	2,0	0,10	20	1592	1600	20,1
	нарезать резьбу к1/8''	0,5	0,94	8	254	250	7,8

Продолжение таблицы 8

Операция	Переходы	Глубина резания $t$ , мм	Табличная подача, скорректированная по паспорту станка $S$ , мм/об	Табличная скорость резания с учетом поправочных коэффициентов $V_T$ , м/мин	Частота вращения шпинделя, соответствующая табличной скорости $n_T$ , об/мин	Принятая частота вращения шпинделя $n_{пр}$ , об/мин	Действительная скорость резания $V_{пр}$ , м/мин
070	сверлить $\varnothing 11/\varnothing 14$	5,5/1,5	0,28	26	591	500	22,0
	сверлить $\varnothing 13/\varnothing 20$	6,5/3,5	0,30	28	445	400	25,1
	сверлить $\varnothing 9/\varnothing 14$	4,5/2,5	0,25	25	568	500	22,0
	сверлить $\varnothing 7,8/\varnothing 10$	3,9/1,1	0,20	24	764	800	25,1
	сверлить $\varnothing 10/\varnothing 12$	5	0,26	26	690	630	23,7
	зацентровать $\varnothing 5$	2,5	0,15	20	1273	1250	19,6
	сверлить $\varnothing 6$	3	0,15	22	1167	1000	18,8
075	сверлить $\varnothing 5$	2,5	0,15	20	1273	1250	19,6
	нарезать резьбу м6	0,5	0,50	8	424	400	7,5
	сверлить $\varnothing 2,5$	1,25	0,10	16	2038	2000	15,7
	нарезать резьбу м3 нарезать резьбу м12	0,5 1,0	0,50 1,0	7 8	743 212	630 200	5,9 7,5
080	сверлить $\varnothing 5$	2,5	0,15	20	1273	1250	19,6
	нарезать резьбу м6	0,5	0,50	8	424	400	7,5
	сверлить $\varnothing 10/\varnothing 12$	5/1	0,26	25	663	630	23,7
	сверлить $\varnothing 16$	8,0	0,30	28	557	500	25,1
	расточить $\varnothing 23$	3,5	0,25	60	830	800	57,7
	сверлить $\varnothing 25$	12,5	0,35	30	382	315	24,7
	расточить $\varnothing 30$ фрезеровать $\varnothing 20$	2,5 6,5	0,25 0,05-6	60 25	636 398	630 400	59,3 25,1
105	шлифовать $\varnothing 124,86$	0,13	2300* 0,006**2	45	115	115	45
	шлифовать торец до $\varnothing 154$	0,25	2400* 0,014**2	45	93	93	45
110	шлифовать торец	0,25	0,005**2 16**3	16	-	-	16
115	шлифовать $\varnothing 250,14$	0,13	0,9/0,1*	45	57	57	45
120	шлифовать торец до $\varnothing 250,14$	0,13	2000* 0,006**2	45	57	57	45
140	шлифовать $\varnothing 125$	0,07	1500**3 0,003**4	45	115	115	45
145	шлифовать $\varnothing 250$	0,06	0,5/0,05*	45	57	57	45
150	шлифовать торец до $\varnothing 250$	0,07	1500* 0,003**2	45	57	57	45

В таблице 8 обозначено: \*-подача в мм/мин, \*\*-подача в мм/двойной ход стола. Нормы времени на операции приведены в таблице 9.



Таблица 9 – Нормы времени (в минутах)

Операция	$T_0$	$T_B$	$T_{ОП}$	$T_{ШТ-К}$	$T_{П-З}$	$T_{ШТ}$	$n$	$T_{ОБ,О-Т}$
005	3,386	2,641	6,027	0,361	19	6,388	236	6,468
010	3,658	2,608	6,266	0,376	19	6,642		6,722
015	2,084	2,887	4,971	0,298	19	5,269		5,349
020	2,600	2,686	5,286	0,317	19	5,603		5,683
025	1,455	2,686	4,141	0,449	17	4,590		4,662
030	0,640	2,475	3,115	0,274	17	3,389		3,470
035	0,662	2,686	3,348	0,266	17	3,614		3,614
040	0,201	2,568	2,769	0,243	17	3,012		3,084
055	12,967	2,686	15,653	0,939	28	16,592		16,740
060	1,635	2,601	4,236	0,254	20	4,490		4,575
065	2,794	2,819	5,613	0,337	36	5,950		6,102
070	5,387	2,841	8,228	0,494	32	8,722		8,858
075	4,678	2,778	7,465	0,448	30	7,913		8,040
080	2,772	2,797	5,569	0,334	36	5,903		6,055
105	1,249	2,830	4,079	0,358	17	4,437		4,509
110	0,672	2,738	3,410	0,300	17	3,710		3,782
115	0,901	2,830	3,731	0,328	17	4,059		4,131
120	0,338	2,738	3,076	0,270	17	3,346		3,418
140	2,208	2,918	5,126	0,451	17	5,577		5,649
145	0,928	3,095	4,023	0,354	17	4,377		4,449
150	0,673	2,918	3,591	0,316	17	4,226	4,298	

Для рассматриваемой операции 015 токарной чистовой имеем следующее время: 2,084 – машинное  $T_0$ ; 2,887 – на управление станком  $T_B$ ; 4,971 – операционное  $T_{ОП}$ ; 0,298 – на выполнение технологической операции  $T_{ШТ-К}$ ; 19 – на ознакомление с чертежом  $T_{П-З}$ ; 5,269 – штучное  $T_{ШТ}$ ; 5,349 – на удаление стружки и замену инструмента  $T_{ОБ,О-Т}$ .

В разделе был, во-первых, выбран метод получения заготовки. Выбор метода получения заготовки осуществлялся путем сравнительного экономического анализа. Во-вторых, были рассчитаны припуски и допуски для выбора режимов резания на технологических операциях. Определена последовательность обработки, в результате которой получен маршрут. Технические и технологические характеристики маршрута обработки указаны в Приложении А. Маршрутная карта и Приложении Б. Операционные карты. В-третьих, осуществлен выбор средств технического оснащения для каждой составляющей технологической операции и определены нормы времени.

### 3 Разработка специальной технологической оснастки

#### 3.1 Разработка станочного приспособления

В разделе для 010 операции проведем расчет для выбранных параметров обработки клинового патрона, а также его конструкционные особенности. Патрон предназначен для реализации схемы базирования и закрепления заготовки при обработке. Ранее при проектировании 015 операции получено значение главной составляющей силы резания 326 Н.

Необходимо рассчитать усилие зажима заготовки в проектируемом приспособлении, учитывая систему сил, схема которых представлена на рисунке 6. Сила зажима препятствует силе резания, обеспечивая равенство моментов этих сил [24].

Проведем расчет силы зажима заготовки с помощью трех кулачков. Зависимость этой силы от составляющей силы резания определяется с помощью выражения:

$$W_z = \frac{K \cdot P_z \cdot d_1}{f \cdot d_2}, \quad (9)$$

где  $K$  – запас;

$P_z$  – составляющая силы резания;

$d_1$  – диаметр обрабатываемой поверхности равный 325,3 мм;

$d_2$  – диаметр поверхности, по которой происходит зажим равный также 325,3 мм;

$f$  – параметр подвижности для кулачков с кольцевыми канавками, который равен 0,16 [7].

Коэффициент запаса  $K$  определим согласно [21] равным 2,5. Тогда сила зажима:

$$W_z = \frac{2,5 \cdot 326 \cdot 325,3}{0,16 \cdot 325,3} = 5093 \text{ Н.}$$

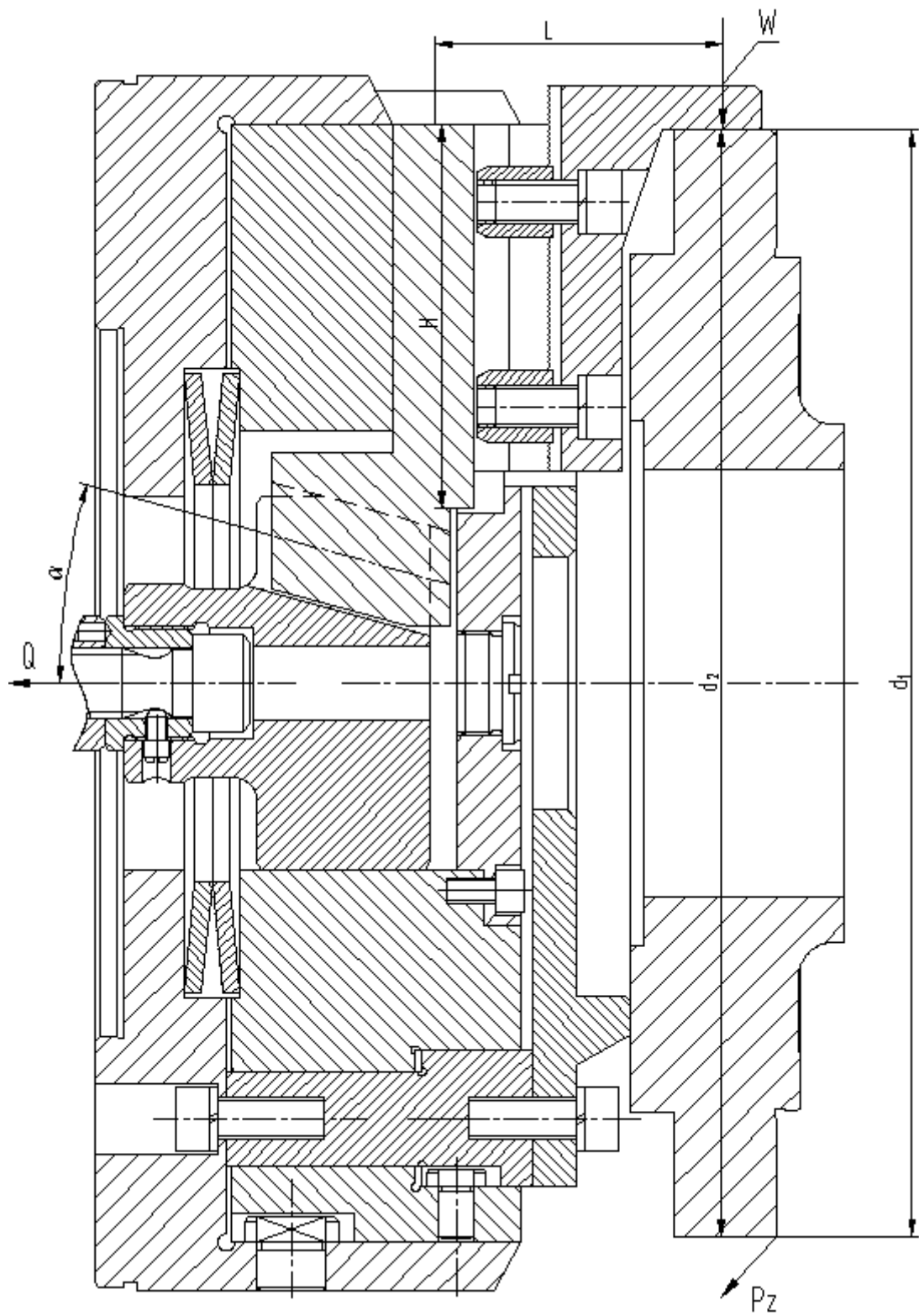


Рисунок 6 – Схема действия сил

Для определения силы зажима, которая осуществляется сменными кулачками, в отличие от постоянных кулачков, используем выражение:

$$W_1 = \frac{W}{1 - 3 \cdot f_1 \cdot (L/H)}, \quad (10)$$

где  $f_1$  – препятствующий коэффициент скольжению равен 0,1 [19];

$L$  – вылет кулачка равен 84 мм;

$H$  – длина направляющей кулачка равна 112 мм.

Тогда получим

$$W_1 = \frac{5093}{1 - 3 \cdot 0,1 \cdot (84/112)} = 6571 \text{ Н.}$$

Далее определим усилие, которое должен обеспечивать силовой привод для реализации такой силы зажима заготовки:

$$Q = (P + W_1) \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \phi), \quad (11)$$

где  $P$  – усилие тарельчатых пружин равно 2500 Н;

$\alpha$  – скашивающий угол направляющих;

$\phi$  – угол трения.

Тогда получим:

$$Q = (2500 + 6571) \cdot \operatorname{tg}(15^\circ + 5^\circ 43') = 3430 \text{ Н.}$$

Патроны данного типа имеют три радиальных паза, их особенность в том, что одновременно с закреплением заготовки происходит центрирование. Кулачки синхронно движутся по спиральным траекториям при действии усилия, приложенного точно торцевым рычагом или ключом (зависит от механизма передачи в конструкции).

Для обеспечения усилия в 3430 Н можно использовать как пневматический привод, так и гидравлический привод. Выбор вида привода согласно условиям обработки отдадим в пользу пневматического привода двустороннего действия с рабочим давлением 0,4 МПа.

Диаметр штока привода, который будет обеспечивать исходную силу определяется, согласно выражения:

$$D = 1,17 \cdot \sqrt{\frac{Q}{p \cdot \eta}}, \quad (12)$$

где  $p$  – необходимое давление;

$\eta$  – КПД привода равное 0,9 [21].

Тогда получим:

$$D = 1,15 \cdot \sqrt{\frac{3430}{0,4 \cdot 0,9}} = 114,2 \text{ мм.}$$

В заключении расчета станочного приспособления согласно ГОСТ 15608-81 примем ближайшее к расчетному значению для диаметра штока 200 мм, ход кулачков патрона 3 мм и ход штока цилиндра 8 мм. Для упрощения дальнейших расчетов в настоящей работе погрешностью базирования можно пренебречь.

В графической части работы представлен чертеж станочного приспособления. Здесь базовой деталью конструкции патрона является корпус 7, который крепится винтами 27 на передний конец шпинделя станка и имеет направляющие под установку кулачков 14. На постоянные кулачки крепятся с помощью винтов 26 и сухарей 20 сменные кулачки 12. Клин 6 расположен в отверстии корпуса патрона. Подкулачники 14 входят в Т-образные пазы самого клина 6. Весь механизм патрона от стружки закрывает крышка 11, которая снабжена пробкой 15. В отверстии клина 6 во втулке 3 установлен винт 1 с пружиной 19 и фиксатором 22. Винт 1 соединен посредством тяги 21 со штоком 23 пневматического цилиндра. Установлены демпферы 5 в конце рабочих ходов для исключения ударов поршня в корпус.

Разработанный патрон работает следующим образом: по кулачкам 12 с упором в торец устанавливается заготовка. Сменные кулачки 12, закрепленные на подкулачниках 14, отходят вниз и зажимают заготовку после

подачи воздуха в полость цилиндра, поршень 13 которого через шток 23 и тягу 21 тянет клин влево. Для разжима заготовки цикл происходит в обратном порядке.

### 3.2 Разработка контрольного приспособления

Для контроля биения поверхности 12 (порядка 0,04 мм) относительно наружного базового диаметра 3 на контрольной операции необходимо спроектировать приспособление. В предлагаемом технологическом процессе, в отличие от базового, будем использовать электронный индикатор ABSOLUTE DIGIMATIC ID-F производства фирмы Mitutoyo Co.Ltd, что позволит существенным образом повысить точность контроля и, соответственно, точность и качество обработки.

Заготовка устанавливается в отверстии оправки 2, которая закреплена на контрольной стойке 6. Стойка 6 крепится на плите 4, которая расположена на основании 3. Контролируемую деталь располагают в мембранной оправке 2. К контролируемой поверхности детали подводят щуп индикатора и проворачивают оправку 2 с деталью на 360°, тем самым определяя максимальное отклонение показаний индикатора. Величина биения определяется по разнице показаний индикатора. Индикатор имеет возможность ввода предельных полей допусков и тогда годность детали можно определять по цвету дисплея индикатора: красный цвет дисплея индикатора сигнализирует о непопадании в контролируемого значения в поле допуска.

Для исходных параметров предлагаемого технологического процесса допустимую погрешность контроля примем равной 0,012 мм. Проведем расчет фактического значения погрешности контроля. Воспользуемся формулой:

$$\varepsilon_{\phi} = \sqrt{\varepsilon_{уст}^2 + \varepsilon_{np}^2 + \varepsilon_{эм}^2}, \quad (13)$$

где  $\varepsilon_{уст}$  – погрешность установки;

$\varepsilon_{нр}$  – погрешность индикатора равна 0,5 мкм;

$\varepsilon_{эт}$  – погрешность эталона (контрольное приспособление настраивают непосредственно по контролируемой детали) равна 0.

Рассчитаем погрешность установки по формуле:

$$\varepsilon_{уст} = \sqrt{\varepsilon_{\bar{o}}^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_n^2}, \quad (14)$$

где  $\varepsilon_{\bar{o}}$  – погрешность базирования (технологическая и измерительная базы совпадают) равна 0;

$\varepsilon_3$  – погрешность закрепления детали (усилие закрепления незначительное) равна 0;

$\varepsilon_n$  – погрешность положения заготовки.

Рассчитаем погрешность положения заготовки:

$$\varepsilon_n = \sqrt{\Delta_1^2 + \Delta_2^2 + \dots + \Delta_n^2}, \quad (15)$$

где  $\Delta_1$  – максимальный зазор в сопряжении фланца равен 0;

$\Delta_2$  – максимальный зазор в сопряжении оправки равен 5 мкм.

Тогда получим из (15), (14) и (13):

$$\varepsilon_n = \sqrt{0^2 + 5^2} = 5 \text{ мкм.}$$

$$\varepsilon_{уст} = \sqrt{0^2 + 0^2 + 5^2} = 5 \text{ мкм.}$$

$$\varepsilon_{\phi} = \sqrt{0,5^2 + 5^2} = 5,02 \text{ мкм.}$$

Сравнивая фактическую погрешность контроля (0,00502 мм) и допустимую погрешность контроля (0,012 мм), устанавливаем, что предлагаемое контрольное приспособление будет обеспечивать требуемую точность контроля.

В разделе были разработаны приспособления для определенной ранее выбранной технологической операции. Станочное приспособление в виде патрона с расчетом необходимых сил зажима заготовки для ее оптимальной обработки с получением требуемого качества обрабатываемой поверхности на этой операции. Основные технические и технологические характеристики представлены в Приложении В. Спецификация к станочному приспособлению. А также контрольное приспособление в виде калибра. Сравнивая фактическую погрешность контроля (0,00502 мм) и допустимую погрешность контроля (0,012 мм), было установлено, что предлагаемое контрольное приспособление будет обеспечивать требуемую точность контроля. Были получены основные технические и технологические характеристики контрольного приспособления для пассивного контроля биения при механической обработке.



## 4 Безопасность и экологичность технического объекта

В качестве исходных данных в разделе рассматривается технический объект – это техпроцесс изготовления корпуса опоры шпинделя.

### 4.1 Конструктивно-технологическая и организационно-техническая характеристики рассматриваемого технического объекта

В таблице 10 приведены характеристики технического объекта.

Таблица 10 – Технологический паспорт технического объекта

«Технологический процесс	Технологическая операция, вид выполняемых работ	Наименование должности работника, выполняющего технологический процесс, операцию	Оборудование, техническое устройство, приспособление	Материалы, вещества» [5]
Техпроцесс изготовления корпуса	Токарная	Оператор станков с ЧПУ	ВСТ-625-21 CNC34, резец проходной	Сталь 40ХГНМ ГОСТ 1414-75, ветошь, СОЖ
	Фрезерная		EXTRON LH-75R, фреза ГОСТ 9473-80	
	Торцекругло шлифовальная	Шлифовщик	3Т153F1, круг ГОСТ Р 52781-2007	

Рассматривались три технологические операции: токарная, фрезерная и круглошлифовальная.

### 4.2 Идентификация профессиональных рисков

Идентификация, анализ и выбор профессиональных рисков показаны в таблице 11.

Таблица 11 – Идентификация профессиональных рисков

«Производственно-технологическая и/или эксплуатационно-технологическая операция»	Опасный и/или вредный производственный фактор	Источник опасного и/или вредного производственного фактора» [5]
Токарная, фрезерная, координатно-шлифовальная	«Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования; части твердых объектов; подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки; опасные и вредные производственные факторы, которые могут вызвать ожоги тканей организма человека; опасные и вредные производственные факторы, связанные с повышенным уровнем вибрации; опасные и вредные производственные факторы, характеризующиеся повышенным уровнем шума» [5]	Оборудование, обрабатываемая заготовка, СОЖ, приспособление, инструмент

В таблице 11 осуществлены идентификация, выбор и анализ профессиональных рисков.

#### 4.3 Методы и средства снижения профессиональных рисков

В таблице 12 указаны методы и средства, необходимые при защите от вредных и опасных производственных факторов.

Таблица 12 – Организационно-технические методы и технические средства (технические устройства) устранения (снижения) негативного воздействия опасных и вредных производственных факторов

«Опасный и/или вредный производственный фактор»	Организационно-технические методы и технические средства защиты, частичного снижения, полного устранения опасного и/или вредного производственного фактора	Средства индивидуальной защиты работающего» [5]
«Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования»	Удаление острых кромок и заусенцев на слесарных переходах	Перчатки
Режущие, обдирающие части твердых объектов; подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия, заготовки	Применение защитных кожухов, экранов, ограждений	Костюм для защиты от загрязнений, спецодежда, защитные очки, ботинки кожаные
ОВПФ, которые могут вызвать ожоги тканей организма человека	Применение защитных кожухов, экранов, ограждений	Спецодежда, перчатки» [5]

## Продолжение таблицы 12

«Опасный и/или вредный производственный фактор	Организационно-технические методы и технические средства защиты, частичного снижения, полного устранения опасного и/или вредного производственного фактора	Средства индивидуальной защиты работающего» [5]
«ОВПФ, связанные с повышенным уровнем общей вибрации	Установка оборудования на виброгасящие опоры	Резиновые виброгасящие покрытия
ОВПФ, характеризующиеся повышенным уровнем шума	Изоляция звукопоглощающими материалами наиболее акустически активных	Применение наушников или противושумных вкладышей
ОВПФ электрического тока	Заземление оборудования, изоляция токоведущих частей, применение предохранителей	Спецодежда, резиновые напольные покрытия, перчатки
Динамические нагрузки, вызванные монотонностью	Соблюдение периодичности и продолжительности регламентированных перерывов» [5]	

Здесь показаны профессиональные риски» [5]. В таблице 13 указаны методы и средства для устранения или снижения опасных и вредных факторов.

### 4.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта

В таблицах 13 – 15 указаны опасные факторы возможного пожара, его класс, а также рассмотрены возможные источники возникновения пожара и средства, необходимые для его устранения.

Таблица 13 – Идентификация классов и опасных факторов пожара

«Участок, подразделение	Оборудование	Класс пожара	Опасные факторы при пожаре	Сопутствующие проявления факторов пожара» [5]
Производственный участок	ВСТ-625-21 CNC34 EXTRON LH-75R 3T153F1	Класс В, Е	Пламя и искры; тепловой поток; повышенная температура окружающей среды; повышенная концентрация токсичных продуктов горения и термического разложения; пониженная концентрация кислорода; снижение видимости в дыму	Части изделий и иного имущества; вынос высокого напряжения на токопроводящие части; воздействие огнетушащих веществ

Таблица 14 – Технические средства обеспечения пожарной безопасности

«Первичные средства пожаротушения»	Мобильные средства пожаротушения	Стационарные установки и системы пожаротушения	Средства пожарной автоматики	Пожарное оборудование	Средства индивидуальной защиты и спасения людей при пожаре	Пожарный инструмент (механизированный и немеханизированный)	Пожарные сигнализация, связь и оповещение» [5]
«Ящик с песком, пожарный гидрант, огнетушители»	Пожарные автомобили	Пенная система тушения	Извещатели пожарные; приборы приемно-контрольные пожарные; приборы управления пожарные; технические средства оповещения и управления эвакуацией пожарные» [5]	«Напорные пожарные рукава»	Веревки, пожарные карабины, пожарные противогазы, респираторы	Лопаты, багры, ломы и топоры ЦП-Б	Автоматические извещатели» [5]

Таблица 15 – Организационные (организационно-технические) мероприятия по обеспечению пожарной безопасности

«Наименование технологического процесса, используемого применяемого оборудования, в составе технического объекта»	Наименование видов реализуемых организационных (организационно-технических) мероприятий	Предъявляемые нормативные требования по обеспечению пожарной безопасности, реализуемые эффекты» [5]
«Изготовление корпуса Обрабатывающие станки»	Применение СОЖ на базе негорючих составов, хранение промасленной ветоши в негорючем ящике, соблюдение правил электробезопасности	Наличие пожарной сигнализации, автоматической системы пожаротушения, первичных средств пожаротушения, проведение пожарных инструктажей» [5]

В подразделе рассмотрены возможные источники возникновения пожара и средства, необходимые для его устранения.

#### 4.5 Обеспечение экологической безопасности технического объекта

Объектом исследования в разделе является технологический процесс изготовления корпуса опоры шпинделя. В таблицах 17 и 18 для обеспечения экологической безопасности технического объекта показаны опасные

факторы и мероприятия для их снижения.

Таблица 16 – Идентификация негативных экологических факторов технического объекта

«Наименование технического объекта, производственно-технологического процесса»	Структурные составляющие объекта производственно-технологического процесса (производственного здания или сооружения по функциональному назначению, технологических, технического оборудования), энергетической установки, транспортного средства и т.п.	Негативное экологическое воздействие технического объекта на атмосферу (выбросы в воздушную окружающую среду)	Негативное экологическое воздействие технического объекта на гидросферу (образование сточных вод, забор воды из источников водоснабжения)	Негативное экологическое воздействие технического объекта на литосферу (почву, растительный покров, недра), образование отходов, выемка плодородного слоя почвы, отчуждение земель, нарушение и загрязнение растительного покрова и т.д.)» [5]
«Технологический процесс изготовления корпуса»	BCT-625-21 CNC34 EXTRON LH-75R 3T153F1	Стружка, масляный туман, пыль, токсические испарения,	Нефтепродукты, смазочно-охлаждающая жидкость, растворы отработанных технических жидкостей	Отходы в виде стружки, ветошь, нефтепродукты, смазочно-охлаждающая жидкость, отработанные жидкие среды» [5]

В таблице показаны экологически опасные факторы исследуемого технического объекта.

Таблица 17 – Разработанные (дополнительные и/или альтернативные) организационно-технические мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия заданного технического объекта на окружающую среду

«Наименование технического объекта» [5]	Технологический процесс изготовления корпуса
«Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на атмосферу»	Оснащение системы производственной вентиляции фильтрующими элементами.
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на гидросферу»	Применение многоступенчатой системы очистки сточных вод
Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на литосферу»	Разделение жидких и твердых отходов. Утилизация отходов на специальных полигонах» [5]

Для обеспечения экологической безопасности технического объекта определены опасные факторы и мероприятия для их снижения.

Техническим объектом исследования рассматривался в данном разделе техпроцесс изготовления корпуса опоры шпинделя. Для анализа и предложения мероприятий по обеспечению безопасности анализировались три технологические операции: токарная, фрезерная и круглошлифовальная. Для разработки и проведения мероприятий, связанных с осуществлением безопасности механической обработки, в разделе учитывались сопутствующие факторы, которые отмечены в таблице 11 с помощью реализации предлагаемой идентификации, выбора и анализа профессиональных рисков. В таблице 12 показаны методы и средства, предназначенные для защиты от вредных и опасных производственных факторов. В таблицах 13-15 рассмотрены возможные источники пожарной опасности и средства, необходимые для ее устранения. В таблице 16 показаны экологически опасные факторы исследуемого технического объекта и в таблице 17 мероприятия по существенному снижению их негативного влияния при реализации технологического процесса.

## 5 Экономическая эффективность работы

Целью раздела является расчет технико-экономических показателей проектируемого технологического процесса и проведение сравнительного анализа с показателями базового варианта, определение экономического эффекта от предложенных в работе технических решений.

Для выполнения поставленной цели данного раздела, необходимо подвести итог проделанной работе по данной теме. При написании бакалаврской работы было предложено совершенствовать операцию 015 Токарную чистовую, описание которой раскрыто в предыдущих разделах работы. Далее предстоит рассчитать эффективность с точки зрения экономической целесообразности применения данных изменений.

Все необходимые технические параметры, такие как: машинное и штучное время, модель оборудования, наименование инструмента и оснастки, которые применяются на операции 015, были взяты из предыдущих разделов бакалаврской работы. Для сбора информации по остальным параметрам, необходимым для расчета: мощность и занимаемая площадь оборудования, цены оснастки и инструмента, часовые тарифные ставки, тарифы по энергоносителям и многое другое, использовались разные источники:

- паспорт станка;
- учебно-методическое пособие по выполнению экономического раздела выпускной квалификационной работы для студентов, обучающихся по специальности «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств»;
- данные предприятия по тарифам на энергоносители;
- сайты с ценами на оборудование, оснастку и инструмент, и другие источники.

Кроме перечисленных источников для расчета применялось программное обеспечение Microsoft Excel, с помощью которого были произведены такие расчеты как:

- «капитальные вложения по сравниваемым вариантам;
- технологическая себестоимость изменяющихся по вариантам операций;
- калькуляция себестоимости обработки детали по вариантам технологического процесса;
- приведенные затраты и выбор оптимального варианта;
- показатели экономической эффективности проектируемого варианта техники (технологии)» [14, с. 15-23].

Далее представлены основные результаты проведенных расчетов. На рисунке 7, показаны значения, вошедшие в капитальные вложения, сумма которых составит 201699,9 рублей.

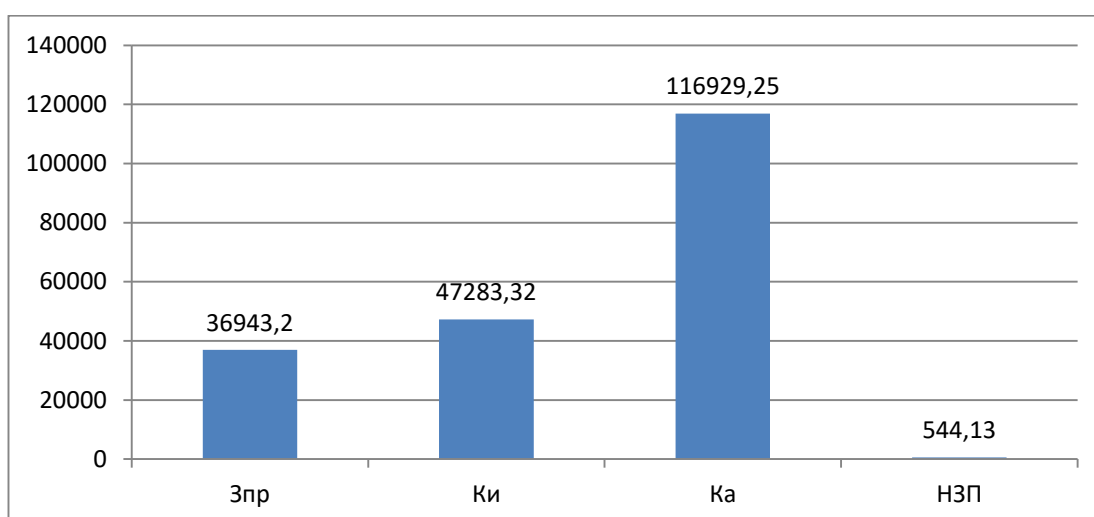


Рисунок 7 – Величина затрат, входящих в капитальные вложения, предложенного проекта, руб.

Анализируя, представленные на рисунке 7, данные, можно сделать вывод о том, что самыми капиталоемкими затратами являются прямые капитальные вложения в перепрограммирование оборудования под изменившиеся условия работы оборудования ( $K_A$ ), величина которых составила 57,97 % и затраты на инструмент ( $K_I$ ), с долей 23,44 % и от всей величины капитальных вложений. Самыми незначительными является объем



незавершенного производства (*НЗП*), доля которого составила всего 0,27 %. К среднему показателю по влиянию на капитальные вложения можно отнести затраты на проектирование (*З<sub>ПР</sub>*) с долей 18,32 % от общей суммы капитальных вложений.

На рисунке 8 представлены показатели, из которых складывается технологическая себестоимость детали «Корпус опоры шпинделя», по двум сравниваемым вариантам технологического процесса. В состав технологической себестоимости не включена величина основных материалов за вычетом отходов, это связано с тем, что в процессе совершенствования технологического процесса, способ получения заготовки не менялся, поэтому расходы на материал остаются без изменения.

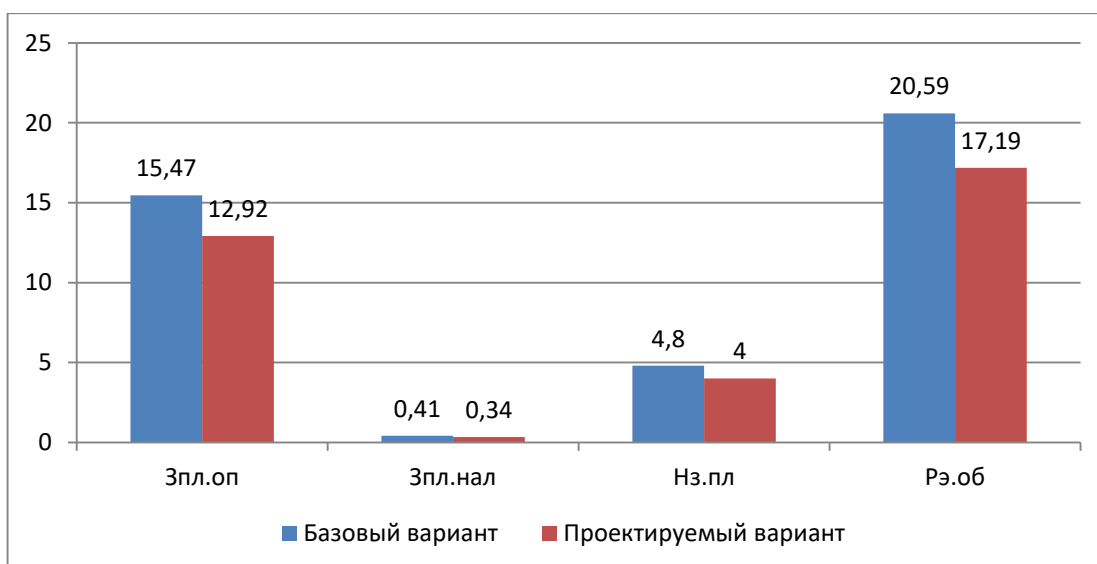


Рисунок 8 – Слагаемые технологической себестоимости изготовления детали «Корпус опоры шпинделя», по вариантам, руб.

Анализируя диаграмму на рисунке 8, видно, что максимальное, влияние на технологическую себестоимость оказывают такой показатель, как расходы на содержание и эксплуатацию оборудования (*Р<sub>Э.ОБ</sub>*), в обоих вариантах доля этого показателя составила 49,88 %. На втором месте по влиянию находится величина заработной платы рабочего оператора (*З<sub>ПЛ.ОП</sub>*), занятого на выполнение 015 токарной операции, доля которой так же в обоих вариантах

составляет 37,49 %. На третьем месте по влиянию на величину технологической себестоимости находится начисления на заработную плату ( $НЗП$ ), доля которых в обоих вариантах составляет 11,62 %. Самое незначительное влияние оказывает заработная плата наладчика ( $З_{ПЛ.НАЛ}$ ), так как его доля, также в обоих вариантах, составляет всего 1,0 %.

Учитывая перечисленные показатели и их величину, технологическая себестоимость ( $C_{ТЕХ}$ ) составила: в базовом варианте – 41,27 рубля, а в проектируемом – 34,45 рублей.

Данные показатели позволили сформировать значение полной себестоимости. Результаты калькуляции себестоимости обработки детали «Корпус опоры шпинделя» по операции 015 технологического процесса, представлены на рисунке 9.

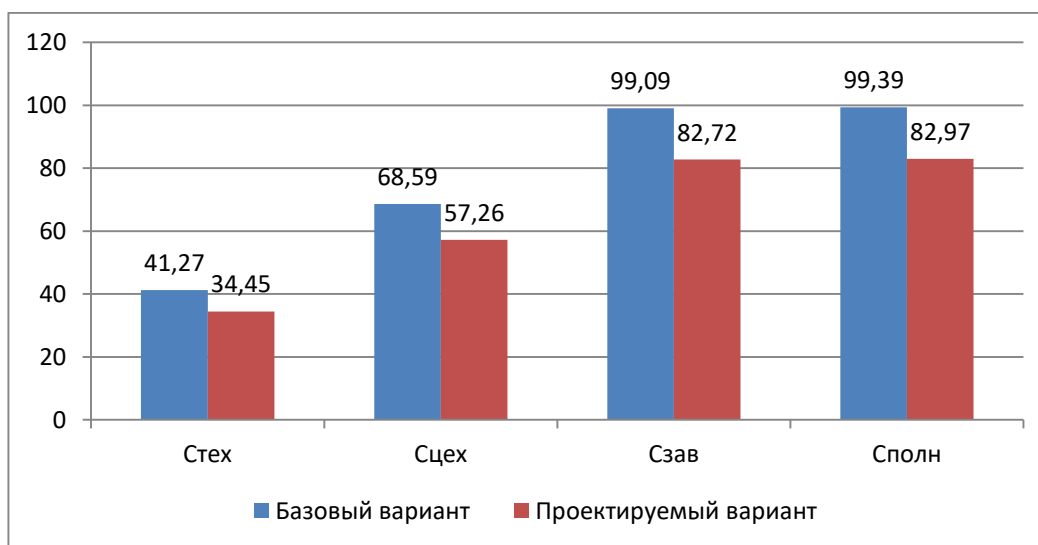


Рисунок 9 – Калькуляция себестоимости, по вариантам технологического процесса, руб.

Согласно рисунку 9, значение полной себестоимости ( $C_{ПОЛН}$ ) для базового варианта составило 99,39 рублей, а для проектируемого варианта чуть меньше – 82,97 рублей. Значения по вариантам отличаются, это значит, что появляется возможность для получения ожидаемой прибыли от снижения себестоимости.

В разделе расчеты показали, что капитальные вложения, в размере 201699,9 рублей, окупятся в течение одного года. Такой срок является приемлемым для совершенствования технологического характера. Однако, прежде чем говорить об его эффективности, проанализируем такой экономический показатель как интегральный экономический эффект или чистый дисконтируемый доход. Величина данного значения по результатам расчета составляет 37136,46 рубля со знаком «плюс», что доказывает эффективность предложенных мероприятий. А это значит, что на каждый вложенный рубль будет получен доход в размере 1,18 рублей. Результаты раздела показывают правомерность выбора всех тех изменений в отношении базового технологического процесса в пользу предлагаемого нового технологического процесса.

## Заключение

При выполнении выпускной квалификационной работы были получены следующие результаты:

Проведен количественный и качественный анализ технологичности детали. Осуществлен выбор материала для заготовки. Проанализирован технологический процесс и на основании выявленных недостатков предложены мероприятия по его совершенствованию.

Указан тип производства. указан метод получения заготовки и проведен расчет припусков. Обоснован выбор средств технологического оснащения. Предложены режимы резания для всех технологических операций.

Проанализирован базовый технологический процесс и на основании его недостатков предложены мероприятия по совершенствованию и разработки нового технологического процесса изготовления корпуса опоры шпинделя.

Выбран тип производства. Выбран метод получения заготовки и проведен табличный расчет припусков и допусков.

После качественного анализа технологичности детали предложено получать заготовку методом горячей объемной штамповки.

Обоснованы средства технологического оснащения с разработанными вновь приспособлениями.

Предложены режимы резания для всех технологических операций. Резьбу нарезать на сверлильной операции с ЧПУ.

Слесарная операция заменена электрохимической, что в итоге привело к уменьшению штучного времени.

Шлифовальные операции оптимизированы путем изменения последовательности и содержания переходов.

На этих операциях использованы специальные марки шлифовального круга такие, как сложнолегированный корунд 91А.

## Список используемых источников

1. Безъязычный В. Ф. Основы технологии машиностроения: учебник для вузов / В. Ф. Безъязычный. – Москва : Машиностроение, 2013. – 568 с.
2. Борисенко Г. А. Технология конструкционных материалов. Обработка резанием: учеб. пособие / Г. А. Борисенко, Г. Н. Иванов, Р. Р. Сейфулин. – Москва : ИНФРА-М, 2016. – 142 с.
3. Вереина Л. И. Конструкции и наладка токарных станков: учеб. пособие / Л. И. Вереина, М. М. Краснов ; под общ. ред. Л. И. Вереиной. – Москва : ИНФРА-М, 2017. – 480 с.
4. Вереина Л. И. Металлообработка: справочник / Л. И. Вереина, М. М. Краснов, Е. И. Фрадкин ; под общ. ред. Л. И. Вереиной. – Москва : ИНФРА-М, 2013. – 320 с.
5. Горина Л.Н. Раздел выпускной квалификационной работы «Безопасность и экологичность технического объекта» : электрон. учеб.-метод. пособие / Л.Н. Горина, М.И. Фесина. – Тольятти. : Изд-во ТГУ, 2018. – 41 с. [Электронный ресурс]. – URL: <http://hdl.handle.net/123456789/8767> (дата обращения: 15.10.2021).
6. Должиков В. П. Разработка технологических процессов механообработки в мелкосерийном производстве: учеб. пособие / В. П. Должиков. – Изд. 2-е, стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2016. – 328 с.
7. Зубарев Ю. М. Расчет и проектирование приспособлений в машиностроении: учебник / Ю. М. Зубарев. – Санкт-Петербург : Лань, 2015. – 320 с.
8. Иванов В. П. Оборудование и оснастка промышленного предприятия : учеб. для студентов вузов по специальности «Оборудование и технологии высокоэффективных процессов обработки материалов» / В. П. Иванов, А. В. Крыленко. – Минск : Новое знание, 2016 ; Москва : ИНФРА-М, 2016. – 234 с.

9. Иванов И. С. Расчет и проектирование технологической оснастки в машиностроении: учеб. пособие / И. С. Иванов. – Москва : ИНФРА-М, 2015. – 198 с.
10. Иванов И. С. Технология машиностроения: учеб. пособие / И. С. Иванов. - 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : ИНФРА-М, 2016. – 240 с.
11. Клепиков В. В. Технологическая оснастка: станочные приспособления : учеб. пособие / В. В. Клепиков. – Москва : ИНФРА-М, 2017. – 345 с.
12. Клименков С. С. Проектирование заготовок в машиностроении: практикум : учеб. пособие / С. С. Клименков. – Минск : Новое знание, 2013 ; Москва : ИНФРА-М, 2013. – 269 с.
13. Конструкционные стали и сплавы: учеб. пособие / Г. А. Воробьева [и др.]. – Москва : ИНФРА-М, 2016. – 440 с.
14. Краснопевцева И.В. Экономика и управление машиностроительным производством: электрон. учеб.-метод. пособие / И.В. Краснопевцева, Н.В. Зубкова. – Тольятти. : ТГУ, 2014. – 183 с. [Электронный ресурс]. – URL: <http://hdl.handle.net/123456789/13> (дата обращения: 17.10.2021).
15. Маталин А. А. Технология машиностроения: учебник / А. А. Маталин. - Изд. 4-е, стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2016. – 512 с.
16. Мещерякова В. Б. Металлорежущие станки с ЧПУ: учеб. пособие / В. Б. Мещерякова, В. С. Стародубов. – Москва : ИНФРА-М, 2017. – 336 с.
17. Научно-технические технологии в машиностроении / А. Г. Суслов [и др.] ; под ред. А. Г. Сулова. – Москва : Машиностроение, 2012. – 528 с.
18. Основы технологии машиностроения: учебник / В. В. Клепиков [и др.]. – Москва : ИНФРА-М, 2017. – 295 с.
19. Резников Л. А. Проектирование сложнопрофильного режущего инструмента: учеб. пособие / Л. А. Резников ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. «Оборудование и технологии машиностроительного производства». – Тольятти : ТГУ, 2014. – 207 с.

20. Солоненко В. Г. Резание металлов и режущие инструменты: учеб. пособие / В. Г. Солоненко, А. А. Рыжкин. – Москва : ИНФРА-М, 2016. – 416 с.

21. Справочник технолога-машиностроителя. В 2 т. Т. 1 / А.М. Дальский [и др.] ; под ред. А. М. Дальского [и др.]. – 5–е изд., испр. – Москва. : Машиностроение–1, 2003. – 910 с.

22. Справочник технолога-машиностроителя. В 2 т. Т. 2 / А.М. Дальский [и др.] ; под ред. А. М. Дальского [и др.]. – 5–е изд., испр. – Москва. : Машиностроение–1, 2003. – 941 с.

23. Станочные приспособления: справочник. В 2 т. Т. 1 / А.И. Астахов [и др.]. – Москва. : Машиностроение, 1984. – 591 с.

24. Схиртладзе А.Г. Проектирование режущих инструментов : учебное пособие / А.Г. Схиртладзе, В.А. Иванов, В.К. Перевозников. – Пермь : ПНИПУ, 2006. – 208 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/160688> (дата обращения: 14.09.2021).

25. Технологии машиностроения: выпускная квалификационная работа для бакалавров: учеб. пособие / Н.М. Султан-заде [и др.]. – Москва. : ФОРУМ, 2016. – 287 с. [Электронный ресурс] – URL: <http://znanium.com/catalog/product/515097> (дата обращения: 10.08.2021).

Приложение А  
Маршрутная карта

ГОСТ 3.1118-82 Форма 1

Дубл.		Бзам.		Подп.		1		6						
Разраб.	Макаров													
Пров.	Гуляев													
Н. Контр.	Гуляев													
M01 Сталь 40ХГНМ ГОСТ 1414-75														
	Код	ЕВ	МД	ЕН	Н.расх.	КИМ	Код.загот.	Профиль и размеры	КД	МЗ				
M02	-	166	21			0,54	41211XXX	Ø332, 4x72	1	30,8				
А	цех Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции						Обозначение документа				
Б	Код, наименование оборудования			СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпз.	Тшт.
01А	XXXXXX	005	4110	Токарная	ИОТ И 37.101.7034-93									
02Б	391148XXX		ВСТ-625-21	СНС34	2	15929	411	1Р	1	1	236	1	19	6,388
03														
04А	XXXXXX	010	4110	Токарная	ИОТ И 37.101.7034-93									
05Б	391148XXX		ВСТ-625-21	СНС34	2	15929	411	1Р	1	1	236	1	19	6,642
06														
07А	XXXXXX	015	4110	Токарная	ИОТ И 37.101.7034-93									
08Б	391148XXX		ВСТ-625-21	СНС34	2	15929	411	1Р	1	1	236	1	19	5,269
09														
10А	XXXXXX	020	4110	Токарная	ИОТ И 37.101.7034-93									
11Б	391148XXX		ВСТ-625-21	СНС34	2	15929	411	1Р	1	1	236	1	19	5,603
12														
13А	XXXXXX	025	4132	Шлифовальная	ИОТ И 37.101.7419-85									
14Б	38132XXX		3М227ВФ2S		2	18873	411	1Р	1	1	236	1	17	4,590
МК														





Продолжение Приложения А

ГОСТ 3.1118-82 Форма 1

Дубл.	Взам.	Годп.													3	6	
А	цех	Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции	Код, наименование документа	СМ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт	Тпз.	Тшт.
Б	Код, наименование оборудования																
01Б	3816XXX				EXTRON LH-75R	2 18632 411 1P 1	1	1	1	1	236	1	20				4,490
02																	
03А	XXXXXX	065			4121 Сверлильная ИОТ И 37.101.7111-89												
04Б	3816XXX				500VS	2 18632 411 1P 1	1	1	1	236	1	36					5,950
05																	
06А	XXXXXX	070			4121 Сверлильная ИОТ И 37.101.7111-89												
07Б	391213XXX				500VS	2 17335 411 1P 1	1	1	1	236	1	32					8,722
08																	
09А	XXXXXX	075			4121 Сверлильная ИОТ И 37.101.7111-89												
10Б	391213XXX				500VS	2 17335 411 1P 1	1	1	1	236	1	30					7,913
11																	
12А	XXXXXX	080			4121 Сверлильная ИОТ И 37.101.7111-89												
13Б	391213XXX				500VS	2 17335 411 1P 1	1	1	1	236	1	36					5,903
14																	
15А	XXXXXX	085			100 Слесарная ИОТ И 37.101.7136-90												
16Б	391758XXX				4407												
17																	
18А	XXXXXX	090			0130 Моечная												
МК																	

Продолжение Приложения А

ГОСТ 3.1118-82 Форма 1

Дубл.	Взам.	Подп.													4	6					
			цех		Уч.	РМ	Опер.	Код, наименование операции	Код, наименование оборудования		СМ	Проф.	Р	УТ			КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшт
01А	375698XXX																				
02																					
03А	XXXXXX	095																			
04																					
05А	XXXXXX	100																			
06																					
07А	XXXXXX	105																			
08Б	38132XXX																				
09																					
10А	XXXXXX	110																			
11Б	38132XXX																				
12																					
13А	XXXXXX	115																			
14Б	38132XXX																				
15																					
16А	XXXXXX	120																			
17Б	38132XXX																				
18																					
МК																					





Продолжение Приложения Б

ГОСТ 3.1404-86 Форма 2а

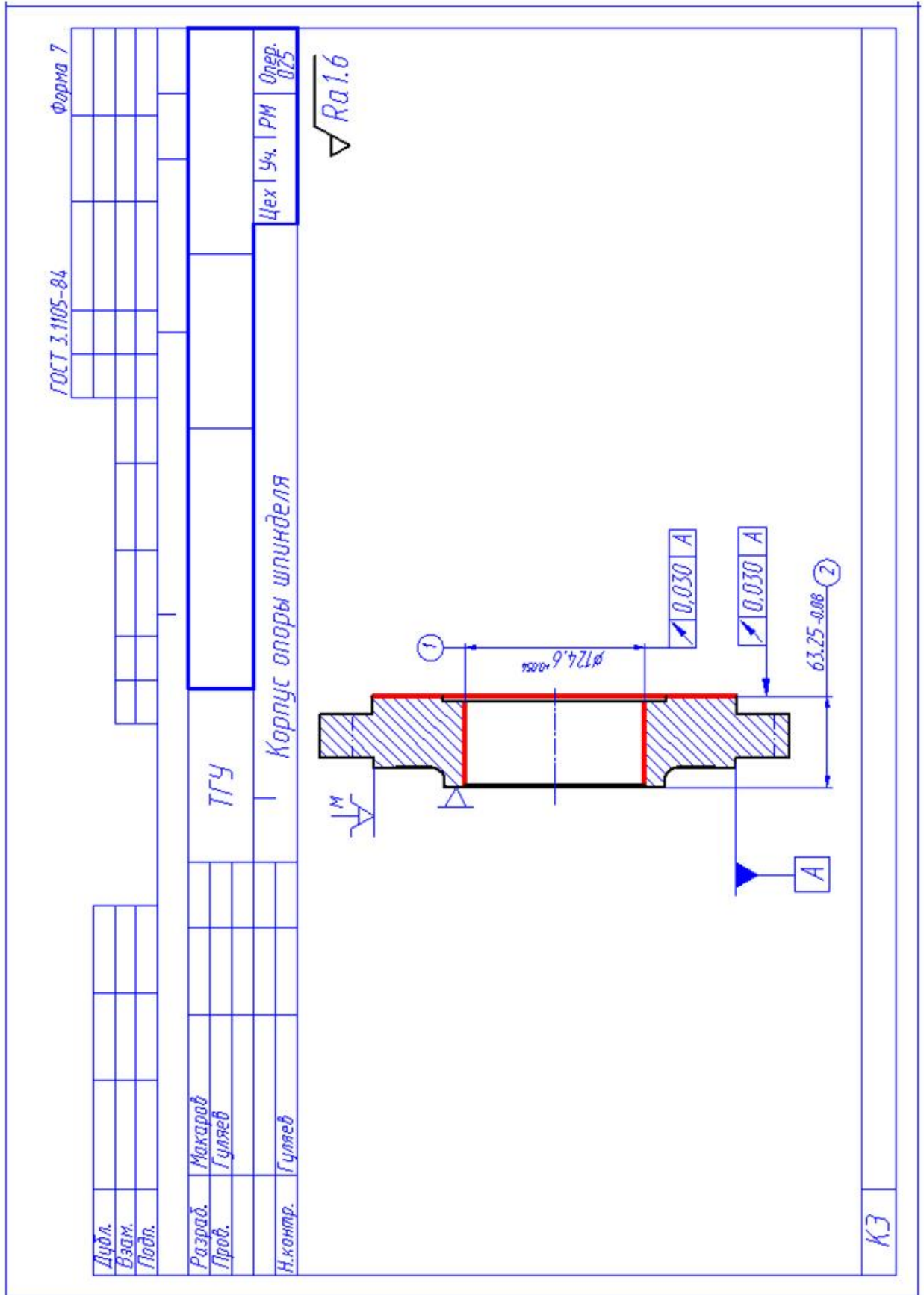
Р	ПИ	D или B	L	t	i	S	n	V	ММ		обл/млн	мл/млн
									MM	MM		
01	XX	124,1	63	0,65	1	0,25	500	194,8				
P02												
03												
04												
05												
06												
07												
08												
09												
10												
11												
12												
13												
14												
15												
16												
17												
11												
19												
OKП												







Продолжение Приложения Б

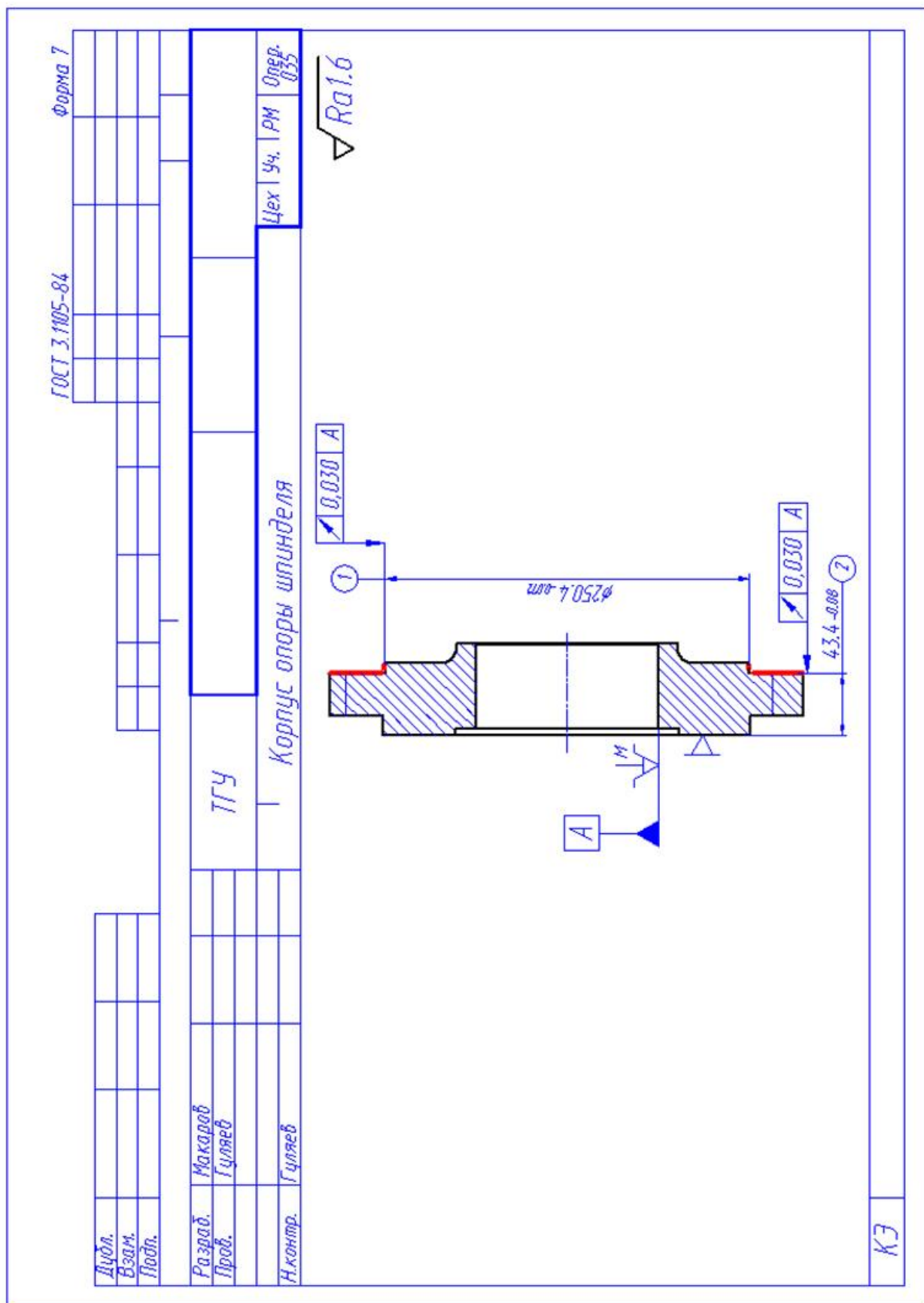


Продолжение Приложения Б

ГОСТ 3.1404-86 Форма 3

Дубл.																					
Взам.																					
Подп.																					
Разраб.	Макаров					ТГУ						4	4								
Прое.	Гуляев																				
Н. Контр.	Гуляев																				
Наименование операции		Корпус опоры шпинделя				Материал		твердость		ЕВ		МД		Профиль и размеры		МЗ		СОЖ		КОИД	
4132 Шлифовальная		Сталь 40ХГНМ				220 НВ		166		21		Ø332,4x72		30,8						1	
Оборудование, устройство ЧПУ		Обозначение программы				То		Тв		Тпз		Тшт		Укринол- 1							
ЗМ227ВФ2S		XXXXXX				1,455		2,686		17		4,590									
P				ПИ	Л	t	i	s	n	v			мм/ход		об/мин						
01																					
O02	1. Установить и снять заготовку																				
T03	396111XXX- патрон цанговый																				
O04	2. Шлифовать отв., выдерж. разм. 1																				
T05	391810XXX- шлифовальный круг 5 80x50x18 91A F46 L 9 V A 35 м/с 2 кл. ГОСТ Р 52781-2007																				
T06	391124XXX- шаблон ГОСТ 2534-79; 393120XXX- калибр-пробка ГОСТ 2216-84																				
P07	XX		124,6		59		0,25		1		0,010		115		45						
O08	3. Шлифовать торец, выдерж. разм. 2																				
T09	391810XXX- шлифовальный круг 6 90x40x25 91A F46 L 9 V A 35 м/с 2 кл. ГОСТ Р 52781-2007																				
T10	393120XXX- шаблон ГОСТ 9038-83																				
P11	XX		154/252		49		0,25		1		0,014		57		45						
12																					
ОКП																					

Продолжение Приложения Б



КЭ

Приложение В  
**Спецификация к станочному приспособлению**

Форм.	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примеч.
				<u>Документация</u>		
A1			21.БР.ОТМП.348.60.000СБ	Сборочный чертеж		
				<u>Сборочные единицы</u>		
		1	21.БР.ОТМП.348.60.100	Муфта	1	
				<u>Детали</u>		
		2	21.БР.ОТМП.348.60.002	Винт	1	
		3	21.БР.ОТМП.348.60.003	Втулка	1	
		4	21.БР.ОТМП.348.60.004	Втулка	1	
		5	21.БР.ОТМП.348.60.005	Втулка	1	
		6	21.БР.ОТМП.348.60.006	Втулка	1	
		7	21.БР.ОТМП.348.60.007	Демпфер	1	
		8	21.БР.ОТМП.348.60.008	Клин	1	
		9	21.БР.ОТМП.348.60.009	Кольцо	3	
		10	21.БР.ОТМП.348.60.010	Кольцо	1	
		11	21.БР.ОТМП.348.60.011	Корпус	1	
		12	21.БР.ОТМП.348.60.012	Корпус патрона	1	
		13	21.БР.ОТМП.348.60.013	Крышка	1	
		14	21.БР.ОТМП.348.60.014	Крышка	1	
		15	21.БР.ОТМП.348.60.015	Кулачок	1	
			21.БР.ОТМП.348.60.000			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		
Разраб.		Макаров			Лит.	Лист
Прое.		Гуляев				1
Н. Контр.		Гуляев			Листов	
Утв.		Логинов			3	
Патрон клиновый с торцовым поджимом					ТГУ, ИМ, гр. ТМ60-1601а	

Продолжение Приложения В

Форм.	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примеч.
		16	21.БР.ОТМП.348.60.016	Опора	4	
		17	21.БР.ОТМП.348.60.017	Подкулачник	1	
		18	21.БР.ОТМП.348.60.018	Поршень	1	
		19	21.БР.ОТМП.348.60.019	Пробка	1	
		20	21.БР.ОТМП.348.60.020	Пробка	6	
		21	21.БР.ОТМП.348.60.021	Пружина	1	
		22	21.БР.ОТМП.348.60.022	Пружина тарельчатая	1	
		23	21.БР.ОТМП.348.60.023	Стойка	1	
		24	21.БР.ОТМП.348.60.024	Сухарь	1	
		25	21.БР.ОТМП.348.60.025	Тяга	1	
		26	21.БР.ОТМП.348.60.026	Шпонка	1	
		27	21.БР.ОТМП.348.60.027	Шпонка	1	
		28	21.БР.ОТМП.348.60.028	Шток	1	
		29	21.БР.ОТМП.348.60.029	Фиксатор	1	
				<u>Стандартные изделия</u>		
		30		Болт М10-6gx35.66.029		
				ГОСТ 7805-70	6	
		31		Винт М6x10.48		
				ГОСТ 1476-75	2	
		32		Винт 7000-0005		
				ГОСТ 17773-72	1	
				Винты ГОСТ 11738-72		
		33		М6x12.88	3	
		34		М10x20.88	6	
		35		М10x25.88	6	
		36		М10x30.88	6	
		37		М12x35.88	3	
				21.БР.ОТМП.348.60.000		Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		2

## Продолжение Приложения В

Форм.	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примеч.
		38		Гайка М38.6.05		
				ГОСТ 6393-73	1	
		39		Гайка М16х1,5-6Н.5.029		
				ГОСТ 5927-70	2	
				Кольца ГОСТ 9833-73		
		40		120-180-46-2-4	1	
		41		180-230-46-2-4	1	
		42		300-400-56-2-4	1	
		43		320-420-56-2-4	2	
		44		2000-1950-46-2-4	1	
		45		2000-1900-56-2-4	2	
		46		Шайба 38.01.05		
				ГОСТ 13465-77	1	
				Шайбы ГОСТ 6402-70		
		47		10.65Г.029	24	
		48		12.65Г.029	3	
						Лист
						3