

Аннотация

Целью данной выпускной квалификационной работы является разработка технологического процесса обработки детали «муфта шпинделя настольного CNC-станка».

Работа выполнена в контексте основных подходов к построению процессов сложных технических систем. В первом разделе выполнен анализ в отношении функционального определения рассматриваемой технической станочной системы через ее связи по отношению к внешним объектам в шпинделе настольного CNC-станка. Второй раздел посвящен структурному синтезу состава технологического процесса и связей между операциями изготовления. Для этого выполнен анализ функционального назначения детали, определены взаимосвязи между параметрами ее технологичности и технико-конструктивными параметрами. Третий раздел посвящен проектированию содержания технологических операций. Определены технические требования и структура каждой операции процесса изготовления. Выполнены расчеты припусков на обработку детали, спроектирована заготовительная операция и определены размеры заготовки. Произведен выбор станочного оборудования и оснащения для проектируемого варианта рассматриваемой технологии.

Результатом проектирования технологии изготовления детали в четвертом разделе стало решение технологических проблем с обеспечением требуемой производительности и точности исполнительных поверхностей. Выполнены расчеты патрона технологического инструмента на протяжной операции. В пятом разделе рассмотрены основные технические и экономические показатели, выполнен выбор структуры и конструкции приспособления на основе анализа экономических и эксплуатационных показателей.

Работа включает приложения, 64 страниц пояснительной записки, и графическую часть в количестве 7 листов формата А1.

Содержание

Введение.....	4
1 Определение задач работы на базе анализа исходных данных	5
1.1 Анализ функционального назначения детали и условий эксплуатации .	5
1.2 Анализ технологических показателей детали	6
1.3 Анализ типа производства	8
1.4 Задачи работы	9
2 Разработка технологии изготовления	11
2.1 Обоснование выбора и разработка заготовки	11
2.2 Разработка плана изготовления детали	17
2.3 Выбор оборудования и технологической оснастки.....	19
2.4 Проектирование операций технологического процесса	22
3 Разработка специальной технологической оснастки.....	27
3.1 Разработка зажимного приспособления.....	27
3.2 Разработка протяжного инструмента.....	32
4 Безопасность и экологичность технического объекта	38
4.1 Конструктивно-технологическая характеристика объекта.....	38
4.2 Идентификация профессиональных рисков.....	39
4.3 Методы и технические средства снижения рисков.....	40
4.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта	41
4.5 Обеспечение экологической безопасности технического объекта	43
5 Экономическая эффективность работы.....	45
Заключение.....	49
Список используемых источников.....	50
Приложение А Технологическая документация.....	54
Приложение Б Спецификации к сборочным чертежам.....	64

Введение

При автоматизации производства предъявляются высокие требования к надежности технологических систем. Технологические системы имеют в своем составе приводы, включающие в себя механические, электронные, и электромеханические узлы. Для повышения эффективности диагностики приводов станков необходим системный подход к комплексной диагностике с использованием современных достижений машиностроения, что создает предпосылки для разработки современных станочных систем.

Современные настольные станки с ЧПУ и технологические процессы в производстве, функционирование производственных объектов и систем характеризуются различными физическими величинами, на которые накладываются определенные ограничения. Эти величины должны поддерживаться на определенном уровне или изменяться по заданной программе или по определенным законам. Этим требованиям отвечает компоновка настольных станков с ЧПУ.

Проведение технологического процесса с применением настольных станков с ЧПУ в соответствии с поставленной задачей возможно при выполнении определенных технических параметров применительно в деталям, входящим в компоновку станка.

В данной работе в качестве детали рассмотрена муфта настольного вертикально-фрезерного станка с ЧПУ, от качества изготовления которой определяется эффективность защиты механизмов и деталей шпиндельного узла от действующих на них перегрузок вращения.

Цель данной выпускной квалификационной работы заключается в разработке процесса изготовления муфты настольного станка с ЧПУ, обеспечивающего выполнение всех технических требований по обеспечению эффективной защите механизмов и деталей шпиндельного узла.

1 Определение задач работы на базе анализа исходных данных

1.1 Анализ функционального назначения детали и условий эксплуатации

Деталь муфта входит в конструкцию шпиндельного узла настольного станка с ЧПУ, и в зависимости от задач механической обработки изделий, выполняемых задач в машиностроении применяются с различными характеристиками, аппаратным обеспечением. Выбор оптимальной системы управления при решении конкретной производственной задачи, определяет характеристики механического интерфейса муфты. «Примером механического интерфейса является муфта, связывающая преобразователь движения с двигателем. Электронные блоки расположены на входах и выходах устройства компьютерного управления шпинделем станка и предназначены для его сопряжения с последующими структурными элементами настольного станка с ЧПУ, например, с датчиками обратной связи» [3].

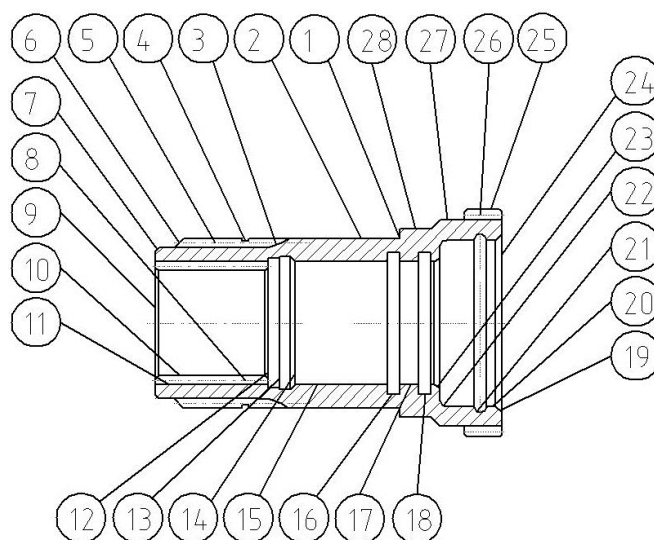


Рисунок – 1. Кодировка поверхностей муфты

На основе анализа служебного назначения детали выполним анализ поверхностей муфты.

Таблица 1. - Классификация поверхностей

Виды поверхностей	№ поверхности
свободные	4,6-9,12-24,27,28
исполнительные	25, 26, 10, 11
базы основные конструкторские	3, 5
базы вспомогательные конструкторские	1, 2

На основе проведенного анализа выполним преобразование исходных требований к каждой поверхности детали.

Очевидно, изготовление поверхностей муфты при помощи типового технологического процесса ведет к неизбежному рассеиванию размеров в результате совместного действия различных факторов. Ввиду того, что деталь имеет форму полого цилиндра, следует применять установочные базы в качестве конструкционных, и проводить установку детали для обработки в приспособлении с механизированным приводом. В этом случае положение измерительной базы заготовки детали не будет оказывать влияния на точность обработки, так как заданный размер будет отработан путем пробных ходов непосредственно от измерительной базы детали.

1.2 Анализ технологических показателей детали

«Технологичностью конструкции изделия, называют совокупность свойств конструкции изделия, определяющих ее приспособленность к достижению определенных затрат при производстве, эксплуатации и ремонте для заданных показателей качества, объема выпуска и условий выполнения работ» [5].

На первом этапе осуществляют классификацию состава элементов, формируют типовую модели материала детали. На втором разрабатывают маршрут изготовления детали, используя информацию о ее материале как исходную. При анализе учитывается «конфигурация детали, ее размеры, точность обработки, качество поверхности, материал детали и его свойства» [4]. Формируется порядок последовательного воздействия на каждую поверхность детали режущим инструментом, выполняют расчет операционных размеров, сравнение их с размерами заданных чертежом, и параметрами качества поверхностного слоя. На заготовке, подвергаемой обработке, различают: обрабатываемую поверхность, обработанную поверхность и поверхность резания.

Муфта изготавливается из материала Сталь 40Х ГОСТ 4543-71, этот материал относится к конструкционным легированным сталям. В таблицах 1 и 2 представлены «состав, характеристики и свойства стали» [25].

Таблица 2 – Массовая доля химических элементов в составе материала

Марка	Массовая доля элементов, %					
	C	Si	Mn	Cr,	S	Ni
				не более		
40	0,4	0,17...0,37	0,5...0,8	0,25	0,004	0,035

Основным признаком технологичности является «геометрическая форма деталей. Дополнительными признаками являются: размерная характеристика, группа материала, вид детали по технологическому методу изготовления, вид исходной заготовки, качество, параметр шероховатости, характеристика технологических требований, характеристика термической обработки, толщина покрытия, поверхность покрытия, характеристика массы и другие. При обработке поверхностей, используется инструмент из твердого сплава с покрытием, позволяющий сократить время обработки и повысить точность изготовления, а также вспомогательный патрон, позволяющий

уменьшить силу резания при протягивании шлицев, и как следствие сократить протяжённость обработки» [4].

Таблица 3 – Механические свойства

Марка материала	Термообработка	Предел прочности при растяжении σ_B	Предел текучести σ_T	Средний температурный коэффициент линейного расширения при температуре от 20 до 100°C $\alpha \cdot 10^6, K^{-1}$	Относительное удлинение $\delta, \%$	Удельная теплоемкость $c, \text{ кал/см}^3 \cdot \text{°C}$	Твердость НВ, МПа
		кгс/мм ²					
40ХН	цементирование	70	40	11,21	19	1,21	201...235
	улучшение	70	40	11,21	19	1,21	580...590

Механические свойства материала позволяют учесть его свойства при выборе инструментального материала режущего инструмента. Правильный выбор определяет интенсивность режимов обработки, что влияет на производительность обработки детали. Сочетание ряда этих параметров, наряду с параметрами технологического оснащения и определяет эффективность спроектированного варианта технологического процесса.

1.3 Анализ типа производства

Согласно данным [14] тип производства определим, руководствуясь объемом и повторяемостью выпуска изделий. Согласно ГОСТ 14.004–83 в машиностроении различают три типа производства: единичное, серийное и массовое. «Для определения типа производства воспользуемся данными о значениях массы детали и годовой программы выпуска» [14]. Для детали «муфта» при массе 0,6 кг и заданной программе выпуска 10000 штук тип

производства является среднесерийным.

«Среднесерийное производство характеризуется изготовлением изделий периодически повторяющимися партиями различного объема» [1].

«Оборудование, приспособления, рабочий и мерительный инструмент универсальные. Специальную оснастку применяют только в тех случаях, если без нее невозможно обеспечить требуемое качество продукции. Широко используют разметку и выверку деталей при установке на станок» [4]. «Для обеспечения соответствующего качества изделий требуется высокая квалификация рабочих. Характерна невысокая производительность, небольшая доля основного времени в общей структуре нормы времени и высокая себестоимость продукции». [4].

Синхронизацию времени работы на каждом станке в структуре каждой операции обеспечивают изменением количества станков на рабочих местах, дифференциацией и концентрацией технологических методов со снятием слоя металла с поверхности заготовки. «Технология изготовления проектируется на основе типовой. Применяют проектирование содержаний операций в маршрутном и маршрутно-операционном виде. В этом случае создаются участки из станков одной группы: токарных, фрезерных, шлифовальных. Заготовки партиями передаются с участка на участок, на которых имеются специально отведенные места для складирования. Производительность при серийном производстве ниже, чем при поточной форме, однако существование такого производства вполне оправдано при большой номенклатуре изделий, или их частой сменяемости. Для достижения точности обработки применяется метод работы на настроенном оборудовании» [4].

1.4 Задачи работы

Для достижения цели поставленной в данной работе необходимо решить задачи по разработке варианта технологии для обеспечения точности взаимного расположения и «концентричности наружных поверхностей муфты

относительно центрального отверстия и перпендикулярности торцов к оси отверстия, при этом возникает дополнительная задача закрепления заготовки при обработке без ощутимых ее деформаций» [1].

Для этого необходимо выполнить решение задач повышения номинальной нагрузочной способности муфты их точности срабатывания в статическом и динамическом режимах работы привода станка. Для решения данной задачи необходимо выполнить проектирование современных конструкций технологического обеспечения муфты, в том числе новых типов, принципиально отличающихся от существующих как по составу, принципу действия, так и по точности срабатывания.

Следующим является обеспечение экономических показателей технологии на этапе ее сравнения с типовыми процессами производства, что в совокупности охватывает вопросы обеспечения экологичности и безопасности процессов проектируемых.

2 Разработка технологии изготовления

2.1 Обоснование выбора и разработка заготовки

Для деталей – тел вращения рекомендуемым методом получения заготовки служат литье, штамповка, использование проката горячекатаная стали, прокат калиброванной стали, трубы. Штампованные заготовки целесообразно применять лишь для ступенчатых деталей со значительным перепадом диаметров отдельных ступеней. Однако, с увеличением программы выпуска деталей большое значение придается эффективности использования металла, которая характеризуется отношением массы готовой детали к массе заготовки «Выбор осуществляется на основе всестороннего анализа следующих факторов: назначение изделия, условия его эксплуатации, материал, размеры, форма, объем выпуска, техническая оснащенность заготовительного производства. Окончательное решение принимается на основе расчета стоимости получения заготовки различными методами. После выбора метода получения заготовки определяют ее конфигурацию, размеры, допуски на них, припуски на механическую обработку, разрабатывают чертеж и технические условия на изготовление» [4]. Рассмотрим основные технические требования и характеристики метода получения заготовки. «Метод получения заготовки литьем ограничивается свойствами применяемой стали, но у данной стали есть заменитель с улучшенными литейными свойствами, поэтому данный метод принимаем к рассмотрению как один из возможных» [8]. «Метод штамповки является одним из оптимальных с учетом свойств стали и серийности производства, поэтому его также принимаем к сравнению» [4].

«Стоимость заготовки рассчитывается по формуле:

$$S_{\text{ЗАГ}} = (C_i \cdot Q \cdot k_T \cdot k_c \cdot k_B \cdot k_M \cdot k_{\text{П}}) - S_{\text{ОТХ}} \cdot (Q - q), \quad (1)$$

где C_i – базовая стоимость получения заготовок, руб.;

Q – масса заготовки, кг;

k_T – коэффициент точности;

k_C – коэффициент сложности;

k_B – коэффициент марки материала;

k_M – коэффициент массы заготовки;

k_{II} – коэффициент объема производства;

S_{OTX} – стоимость отходов механической обработки в виде стружки, руб.;

q – масса детали, кг» [4].

Массу заготовки определим по формуле:

$$\langle Q = q \cdot K_P, \quad (2)$$

где K_P – коэффициент метода получения заготовки» [4].

Масса заготовки получаемой штамповкой

$$Q = 1,5 \cdot 1,2 = 1,8 \text{ кг.}$$

Масса заготовки получаемой литьем

$$Q = 1,67 \cdot 1,2 = 2,0 \text{ кг.}$$

«Базовая стоимость получения заготовок и стоимость отходов механической обработки в виде стружки в формуле (1) принимаем по справочным данным и определив значения поправочных коэффициентов, выполняем расчет» [4].

Стоимость заготовки получаемой штамповкой.

$$\begin{aligned} S_{ЗАГ} &= (56,11 \cdot 1,8 \cdot 1,0 \cdot 0,84 \cdot 1,14 \cdot 1,0 \cdot 0,8) - 1,82 \cdot (1,8 - 1,2) = \\ &= 76,28 \text{ р.} \end{aligned}$$

Стоимость заготовки получаемой литьем.

$$\begin{aligned} S_{ЗАГ} &= (70,3 \cdot 2,0 \cdot 1,0 \cdot 0,84 \cdot 1,14 \cdot 1,0 \cdot 0,8) - 1,82 \cdot (2,0 - 1,2) = \\ &= 95,85 \text{ р.} \end{aligned}$$

«Расчеты показали, что в данном случае более выгодна заготовка полученная методом штамповки на горизонтально-ковочной машине» [7].

«Проектирование заготовки, получаемой на горизонтально-ковочной

машине, проведем по рекомендациям и с использованием данных. При штамповке благодаря равномерности распределения гидростатического давления пластичность материала заготовки значительно увеличивается, и поэтому можно штамповать многие высокопрочные и труднодеформируемые сплавы. Процесс обеспечивает высокую точность деталей, определяемую точностью формообразующей поверхности штампа. Это объясняется тем, что после контакта инструмента и заготовки в жидкости может быть создано высокое давление калибровки, уменьшающее упругую отдачу» [9]. Операционные размеры заготовки получаемой методом штамповки приведены в таблице 4.

Таблица 4 - Операционные размеры заготовки – штамповки.

Номинальный диаметр, мм	Операционный размер, мм	Припуск, мм	Допуски, мм
71	$71,50^{+1,44}_{-1,2}$	0,50	$+1,44$ $-1,2$
68	$68,50^{+1,44}_{-1,2}$	0,50	$+1,44$ $-1,2$
56	$55,7^{+0,66}_{-0,55}$	0,30	$+0,66$ $-0,55$
35	$34,95^{+1,05}_{-0,7}$	0,05	$+1,05$ $-0,7$
54	$53,95^{+1,05}_{-0,7}$	0,05	$+1,05$ $-0,7$
62	$61,40^{+1,4}_{-0,8}$	0,60	$+1,4$ $-0,8$
50	$50,05^{+1,05}_{-0,7}$	0,05	$+1,05$ $-0,7$

«Форма и размеры изделия оказывают влияние на выбор метода и оборудования для обработки поверхностей. Плоские поверхности обрабатываются фрезерованием, строганием, шлифованием, протягиванием, точением на токарно-карусельных станках. Цилиндрические поверхности подвергаются токарной обработке — точению и растачиванию» [9].

«Для каждого вида поверхности определяем, согласно рекомендациям, свой набор методов механической обработки с соответствующим станочным оснащением, приспособлениями и инструментом» [4].

Результаты сведены в таблицу 5.

Таблица 5 - Технологические маршруты обработки поверхностей муфты

Номер и наименование операции	Содержание операции	Оборудование (тип, модель)
05 заготовительная	формирование заготовки	горизонтальный ковочный пресс
10 термическая	улучшение	
15 токарная	установка заготовки подрезка торца 11,24 подрезка торца 12,22 точить поверхности 28, 27, 25, 20, 17, 15,10, фаску 19, 23, 12 точить поверхности 21 точить канавку 16, 18, 13, 14	КТ-141
20 токарная	установка заготовки подрезка торца 9, 1 подрезка торца 23, 24 точение поверхности 2, 6, 19, 18 точение фаски 7 точить канавку 4	16А25
25 токарная	установка заготовки точение поверхности 12, 15, 1	16А25
30 протяжная	установка заготовки протягивание поверхностей 10, 11	7Б65
35 зубодолбежная	установка заготовки долбление поверхностей 26, 25	5А122В
40 фрезерная	установка заготовки фрезерование поверхностей 3,5, 29	2Р135Ф2-1
45 термическая обработка	цементирование поверхностей 28, 29, 17, 18, 2, 11, 1	
50 шлифовальная	установка заготовки шлифование поверхностей 1, 2	6Т83
60 моечная		
65 контрольная		

«Величина припуска на механическую обработку должна быть необходимой и достаточной для реализации всех переходов механической обработки на данной поверхности детали. Большие припуски приводят к повышенному расходу материала, увеличению трудозатрат, энергоресурсов и материальных средств. При малых припусках с поверхности заготовки полностью не удаляется дефектный слой материала, усложняется выверка заготовки при установке ее на станке, повышаются требования к точности

размеров заготовки» [21]. Выполним расчет припуска поверхности 2 муфты.

«Определение минимального припуска для каждого перехода производится по формуле:

$$z_{imin} = a_{i-1} + \sqrt{\Delta_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2}, \quad (3)$$

где a – величина дефектного слоя, мм;

Δ – величина суммарных пространственных отклонений, мм;

ε – величина погрешности установки заготовки, мм;

i – индекс текущего перехода;

$i - 1$ – индекс предыдущего перехода» [21].

«Величина дефектного слоя определяется по формуле:

$$a = Rz + h, \quad (4)$$

где Rz – среднеарифметическая величина микронеровностей профиля поверхностного слоя, мм;

h – глубина дефектного слоя, образовавшегося от предыдущей обработки, мм» [21].

«Величина суммарных пространственных отклонений определяется по формуле:

$$\Delta = 0,25 \cdot Td, \quad (5)$$

где Td – поле допуска выполняемого размера, мм» [21].

«Определение максимального припуска для каждого перехода производится по формуле:

$$z_{i \max} = z_{i \min} + 0,5 \cdot (Td_{i-1} + Td_i), \quad (6)$$

где Td_i – поле допуска выполняемого размера, мм;

Td_{i-1} – поле допуска выполняемого размера на предыдущем переходе, мм» [21].

«Определение среднего припуска для каждого перехода производится по формуле:

$$z_{срi} = 0,5 \cdot (z_{i \max} + z_{i \min}). \quad (7)$$

Проводим расчеты минимального, максимального и среднего припуска для каждого перехода» [21]. Результаты расчетов припуска на поверхность 21 - отверстие размера $\varnothing 40H9$ (Ra 2,5) приведены в таблице 6.

Таблица 6 - Расчет припуска

Переход	Элементы припуска					Размер, мм	Допуск, мм	Предельный размер, мм		Предельные размеры припусков, мкм	
	Rz	T	ρ	ε	$Z_{i \min}$			d_{\min}	d_{\max}	$Z_{i \min}$	$Z_{i \max}$
заготовительный	40	90	78			38,685	0,250	38,535	38,785	-	-
черновая обработка	12,8	0	2,7	180	259	39,977	0,100	39,877	39,977	1192	1342
чистовая обработка	10	0	0	9	22	40,021	0,062	40,000	40,062	64	82
Итого										1256	1424

«Распределение общего припуска по остальным операциям и переходам производим по таблицам в зависимости от методов и этапов обработки, геометрии, размеров и конструкции деталей» [19]. Далее, рассчитываем соответствующие размеры заготовки.

Технологические параметры заготовки определяем по данным [7]. «К отклонениям расположения поверхностей следует отнести отклонения от соосности, параллельности, перпендикулярности, пересечения осей, а к отклонениям формы — отклонения от плоскостности и прямолинейности.

Другие погрешности формы, например, отклонения от цилиндричности, круглости, при этом не учитываются, т. к. предполагаем, что эти отклонения не превышают допуск на размер обрабатываемой поверхности. Расчет напусков ведем от размеров готовой детали к размерам исходной заготовки» [7]. Технологические параметры заготовки муфты, представлены на чертеже в графической части работы.

2.2 Разработка плана изготовления детали

Как показал анализ, «проектирование плана изготовления муфты, направлено на решение задачи обеспечения концентричности наружных поверхностей относительно отверстия и перпендикулярности торцовых поверхностей к оси отверстия» [13].

«Проблема может быть решена обработкой всех наружных поверхностей, отверстий и торцов за один установ или всех поверхностей за два установа» [14]. «Базирование детали осуществляется при окончательной обработке отверстия по наружной поверхности, а при обработке всех поверхностей за два установа базирование детали осуществляют при окончательной обработке по наружной поверхности и по отверстию» [13, 14]. Также «при формировании содержания операций будем учитывать, что при обработке за один установ заготовок базами являются наружная поверхность и подрезанный торец, устанавливаемый по упору. При обработке индивидуальной заготовки за базу целесообразно принимать предварительно обработанное отверстие и торец заготовки» [14]. «Базирование по обработанному отверстию имеет ряд преимуществ по сравнению с базированием по обработанной наружной поверхности. При обработке на жесткой или разжимной оправке погрешность установки или отсутствует, или значительно меньше, чем при обработке в патроне с креплением заготовки по наружной поверхности. В этом случае применяется более простое, точное и дешевое центрирующее устройство чем патрон – оправки. Использование

оправок может быть достигнута высокая степень концентрации обработки» [14]. Технологию механической обработки муфты проектируем согласно рекомендациям [14] с применением обрабатывающего токарного станка ЧПУ за одну установку. Проектный вариант сводим в таблицу 7.

Таблица 7 – Маршрут изготовления муфты

Номер и наименование операции	Оборудование (тип, модель)	Содержание операции
05 заготовительная	горизонтальный ковочный пресс	формирование заготовки
10 термическая		улучшение
15 токарная	КТ-141	подрезка торца 11,24 подрезка торца 12,22 точить поверхности 28, 27, 25, 20, 17, 15,10, фаску 19, 23, 12 точить поверхности 21 точить канавку 16, 18, 13, 14
20 токарная	16A25	подрезка торца 9, 1 подрезка торца 23, 24 точение поверхности 2, 6, 19, 18 точение фаски 7 точить канавку 4
25 токарная	16A25	точение поверхности 12, 15, 1
30 протяжная	7Б65	протягивание поверхностей 10, 11
35 зубодолбежная	5A122В	долбление поверхностей 26, 25
40 фрезерная	2P135Ф2	фрезерование поверхностей 3,5, 29
45 термическая обработка		цементирование поверхностей 28, 29, 17, 18, 2, 11, 1
50 шлифовальная	6Т83	шлифование поверхностей 1, 2
60 моечная		
65 контрольная		

План обработки муфты включает следующие этапы. Это «контурная токарная обработка заготовки и снятие фаски в центральном отверстии. Технологической базой является наружная поверхность при закреплении в патроне. Далее следует протягивание отверстия на протяжном станке со сферической самоустанавливающейся шайбой, которую применяют в связи с тем, что торец муфты не обработан точно» [18]. Этап зубообработки. Заключительный этап это термическая обработка муфты и финишная обработка.

Операции выполняют с базированием муфты по отверстию на разжимной оправке.

«При базировании заготовки на операциях необходимо соблюдать принципы базирования и использовать типовые схемы базирования» [18]. Черновые технологические баз, используемые при первом установе заготовки, это цилиндрическую поверхность 2, за исключением линии разъема и торец 9. Основания для такого выбора следующие. Можно было бы использовать поверхность 25 более высокой точности. Однако она не обеспечивает устойчивого положения заготовки, так как выполнена с уклоном. Для обеспечения точности осевых размеров наилучшим вариантом было бы использование торца 1, так как он является основной конструкторской базой. Однако использование комплекта баз 25 и 1 не приемлемо, так как не обеспечивает надежного закрепления фланца заготовки в патроне.

В графической части работы в виде чертежа представлен план изготовления муфты, её маршрут изготовления показан в маршрутной карте (приложение А).

2.3 Выбор оборудования и технологической оснастки

Выбор оборудования для проектируемого технологического процесса изготовления муфты производим на основе содержания каждой операции. Определены для каждой операции метод обработки поверхности, точность и шероховатость поверхностей, припуски на обработку, выбран тип режущего инструмента, стратегия и тип производства. [10, 22].

Оборудование должно быть автоматизированным с возможностью обеспечить выполнение технических требований к обрабатываемой детали. Это точность размеров, формы, взаимного расположения поверхностей, их шероховатость. При выборе среди нескольких различных станков для операций 15, 20, 25 «Токарная» муфты будем руководствоваться рекомендациями источника [14]. «Оборудование необходимо выбирать

согласно основным размерам рабочей зоны станка, габаритным размерам центрального отверстия муфты, соответствием производительности станка годовой программе выпуска деталей, рациональности использования станка по мощности и времени наименьшей трудоемкости обработки. Также необходимо стремиться применять оборудование отечественного производства, с наименьшей себестоимостью наличием или реальной возможностью приобретения станка, требованиями по технике безопасности» [14].

При выборе приспособления для выполнения операции детали предпочтение в первую очередь, отдаём универсальным приспособлениям, которые обычно являются принадлежностью станка. В случае использования специального приспособления делается расчет экономической целесообразности его применения [22, 23].

Режущий инструмент при механической обработке детали должен обладать высокой производительностью, обеспечивать требуемую точность и шероховатость обрабатываемой поверхности. Выбор конкретных параметров и материалы инструмента выполняем по данным [2, 22]. Для обработки вязких материалов, как сталь в случае обработки муфты, применяют твердые сплавы групп «ТК» (вольфрамотитанокобальтовые). При тяжелых условиях работы, например для операций 15, 20, 25 «Токарная» муфты, с переменным припуском, характерно наличие ударной нагрузки и недостаточная жесткость системы применяют сплав с низким содержанием карбида титана.

Контрольные средства согласно данным [3, 22] должны обеспечивать технический контроль цилиндрических наружных и внутренних поверхностей муфты. Данное «требование предусматривает проверку диаметров и длин ступеней, размеров шлицев и резьб» [22]. «Контроль осуществляют предельными скобами, шаблонами, шлицевыми кольцами и резьбовыми скобами. Для выявления биения наружных цилиндров муфту необходимо установить на призмы базирующими поверхностями, при замерах разность наибольшего и наименьшего показаний индикатора при повороте вала

определяет биение цилиндрической поверхности. Стоит учитывать, что предприятия применяют также многомерные индикаторные и светофорные контрольные приспособления для проверки диаметров наружных и внутренних цилиндрических поверхностей» [3].

Номенклатура предполагаемого к использованию оборудования сведена в таблицу 8.

Таблица 8 – Результаты выбора оборудования и технологической оснастки

Номер и наименование операции	Наименование режущего инструмента	Марка инструментального материала	Тип станочного приспособления
15 токарная	токарный позрезной резец φ=90 ГОСТ 19045-80	T5K10	пневматический самоцентрирующий патрон
	токарный проходной резец φ=90 ГОСТ 19043-80	T5K10	
	токарный проходной резец φ=45 ГОСТ 19058-80	T5K10	
	оправка расточная φ=120 ГОСТ 69078-89	MC2215	
20 токарная	токарный позрезной резец φ=90 ГОСТ 18871-73	T5K10	пневматический цанговый патрон
	токарный проходной резец φ=90 ГОСТ 18879-73	T5K10	
25 токарная	токарный позрезной резец φ=90 ГОСТ 18871-73	T5K10	пневматический самоцентрирующий патрон
	токарный проходной резец φ=90 ГОСТ 18879-73	T5K10	
30 протяжная	протяжка шлицевая P6M5K5 ГОСТ 18879-73	P6AM5	специальное приспособление
35 зубодолбежная	долбяк зуборезный BK30 ГОСТ 18879-89	BK6	цанговое приспособление
фрезерная	фреза шлицевая ГОСТ 4010-77	P6M5	специальное приспособление
50 шлифовальная	шлифовальный круг ГОСТ 2679-73	ЭБ18	специальное приспособление

Комплексный анализ выбора технологического оснащения позволяет на последующих этапах проектирования учесть «размерный баланс параметров

точности и износа технологического оснащения» [14]. «Износ непосредственно влияет на точность механической обработки, приводит к возникновению погрешностей формы и размера обрабатываемой поверхности детали. Измеряется этот вид износа на вершине инструмента в направлении нормальном к обрабатываемой поверхности в сечении инструмента по его передней поверхности. Существует несколько прямых и косвенных методов измерения размерного износа инструмента» [14]. «Наиболее точными являются прямые методы измерения, из которых наиболее простым является метод измерения уменьшения размера от вершины режущего лезвия инструмента до определенной базовой поверхности на инструменте или оправке» [2]. Для «корректной оценки размерного износа на последующих этапах работы выполним расчеты режимов обработки и расчеты по определению точности механической обработки, где размерный износ определяем в зависимости от пути, пройденного режущей кромкой инструмента в металле (длина резания L)» [2].

Уточненные данные вносим в операционные карты (приложение А).

2.4 Проектирование операций технологического процесса

«На этапе проектирования технологических операций выполняем расчет режимов резания» [16]. «При расчетах режимов резания выполняют определение глубины резания, подачи и скорости резания. Назначаются режимы резания в последовательности: глубина – подача – скорость резания. Глубина резания назначается равной величине рассчитанного припуска. Если глубина резания превышает допустимую величину, обработка ведется за несколько проходов инструмента. Подачу выбирают исходя из вида обработки заготовки. При черновой обработке величина подачи определяется точностью и жесткостью технологической системы станка, а при чистовой обработке точностью получаемого размера и требуемой шероховатостью поверхности» [14, 16]. «Расчетный метод более точен, но корректировка расчетного значения

подачи по станку существенно снижает эффективность использования данного метода» [16]. В данной работе в качестве оборудования используются станки с ЧПУ, где корректировать режимы нет необходимости ввиду применения программного способа выбора режима работы оборудования. «Скорость резания определяют расчетным путем и по таблицам. Однако, действительная скорость резания всегда отличается от результата расчета. Табличный метод определения скорости резания значительно проще расчетного. Сущность метода состоит в том, что скорость резания выбирают из таблиц в зависимости от глубины резания, подачи и других факторов, а затем, путем введения соответствующих коэффициентов» [16]. Скорость резания уточняют применительно к конкретным условиям обработки детали. «Определяется скорость резания по формуле:

$$V = V_T \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3, \quad (8)$$

где V_T – нормативная скорость резания, м/мин;

K_1 – коэффициент, зависящий от характеристик обрабатываемого материала;

K_2 – коэффициент, зависящий от характеристик инструментального материала;

K_3 – коэффициент, зависящий от вида обработки» [16].

Далее определяется частота вращения шпинделя используя формулу:

$$\langle n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d}, \quad (9)$$

где d – диаметр обрабатываемой поверхности или режущего инструмента, мм» [16].

Значения скорости резания и частоту вращения шпинделя станка определяют для каждого выполняемого перехода. После этого частоты вращения корректируют по станку до ближайшего значения. По этим

значениям уточняют и скорости резания [22].

Определение норм времени на выполнения операций в определенных производственно-технических условиях, позволяет установить соответствие возможностей оборудования инструмента и других средств производства современным достижениям техники и опыта работы производства [20]. При определении нормы времени рассчитывается штучное время. «Согласно данной методике сначала рассчитывается длина рабочего хода инструмента на всю операцию по формуле:

$$L_{\text{р.х.}} = l_1 + l_{\text{рез}} + l_2, \quad (10)$$

где l_1 – длина врезания, мм.;

$l_{\text{рез}}$ – длина резания, мм.;

l_2 – длина перебега, мм» [20].

«Затем, определяется основное время на обработку по формуле:

$$T_0 = \frac{L_{\text{р.х.}}}{S \cdot n}, \quad (11)$$

где S – подача, мм/об» [20].

Основное время включает в себя время на выполнение станком непосредственно механической работы по удалению стружки. На основе него определяют на настройку оборудования для выполнения данной работы, пробную обработку деталей, получение и сдачу инструмента, приспособлений, заготовок и деталей. Нормирование технологического процесса механической обработки муфты, завершаем определением норм времени и режимов обработки на все операции спроектированного процесса изготовления. Полученные результаты приведены в таблице 7, а соответствующие данные вносим в маршрутную карту и операционные карты (приложение А).

Итогом выполнения данного раздела стало определение расчетных параметров влияющих на точность обработки заданной детали. Выполнены расчеты параметров обработки и оборудования с учётом необходимости обеспечить обработку размеров детали с отклонениями, их форму, взаимное расположение.

Таблица 9 – Результат нормирования технологических операций

Номер и наименование операции	V , м/мин	n , об/мин	S_o , мм/об	$S_{мин}$, мм/мин	T_o , мин	Номер инструмента	t , мм
15 токарная	80,5	712	0,4	285	0,207	1	1,4
	113	1054	0,45	475	0,073	2	1,0
	132	1260	0,45	567	0,03	3	0,35
	162	1260	0,65	700	0,03	4	0,15
20 токарная	120	950	0,2	191,49	0,239	1	1,4
	106	890	0,17	151,3	0,208	2	1,0
25 токарная	120	950	0,3	202,89	0,180	1	1,2
	108	1000	0,7	198,75	0,118	2	0,5
30 протяжная	5	-	$S_z=0.11$ мм/зуб	-	0,031		4,28
35 зубодолбежная	6,5	1	1,4 мм/зуб	120	0,755	1	8,8
40 фрезерная	24,5	708	0,28	198	0,529	1	5,5
50 шлифовальная	37	74	3,0	221,7	0,38	1	4

Обработка детали разбита на несколько этапов. Механическая обработка сопровождается воздействием на заготовку целого факторов, обусловленных как самим процессом резания, так и внешними возмущениями. Одним из результатов этого воздействия является точность.

Для обеспечения точности обработки муфты применены расчеты ряда

технологических параметров. Выполнены мероприятия по выбору технологических баз. Сделан выбор методов технологического обеспечения. К ним относятся выбор методов обработки, станочного оснащения, средств контроля. Что позволило успешно решить задачу разработки технологии изготовления детали.

3 Разработка специальной технологической оснастки

3.1 Разработка зажимного приспособления

Анализ 030 протяжной операции показал, что «используемое на данной операции станочное приспособление не отвечает предъявляемым требованиям в условиях среднесерийного производства» [9], оно не обеспечивает достаточную точность и виброустойчивость инструмента и детали при обработке шлицевых пазов. Инструмент на данной операции – протяжка шлицевая является направляющей базой для протягиваемого отверстия и шлицев. Однако большая протяженность шлицевого отверстия вызывает вибрации при протягивании шлицев и как следствие – возникновение огранки на эвольвентном профиле шлицев. Устранить данный недостаток возможно путем проектирования зажимного приспособления обеспечивающего гашение вибрации при обработке шлицев протягиванием, а также обеспечивавшего достаточную точность базирования детали относительно протяжного инструмента [9, 26].

«В протяжных приспособлениях типа оправок или патронов установочная поверхность упругого элемента из гидропластмассы является одновременно и зажимающей. Это обеспечивает высокую точность установки и вместе с тем сокращает затраты времени на настройку и закрепление станочной оснастки, например, протяжного инструмента.

Упругий гидропластмассовый элемент 1 имеет форму рабочей полости зажимного приспособления. В качестве материала упругого элемента применяют, например, дибутилфталат марки ДМ 88 ГОСТ 2102-81. Область применения – передача усилий зажима в условиях повышенных потерь на трение. При движении нажимного плунжера 2 происходит плавная передача усилия нажима зажимной втулке 3, при этом усилие зажима непрерывно растет до расчетного значения. Упругий элемент из гидропластмассы деформируется на расчетную величину усадки, после чего его размеры

стабилизируются и он работает как жесткое передаточное звено конструкции приспособления» [9, 26]. Расчетная схема такого патрона приведена на рисунке 9.

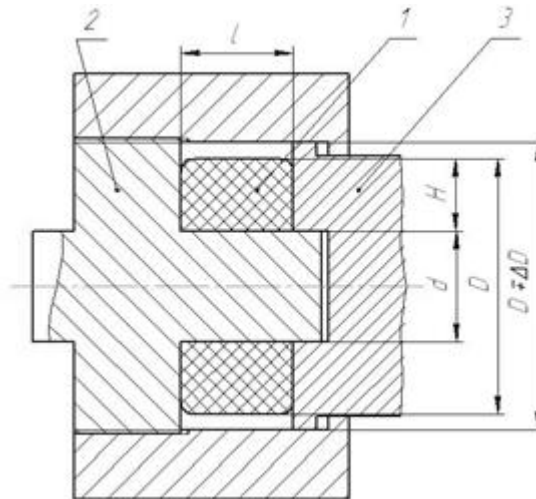


Рисунок 9 - Расчетная схема гидропластового патрона

При расчете необходимо учесть «критическое значение продольной силы при продольном изгибе протяжки:

$$P_{кр} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot J}{L^2}, \quad (12)$$

где L – длина протяжки, мм;

E – модуль упругости материала стержня, МПа;

J – минимальный момент инерции поперечного сечения, мм⁴.

Для расчета момента инерции необходимо знать характеристики протяжки:

$$J = \frac{\pi \cdot d^4}{32}, \quad (13)$$

где $d=14$ мм – диаметр протяжки» [26].

«Максимальный зазор между поверхностью зажимной втулки и упругого гидропластмассового элемента при зажиме по внутренней поверхности:

$$\delta = D_{min} - D_{max} , \quad (14)$$

где δ - посадочный зазор втулки гидропластмассового элемента, мм;

D_{max} - максимальный диаметр зажимной втулки, мм;

D_{min} - минимальный диаметр зажимной втулки, мм.

Допуск ΔD на диаметр зажимной втулки определяем из диапазона:

$$\Delta D = 0,002 \div 0,0025 , \quad (15)$$

Далее рассчитываем усилие зажима гидропластмассовым элементом втулки относительно внутренней поверхности:

$$P = 100 \frac{2b}{D} \sqrt{\frac{2b}{D}} D_{нат} , \quad (16)$$

где $D_{нат}$ - натяг при зажиме заготовки, мм;

b – толщина стенки зажимной втулки, мм;

D – диаметр втулки, мм.

Для определения полезного объема гидропластового элемента определяем высоту рабочей полости под заполнение гидропластмассой:

$$H = 2\sqrt[3]{D} , \quad (17)$$

Определяем величину усадки гидропластмассового зажимного элемента:

$$v = 0,002V, \quad (18)$$

где V – объем гидропластмассового зажимного элемента, мм³» [26].

«Величина захода плунжера, необходимая для зажима втулки:

$$m = \frac{4(\Delta V + v)}{\pi d^2}, \quad (19)$$

где d – диаметр нажимного плунжера, мм» [26].

Диаметр наружного плунжера определим из диапазона:

$$d = (0,5-0,8)\sqrt{D}, \quad (20)$$

Расчетные параметры спроектированной конструкции сводим в таблицу 12.

Таблица 12 - Результаты расчета зажимного патрона

Обозначение параметра	Наименование	Расчетное значение параметра
δ_{\max}	максимальный зазор между поверхностью зажимной втулки и упругим элементом	4 мм
D	диаметр втулки	70 мм
ΔD	допуск на диаметр зажимной втулки	0,002 мм
P	усилие зажима	1500 Н
H	высота рабочей полости	20 мм
v	величина усадки гидро-пластмассового элемента:	0,002 м ³
m	величина захода плунжера	10 мм
d	диаметр нажимного плунжера	30 мм

Конструкция зажимного патрона, построенная на основе выполненного в работе расчета представлена на рисунке 10.

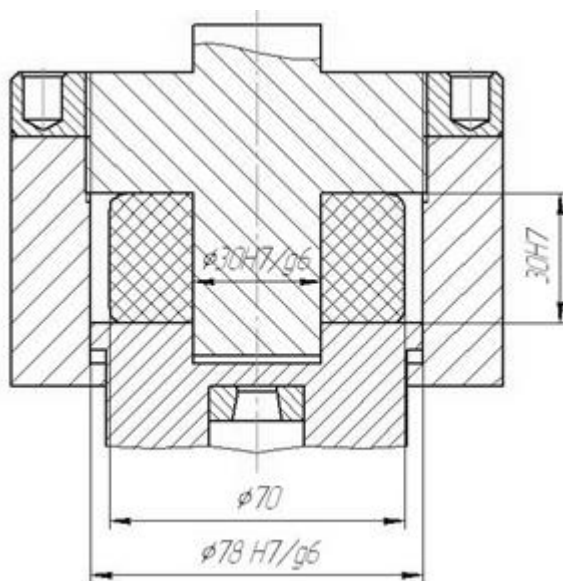


Рисунок 10. – Конструкция зажимного патрона

«Зажимной патрон предназначен для захвата протяжки. Применение предложенной конструкции патрона способствует увеличению ее долговечности, уменьшению вибраций, а также увеличивает эффективность процесса протягивания» [26].

«Корпус патрона выполнен разъемным и состоит из втулки 1 и хвостовика 2. Хвостовик 2 служит для крепления патрона во вспомогательной каретке станка. Во втулке размещены поворотные кулачки 3, служащие для захвата заднего хвостовика протяжки, находящиеся в подпружиненном состоянии и срабатывающие при контакте с упором (не показано). Для уменьшения износа втулки в ней помещена упорная втулка 4 для контакта с торцом хвостовика протяжки» [26]. «С целью обеспечения центрирования втулки и хвостовика протяжки во втулке выполнен цилиндрический выступ. Перемещение втулки 1 ограничено гильзой 5, которая своим буртом контактирует с заплечиками втулки 1. Гильза 5 навинчивается на хвостовик 2. Между втулкой 1 и хвостовиком 2 помещен упругий гидропластмассовый элемент 19. Гильза фиксируется стопорной гайкой 16. Заготовка устанавливается в сменной втулке 10, посаженной в переходной планшайбе 11, закрепленной на планшайбе 12 вертикально-протяжного станка» [9].

«Патрон работает следующим образом. В исходном положении задний хвостовик протяжки зафиксирован во втулке 1 вспомогательного патрона для захвата протяжки. При этом гидропластмассовый элемент 17 находится в свободном состоянии, а между торцом цилиндрического выступа хвостовика 2 и отверстием втулки 1 имеется зазор. При подводе протяжки ее передний хвостовик входит в отверстие рабочего патрона 9, а первый зуб упирается в торец обрабатываемого отверстия детали. При включении рабочего хода протяжка под действием вспомогательного патрона для захвата начинает перемещаться до тех пор, пока она остановится под действием силы резания, которая возрастает по мере увеличения числа зубьев, находящихся одновременно в работе. При этом рабочей патрон 9 продолжает перемещение, выбирая зазор между рабочей поверхностью поворотных кулачков 8 рабочего патрона 8 и рабочим конусом шейки переднего хвостовика протяжки. Втулка 1 вспомогательного патрона для захвата под действием протяжки останавливается, хвостовик 2 продолжает движение синхронно с рабочим патроном 9, сжимая гидропластмассовый элемент 19 и создавая постоянно возрастающее усилие на задний торец протяжки» [26].

Спроектированное приспособление согласно требованиям по точности установки представлено в графической части работы. Задачу проектирования можно считать достигнутой.

3.2 Разработка протяжного инструмента

С целью обеспечения «оптимального качества обработки и максимальной износостойкости проведем проектирование протяжки для обработки внутренних шлицев муфты с использованием методики и справочных данных» [9, 17]. Ввиду того что протяженность шлицев большая проектируем шлицевую протяжку сборной конструкции. Согласно маршруту обработки, выполняется обработка «шлицевой протяжкой отверстия муфты, стали 40Х. В качестве материала протяжки принимаем для шлицевой режущей

части - быстрорежущую сталь Р6М5, для калибрующей – вставки из сплава Т15К6 с многослойным покрытием режущих кромок» [9, 17].

Согласно рекомендациям [17] выполняем «расчет величины припуска A под протягивание из диапазона:

$$A = 0.005 \cdot D_H + (0,1 \div 0,2) \cdot \sqrt{L}, \quad (21)$$

где D_H - наружный диаметр шлицевого отверстия, мм;

L - длина обрабатываемого отверстия, мм.

$$A = 0,005 \cdot 40 + (0.1 \div 0.2) \cdot \sqrt{32} = (1,41 \div 2,32) \text{ мм}$$

Принимаем $A = 2$ мм» [17]. «Выбираем стандартный диаметр хвостовика $d_1=32$ мм. Площадь по сечению равна $F_X=1848.4$ мм². Шаг t_p режущих зубьев определим согласно:

$$t_p = (1,25 \div 1,5) \cdot \sqrt{L}, \quad (22)$$

где t_p - шаг режущих зубьев, мм;

L - длина обрабатываемого отверстия, мм.

$$t_p = (1,25 \div 1,5) \cdot \sqrt{32} = (7,3 \div 8,58) \text{ мм}$$

Учитывая, что конструкция протяжки является сборной, принимаем значение шага до ближайшего большего значения равным $t_p = 10$ мм. Тогда глубина канавки равна $h_k = 5$ мм, площадь канавки равна $F_k=19,6$ мм²» [17].

«Далее определяем максимальное число одновременно работающих зубьев Z_{max} :

$$Z_{max} = \frac{L}{t_p} + 1, \quad (23)$$

где t_p - шаг режущих зубьев, мм;

L - длина обрабатываемого отверстия, мм.

$$Z_{max} = \frac{32}{10} + 1 = 3,3 \text{ зуба}$$

Следовательно, при обработке отверстия длиной 32 мм, у данной протяжки одновременно будут работать 3 зуба. Коэффициент заполнения стружечной канавки $K=4$. Далее определяем допускаемое напряжение на растяжение хвостовой части протяжки: $[\sigma_x] = 300 \text{ МПа}$, режущей части $[\sigma_1]=400 \text{ МПа}$ » [17].

«Основываясь на этих данных выполняем расчёт усилий, которые действуют на протяжку и её конструктивные элементы. Наибольшее усилие, допускаемое хвостовиком:

$$P_x = F_x \cdot [\sigma_x], \quad (24)$$

где F_x – усилие возникающее на режущих зубьях, Н;

σ_x - напряжение на растяжение хвостовой части протяжки, МПа.

$$P_x = 3848,4 \cdot 300 = 1154520 \text{ Н.}$$

Наибольшее усилие, допускаемое протяжкой по прочности перед первым зубом определим согласно выражения:

$$P_1 = \frac{\pi \cdot (D_1 - 2 \cdot h_k)^2}{4} \cdot \sigma_1, \quad (25)$$

где D_1 – диаметр первого зуба протяжки, мм;

σ_1 - напряжение возникающее на режущем зубе МПа;

h_k – высота зуба, мм.

$$P_1 = \frac{3,14 \cdot (35 - 2 \cdot 5)^2}{4} \cdot 400 = 196250 \text{ Н}$$

В качестве расчётной силы резания P_p выбираем минимальную из P_x и P_1 :

$$P_p = P_x = 154520 \text{ Н.}$$

Исходя из этого условия, глубину канавок оставляем равной $h_k = 5$ мм и рассчитаем наибольшую ширину срезаемого слоя B_p :

$$B_p = (b_{ш} + 2 \cdot f + 0,5) \cdot n_z, \quad (26)$$

где $b_{ш}$ – ширина шлица, мм;

f – размер фаски, мм;

n_z – число шлицев, шт.

$$B_p = (10 + 2 \cdot 0,5 + 0,5) \cdot 11 = 126,5 \text{ мм.}$$

Величину подачи Sz назначаем по справочным данным [17]

$$Sz = Sz_p = 0,1 \text{ мм/зуб.}$$

Далее рассчитываем величину припуска снимаемый фасонными зубьями:

$$\Delta = d_{B_{min}} + 2 \cdot f + 0,3 - D_0, \quad (27)$$

где $d_{B_{min}}$ – ширина фасонного участка детали, мм;

f – размер фаски, мм;

$$\Delta = 36 + 2 \cdot 0,5 + 0,3 - 35 = 2,3 \text{ мм.}$$

Рассчитываем число фасонных зубьев Z_ϕ :

$$Z_\phi = \frac{\Delta}{2 \cdot S_{ZK}} + 1, \quad (28)$$

где S_{ZK} – величина подачи на зуб, мм/мин;

Δ – величина припуска снимаемый фасонными зубьями, мм;

$$Z_\phi = \frac{2,3}{2 \cdot 0,1} + 1 = 12,5 \text{ зуба}$$

Принимаем $Z_\phi = 13$ зубьев» [17].

Остальные параметры геометрии режущей части протяжки определяем согласно рекомендациям источника [17]. «Протяжки работают на растяжение, поэтому их рассчитывают на прочность при растяжении от основной составляющей силы резания P_z , направленной вдоль оси протяжки. Условие прочности протяжки выполняется, согласно условию:

$$\sigma = \frac{P_{z_{max}}}{F_{min}} \leq [\sigma], \quad (29)$$

где σ - нормальные напряжения в опасном сечении протяжки, МПа;

$P_{z_{max}}$ - наибольшая сила резания при протягивании, МПа

F_{min} - наименьшая площадь поперечного сечения, мм²;

$[\sigma]$ - допустимое напряжение на разрыв, МПа.

Наименьшая площадь поперечного сечения F_{min} рассчитываем согласно:

$$F_{min} = \frac{\pi \cdot (D - 2h)^2}{4}, \quad (30)$$

где D - диаметр внутреннего отверстия втулки, мм;

h - глубина канавки, мм.

Выполняем расчет нормальных напряжений:

$$F_{min} = \frac{3.14 \cdot (36 - 10)^2}{4} = 530,34 \text{ мм}^2$$

Выполняем проверку условия прочности протяжки. Условие прочности выполняется:

$$\sigma = \frac{154520}{530,34} = 218,75 \leq 400 \text{ МПа} \gg [17].$$

Сборная протяжка «содержит корпус 1 и хвостовик 2 с продольным шпоночным пазом на основании 5 и установленную на нем с помощью

шестигранной шпонки 4 заднюю направляющую 5 и секции зубьев 3, стянутые в осевом направлении втулкой 6. В корпусе 1 выполнена кольцевая канавка, в которой монтируются два опорно-предохранительных полукольца 8, а задняя направляющая 8 имеет кольцевую проточку на конце для удержания секции зубьев 3» [17].

Сборная протяжка работает следующим образом. «Протяжку вводят во внутреннее отверстие заготовки и прикладывают усилие резания в направлении продольной оси протяжки. Под действием усилия протягивания инструмент перемещается относительно заготовки, формируя посредством режущих элементов ее профиль. При увеличении усилия протягивания выше допустимого опорно-предохранительные полукольца срезаются. Преимуществом сборной протяжки является увеличение срока службы путем применение инструмента со вставными режущими зубьями, с элементами выбора радиального зазора» [17].

«В ходе выполнения данного раздела разработаны технические мероприятия, направленные на совершенствование базовой технологии изготовления детали. Для этого сначала были выявлены технически несовершенные операции. С целью устранения выявленных недостатков спроектирован патрон для установки заготовок на токарных операциях и резец для проведения долбежной операции» [4].

В графической части работы и в Приложении Б представлена спроектированная конструкция протяжки.

4 Безопасность и экологичность технического объекта

Раздел посвящен анализу безопасности и экологичности технологического процесса изготовления муфты шпинделя настольного станка с ЧПУ.

Целью раздела является выполнение анализа конструкторско-технологических характеристик объекта исследования – варианта спроектированной технологии изготовления, по результатам которого выполнить оценку факторов, снижающих безопасность и экологичность объекта исследования, и предложить комплекс средств и мероприятий, направленных на сокращение их вредного, опасного и антропогенного влияния на производственные условия.

4.1 Конструктивно-технологическая характеристика объекта

Таблица 13 содержит характеристики выбранных операций.

Таблица 13 – Технологический паспорт технического объекта

Технологический процесс	Технологическая операция, вид выполняемых работ	Наименование должности работника, выполняющего технологический процесс, операцию	Оборудование, техническое устройство, приспособление	Материалы вещества
изготовление муфты шпинделя настольного станка с ЧПУ	токарная	оператор станков с ЧПУ	КТ-141, токарный резец $\varphi=90$ ГОСТ 19045-80 токарный резец $\varphi=90$ ГОСТ 18879-73 оправка расточная $\varphi=120$ ГОСТ 69078-89	сталь 40ХН

Продолжение таблицы 13

	протяжная		7Б65, протяжка Р6М5, оправка установочная,	
	зубодолбежная		5А122В долбяк зуборезный Р6М5, патрон цанговый	
	фрезерная		2Р135Ф2 фреза, Р6М5	
	шлифовальная		6Т83 круг абразивный А122М12, оправка цилиндрическая	

4.2 Идентификация профессиональных рисков

В таблицу 14 сведены данные о появляющихся при исполнении операций технологического процесса воспроизведения профессиональных рисках.

Таблица 14 - Идентификация профессиональных рисков

Производственно-технологическая и/или эксплуатационно-технологическая операция	Опасный и/или вредный производственный фактор	Источник опасного и/или вредного производственного фактора
токарная	химическое отравление, поражение электрическим током при неправильной эксплуатации оборудования, шум, вибрации, загрязнение воздуха, стереотипные рабочие движения, применение поврежденного инструмента, нарушение организации рабочего места, искрообразование	смазывающе-охлаждающая жидкость, оборудование, обрабатываемая заготовка, инструмент, станок, технологическое оснащение
протяжная		
зубодолбежная		
фрезерная		
шлифовальная		

Анализ профессиональных рисков выявил источник возникновения опасных и вредных факторов технологического процесса изготовления муфты

шпинделя настольного станка с ЧПУ. Это рабочая зона, оборудование и средства производства, техническое оснащение. Для из устранения необходимо применить методы и технические средства снижения рисков на производственном участке механической обработки.

4.3 Методы и технические средства снижения рисков

В данном подразделе содержится информация о методах и средствах подавления влияния опасных производственных факторов, приведенных в предыдущем подразделе, на исполнение операций технологического процесса изготовления детали. Методы и средства приведены в таблице 15.

Таблица 15 - Организационно-технические методы и технические средства устранения или снижения негативного воздействия опасных и вредных производственных факторов

Опасный и вредный производственный фактор	Организационные методы, технические средства	Средства защиты
вибрации	инструктажи по охране труда, устройства и приспособления, гасящие вибрации	ботинки с амортизирующими подошвами, вибропоглощающие перчатки
акустические колебания в производственной среде и характеризуются повышенным уровнем и другими неблагоприятными характеристиками шума	инструктажи по охране труда, приспособления, поглощающие и снижающие уровень шума до предельно допустимых значений	противошумные вкладыши или наушники
поражение электрическим током	инструктажи по охране труда, заземление оборудования, изоляция токоведущих частей, системы аварийного отключения	резиновые напольные покрытия, перчатки с полимерным покрытием, спецодежда

Продолжение таблицы 15

химическое отравление (через дыхательные пути)	вентиляция, инструктажи по охране труда	спецодежда
загрязнение воздуха	вентиляция, инструктажи по охране труда	спецодежда
стереотипные рабочие движения	инструктажи по охране труда соблюдение периодических перерывов	-
отсутствие или недостаток необходимого естественного освещения	инструктажи по охране труда, устройства местного освещения	-
применение поврежденного инструмента	инструктажи по охране труда соблюдение периодических перерывов	-
нарушение организации рабочего места	инструктажи по охране труда, устройства местного освещения	-
искрообразование	инструктажи по охране труда, заземление оборудования, изоляция токоведущих частей, системы аварийного отключения	резиновые напольные покрытия, перчатки с полимерным покрытием, спецодежда

4.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта

Цель данного подраздела – обезопасить объекты производства от угрозы возникновения пожаров. Приведенные ниже таблицы 16-18 содержат информацию об источниках пожарной безопасности и предназначенных для устранения угрозы пожара средствах.

Таблица 16 - Идентификация классов и опасных факторов пожара

Участок	Оборудование	Класс пожара	Опасные факторы при пожаре	Сопутствующие факторы при пожаре
производственный участок	КТ-141, 7Б65, 5А122В, 2Р135Ф2 6Т83	Д	неисправность электрооборудования, возгорание промасленной ветоши, искры и пламя	взрывы, изменение местоположения напряжения на токопроводящие элементы оборудования

Таблица 15 - Средства защиты и пожаротушения

Первичные средства пожаротушения	Мобильные средства пожаротушения	Стационарные установки системы пожаротушения	оборудование	инструмент	Средства индивидуальной защиты	Пожарные сигнализация, связь, оповещение
огнетушители, ящики с песком, ведра	автомобили, передвижные огнетушители	система пожаротушения автоматическая	рукава, гидранты	ведра, лопаты	противогазы, спецодежда, пожарный щит	звуковые автоматические оповещатели

На основе анализа опасных факторов пожара было предложено применять средства защиты и пожаротушения на участке, где будет реализован выпуск муфты шпинделя настольного станка с ЧПУ. Оснащение производственного участка предполагает использование первичных средств защиты персонала, оснащения производственного оборудования. В комплекс средств защиты также входят специальные мероприятия и инструктаж с персонала, задействованном на производстве.

Таблица 17 - Средства по обеспечению пожарной безопасности

Наименование технологического процесса	Наименование видов реализуемых организационных мероприятий	Предъявляемые нормативные требования по обеспечению пожарной безопасности
технологический процесс изготовления муфты шпинделя настольного фрезерного станка	разработка и реализация приказов и распоряжений в части организации проведения работы по обеспечению пожарной безопасности объекта, а также разработку инструкций о мерах пожарной безопасности и действиях при возникновении пожара; обучение работников объекта мерам пожарной безопасности; применение средств наглядной агитации по обеспечению пожарной безопасности	пожарные инструктажи, наличие пожарной сигнализации, автоматической системы пожаротушения, первичных средств пожаротушения

4.5 Обеспечение экологической безопасности технического объекта

Для определения структуры факторов влияния на экологичность и безопасность технологического процесса изготовления муфты шпинделя настольного станка с ЧПУ выполним анализ структурных элементов и факторы их опасного воздействия на окружающую среду. Результаты анализа приведены в таблицах 18 и 19.

Таблица 18 - Определение экологически опасных факторов объекта

Технологический процесс	Структурные элементы техпроцесса	Опасное воздействие на атмосферу	Опасное воздействие на гидросферу	Опасное воздействие на литосферу
технологический процесс изготовления муфты шпинделя настольного станка с ЧПУ	КТ-141, 7Б65, 5А122В, 2Р135Ф2 6Т83	стружка, пыль, токсические испарения	стружка, пыль, технические жидкости, растворы	стружка, пыль, технические жидкости, растворы, ветошь

Далее определит характер воздействия этих факторов на персонал производственных структур. И разработаем мероприятия для снижения антропогенного из воздействия на предприятии. Разработанные рекомендации приведены в таблице 19.

Таблица 19 - Разработанные мероприятия для снижения антропогенного негативного воздействия

воздействие	Технологический процесс изготовления корпуса распределителя
на атмосферу	Фильтрационные системы для системы вентиляции участка
на гидросферу	Локальная многоступенчатая очистка сточных вод
на литосферу	Разделение, сортировка, утилизация на полигонах отходов

Выполненный анализ исходных данных позволил произвести, исследования технологического процесса изготовления муфты шпинделя настольного станка с ЧПУ. В результате были рассмотрены и проанализированы базовые технологические операции спроектированной

технологии - токарная операция, протяжная операция, зубодолбежная операция, фрезерная операция, шлифовальная операция.

Определены основные производственные риски, носящие определяющий характер на исполнение технологического процесса изготовления муфты шпинделя настольного станка с ЧПУ.

Выполнены анализ опасных факторов и выбраны методы и средства для снижения их негативного влияния персонал. Далее был выполнен анализ используемых структурных элементов, перечислены угрозы, источники возможного очага возгорания на участке.

Выполнен выбор оборудования для случая необходимости его устранения. Также определили экологически опасные факторы и выбрали мероприятия для снижения их влияния на экологическую безопасность и антропогенное воздействие на персонал.

Следовательно, можно считать цели данного раздела достигнутыми.

5 Экономическая эффективность работы

Целью раздела является «оценка технико-экономических показателей проектируемого технологического процесса и их сравнительный анализ с показателями базового варианта, для определения расчетным способом экономического эффекта от предложенных технических решений» [12].

Исходными данными при расчёте являются следующие результаты самостоятельного проектирования: приспособление на горизонтально-протяжной операции 030; режимы горизонтально-протяжной операции 030, инструмент горизонтально-протяжной операции 030.

В результате применения результатов применения были изменены относительно варианта типового (базового) технологического процесса методы, способы реализации и содержание лимитирующих операций. «Эти изменения привели к сокращению трудоемкости выполнения описанных операций, что с технологической точки зрения доказывает эффективность данного изменения. Однако, это предстоит подтвердить еще и с экономической точки зрения, что и будет выполнено в данном разделе» [12].

«Необходимые значения технических параметров, такие как: основное и штучное время, модель оборудования, наименование инструмента и оснастки, применяемые на операциях 030 – 070, были взяты из предыдущих разделов бакалаврской работы» [12]. «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, данные предприятия по тарифам на энергоносители, сайты с ценами на оборудование, оснастку и инструмент, и другие источники» [12].

С применением программного обеспечения Microsoft Excel были рассчитаны «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)» [12, с. 15–23].

Далее представлены основные результаты проведенных расчетов. На рисунке 11, показаны величины, из которых складываются капитальные вложения, которые составят 747217,73 рублей.

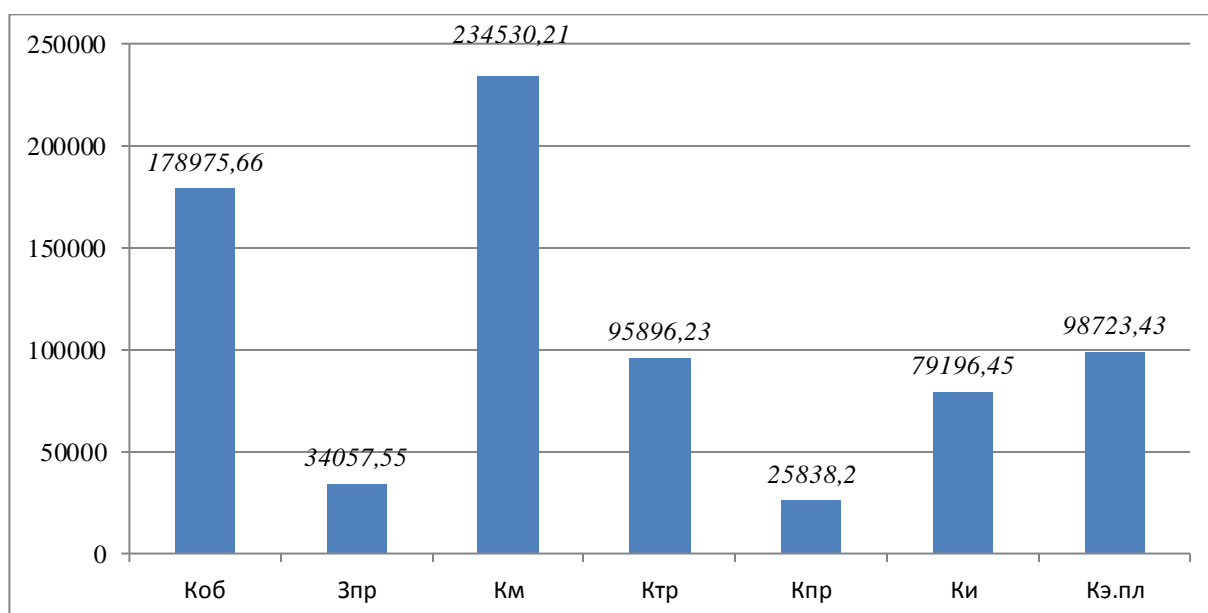


Рисунок 11 – Величина затрат, входящих в капитальные вложения, предложенного проекта, руб.

Анализируя, представленные на рисунке 5, данных, можно сделать вывод о том, что «самыми капиталоемкими затратами являются затраты с основное технологическое оборудование (K_{OB}), величина которых составляет 76,45 %, Все остальные затраты находятся в объеме менее 10 % от общей величины капитальных вложений» [12].

На рисунке 12 представлены параметры, из которых складывается технологическая себестоимость детали «Муфта настольного CNC станка», по двум сравниваемым вариантам технологического процесса.

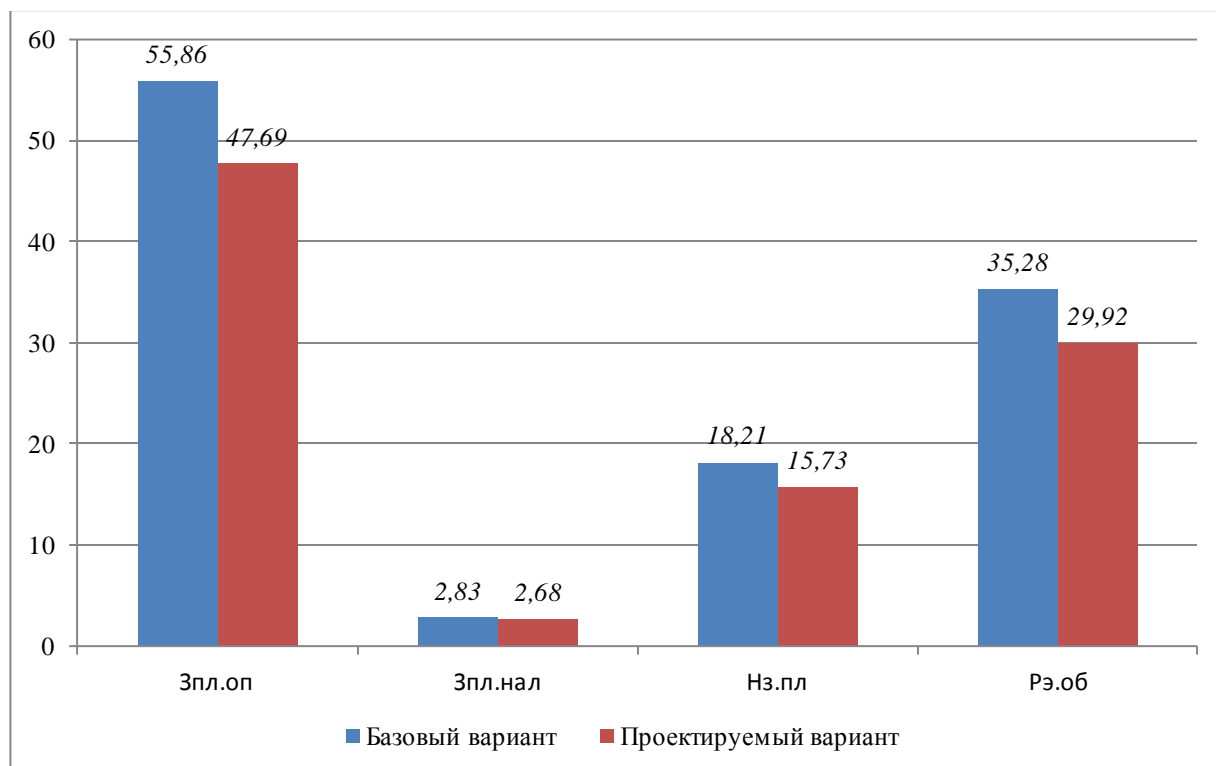


Рисунок 12 – Слагаемые технологической себестоимости изготовления детали, по вариантам, руб.

Как видно из рисунка 12, «значения величины основных материалов за вычетом отходов не использовалось для определения вышеуказанного параметра, так как в процессе совершенствования технологического процесса, способ получения заготовки не менялся, поэтому эта величина остается без изменения, а при определении разницы в себестоимости между вариантами она не окажет влияния» [12].

Анализируя диаграмму на рисунке 6, видно, что «две величины имеют максимальные доли в общей величине технологической себестоимости. Первая это заработная плата оператора (*Зпл.оп*), необходимая на оплату труда рабочих операторов, занятых на перечисленных выше операциях, доля которой составляет 55,25 % для базового варианта и 51,08 % для проектируемого варианта, в размере технологической себестоимости. Вторая это расходы на содержание и эксплуатацию оборудования, с объемом величины 34,31 % для базового варианта и 30,54 % для проектируемого

варианта, от всего значения технологической себестоимости» [12].

Данные параметры позволили сформировать значение полной себестоимости. Результаты калькуляции себестоимости обработки детали по всем операциям технологического процесса, представлены на рисунке 7.

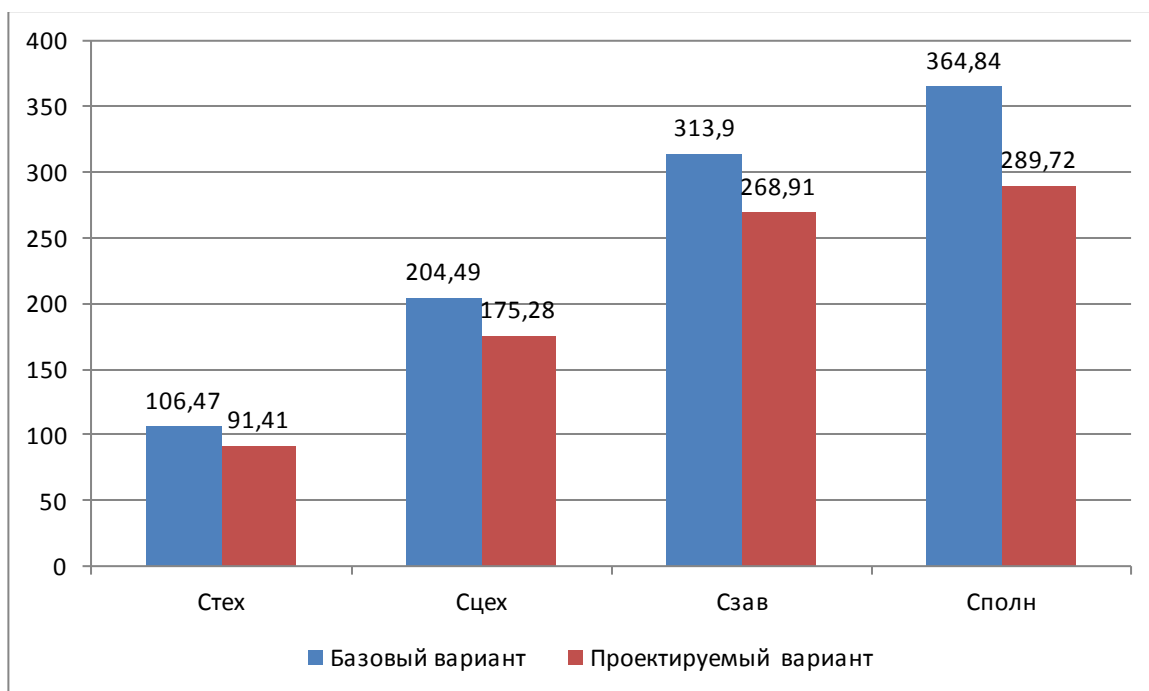


Рисунок 7 – Калькуляция себестоимости, по вариантам технологического процесса, руб.

Согласно рисунку 7, значение полной себестоимости ($C_{полн}$) для базового варианта составило 364,84 рубля, а для проектируемого варианта – 289,72 рубля.

Дальнейшие расчеты показали, что «капитальные вложения, в размере 2264566,75 рублей, окупятся в течение 4-х лет. Такой срок является максимально допустимым для совершенствования технологического процесса. Проанализируем такой экономический параметр как интегральный экономический эффект или чистый дисконтируемый доход. Величина данного показателя составляет 313633,56 рубля, что доказывает эффективность предложенных мероприятий» [12]. Значит, на каждый вложенный рубль будет получен доход 1,26 рублей.

Заключение

Основными можно считать следующие результаты выполнения данной выпускной квалификационной работы. В первом разделе выполнен анализ в отношении функционального определения рассматриваемой технической станочной системы через ее связи по отношению к внешним объектам в шпинделе настольного CNC-станка. Второй раздел посвящен структурному синтезу состава технологического процесса и связей между операциями изготовления. Для этого выполнен анализ функционального назначения детали, определены взаимосвязи между параметрами ее технологичности и технико-конструктивными параметрами. Третий раздел посвящен проектированию содержания технологических операций. Определены технические требования и структура каждой операции процесса изготовления. Выполнены расчеты припусков на обработку детали, спроектирована заготовительная операция и определены размеры заготовки. Произведен выбор станочного оборудования и оснащения для проектируемого варианта рассматриваемой технологии.

Результатом проектирования технологии изготовления муфты в четвертом разделе стало решение технологических проблем с обеспечением требуемой производительности и точности исполнительных поверхностей. Выполнены расчеты патрона технологического инструмента на протяжной операции. В пятом разделе рассмотрены основные технические и экономические показатели, выполнен выбор структуры и конструкции приспособления на основе анализа экономических и эксплуатационных показателей.

Таким образом, задачи, поставленные в работы, достигнуты. Цель данной выпускной квалификационной работы по разработке технологического процесса изготовления муфты настольного CNC станка в соответствии всем техническим требованиям в условиях среднесерийного производства можно считать достигнутой.

Список используемых источников

1. Безъязычный, В. Ф. Метод подобия в технологии машиностроения : монография / В. Ф. Безъязычный. — 2-е изд. — Москва, Вологда : Инфра-Инженерия, 2021. — 356 с. — ISBN 978-5-9729-0766-3. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/115137.html> (дата обращения: 23.04.2022).

2. Обеспечение качества изделий в технологических комплексах / С. А. Чижик, П. А. Витязь, М. Л. Хейфец [и др.]; под редакцией М. Л. Хейфеца. — Минск : Белорусская наука, 2019. — 249 с. — ISBN 978-985-08-2442-4. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/95463.html> (дата обращения: 23.04.2022).

3. Антимонов А. М. Технология машиностроения: учебник для СПО / А. М. Антимонов ; под редакцией О. Г. Залазинского. — 2-е изд. — Саратов : Профобразование, 2021. — 173 с. — ISBN 978-5-4488-1116-6. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/104916.html> (дата обращения: 18.04.2022).

4. Воронов Д.Ю. Проектирование и производство заготовок изделий машиностроительного производства : учебно-методическое пособие / Д.Ю. Воронов, В.М. Боровков, И.В. Кузьмич. — Тольятти : ТГУ, 2018. — 203 с. [Электронный ресурс]. — URL: <https://e.lanbook.com/book/140032> (дата обращения: 15.04.2022).

5. Горбацевич А.Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: учебное пособие для вузов / А.Ф. Горбацевич, В.А. Шкред. М. : ООО ИД «Альянс», 2007 — 256 с.

6. 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: 10.04.2022).

7. ГОСТ 7505-89. Поковки стальные штампованные. Допуски, припуски и кузнечные напуски. – Введ. 1990-01-07. – М. : Изд-во стандартов, 1990. – 83 с.

8. Звонцов И.Ф. Проектирование и изготовление заготовок деталей общего и специального машиностроения : учебное пособие / И.Ф. Звонцов, К.М. Иванов, П.П. Серебrenицкий. – Санкт-Петербург : БГТУ "Военмех" им. Д.Ф. Устинова, 2015. – 179 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/75160> (дата обращения: 16.04.2022).

9. Клименков С. С. Инновационные технологии в машиностроении : учебное пособие / С. С. Клименков, В. В. Рубаник. — Минск : Белорусская наука, 2021. — 405 с. — ISBN 978-985-08-2760-9. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/119232.html> (дата обращения: 18.04.2022).

10. Зубарев Ю.М. Расчет и проектирование приспособлений в машиностроении : учебник / Ю.М. Зубарев. – Санкт-Петербург : Лань, 2015. – 320 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/61360> (дата обращения: 19.04.2022).

11. Каталог продукции «Инвест-станок». [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.investstanok.ru> (дата обращения: 05.04.2022).

12. Копылов Ю.Р. Технология машиностроения : учебное пособие / Ю.Р. Копылов. – Санкт-Петербург : Лань, 2020. – 252 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/142335> (дата обращения: 16.04.2022).

13. 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: 12.04.2022).

14. Мартыновская, С. Н. Технология машиностроения. Ч.1 : учебное пособие / С. Н. Мартыновская, В. И. Садовников. — Красноярск : Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева, 2020. — 148 с. — Текст : электронный // Цифровой

образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/107227.html> (дата обращения: 19.04.2022).

15. Маталин А.А. Технология машиностроения : учебник для во / А.А. Маталин. – 5-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2020. – 512 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/143709> (дата обращения: 19.04.2022).

16. Меринов В.П. Технология изготовления деталей: курсовое проектирование по технологии машиностроения: учеб. пособие для студентов вузов, обуч. по специальности "Технология машиностроения" направления подготовки "Конструкторско-технол. обеспечение машиностр. пр-в" / В.П. Меринов, А.М. Козлов, А.Г. Схиртладзе ; 4-е изд., перераб. и доп. - гриф МО. - Старый Оскол. : ТНТ, 2015. – 263 с.

17. Назначение рациональных режимов резания при механической обработке: учебное пособие / В.М. Кишуров, М.В. Кишуров, П.П. Черников, Н. В. Юрасова. – 3-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2019. – 216 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/121986> (дата обращения: 09.04.2022).

18. Проектирование металлообрабатывающих инструментов : учебное пособие / А.Г. Схиртладзе, В.А. Гречишников, С.Н. Григорьев, И.А. Коротков. – 2-е изд., стер. – Санкт-Петербург : Лань, 2015. – 256 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/64341> (дата обращения: 23.04.2022).

19. Расторгуев Д.А. Технологическая часть выпускной квалификационной работы машиностроительного направления: электронное учеб.-метод. пособие / Д.А. Расторгуев ; ТГУ ; Ин-т машиностроения ; каф. "Оборудование и технологии машиностроит. пр-ва". – ТГУ. – Тольятти. : ТГУ, 2017. – 34 с. [Электронный ресурс] – URL: <http://hdl.handle.net/123456789/6204> (дата обращения: 13.04.2022).

20. Расчет припусков и межпереходных размеров в машиностроении: Учеб. пособ. Для машиностроит. спец. вузов / Я.М. Радкевич, В.А. Тимирязев, А.Г. Схиртладзе, М.С. Островский; Под ред. В.А. Тимирязева. – 2-е изд. – М.:

Высш. шк., 2007. – 272 с.

21. Режимы резания металлов : справочник / Ю. В. Барановский [и др.] ; под ред. А. Д. Корчемкина. – 4-е изд., перераб. и доп. - Москва : НИИТавтопром, 1995. – 456 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/60989> (дата обращения: 07.04.2022).

22. 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.

23. 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.

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

25. 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: 26.04.2022).

26. Химический состав и физико-механические свойства стали 40X [Электронный ресурс]. – URL: http://metallicheskiy-portal.ru/marki_metallov/stk/40X (дата обращения: 06.04.2022).

27. Шишкин В.П. Основы проектирования станочных приспособлений: теория и задачи : учебное пособие / В.П. Шишкин, В.В. Закураев, А.Е. Беляев. – Москва : НИЯУ МИФИ, 2010. – 288 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://e.lanbook.com/book/75715> (дата обращения: 23.04.2022).

Приложение А

Технологическая документация

Таблица А.1 – Технологическая документация

ГОСТ 3.118-82 Форма 1																			
Дробь																			
Взам.																			
Лист																			
	Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата									
Разраб.	М.Лев				ОТМП														
Проф.	Л.В.Вашкин																		
Удтб	Технологический процесс изготовления муфты шпинделя настольного CNC-станка										ДП	1							
Н. контр.																			
М 01	Сталь 40ХН ГОСТ 1050-74																		
М 02	Код	ЕВ	Мд	ЕН	Г _{тех}	К _{ИМ}	Код заготовки	Профиль и размеры		Ка	МЗ								
	02	166	1,6	1		0,85	22	φ72x112		1	1,8								
А	Цех	Уч.	РМ	Опер.	Код наименования операции				Обозначение документа										
Б	Код наименования обработки				ОУ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	К _н	Т _н	Т _{оп}				
А 03				05	Заготовительная														
Б 04					Кривошипно-горячештамповый пресс														
05																			
06				10	Термообработка														
07					Печь шахтная														
08																			
А 09				15	4110	Токарная													
Б 10					Токарный с ЧПУ КТ-141				2	18217	322	р	3	1	1	290	1	10	0,649
О 11	Подрезать торцы 12 и 22, в размер $l_1 = 37,86^{+0,01}$, $l_2 = 95,36^{+0,01}$ точить пов. 13, 15, 26 в размер $\phi 36^{+0,005}$, $\phi 40^{+0,005}$, $\phi 55,0^{+0,005}$, $\phi 67,2^{+0,005}$ на длину $l_3 = 51,6^{+0,01}$																		
О 12	$l_4 = 98,05^{+0,01}$, $l_5 = 100,79^{+0,01}$ точить пов. 25, 31 в размер $\phi 70,0^{+0,005}$, $\phi 55,0^{+0,005}$, $l_6 = 14,05^{+0,01}$, $l_7 = 2,0^{+0,01}$ доработать отв. 13 в размер $\phi 36,5^{+0,005}$																		
Т 13	396110 платин 3-х кулачковый ГОСТ 2615-80; 392104 резец подрезной Т5К10 ГОСТ 19043-80; 392104 резец проходной Т5К10 ГОСТ 19043-80;																		
Т 14	392104 резец проходной Т5К10 ГОСТ 19058-80; 391303 оправка расточная МС221 393311 штангенциркуль ШШ-1-150-0.1 ГОСТ 166-80																		
15																			
16																			
МК																			

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

ГОСТ 314-04-86 Форма 3										
Дубль										
Взам.										
Год										
							Листов 2	Лист 1		
Разраб.	Малеб									
Проб.	Лебашкин									
			ОТПМ			ТГУ				
И.контр.	Технологический процесс изготовления муфты шпинделя настольного СМС-станка						Цех	Уч	Р.М	Опер
									015	
Наименование операции	Материал	Твердость	ЕВ	Мд	Профиль и размеры			МВ	Код	
015 Токарная с ЧПУ	Сталь 40ХН ГОСТ 1050-74		166	1,6	φ72x112			1,8	1	
Оборудование устройства ЧПУ	Обозначение программы	Тa	Тв	Тгв	Тшт	Сож				
КТ-141		0,297	0,351	10	0,649	Укринал 1				
Р	П	В или в	L	t	i	S	n	V		
01	1. Установить заготовку	мм	мм	мм		мм/об	мин ⁻¹	м/мин		
02	396110 патрон 3-х кулачковый ГОСТ 2675-80									
03	Подрезать торцы (22) и (22), в размер $l_1 = 37,86^{+0,03}$, $l_2 = 95,36^{+0,06}$									
04	392104 резец подрезной Т5К10 ГОСТ 19045-80; 393311	штангенциркуль ШЦ-I-150-0,1 ГОСТ 166-80								
05		1	φ54	20	1,25	1	0,75	209	65	
06			φ34	19	1,4	1	0,4	712	81	
07										
08	точить пов. (25), (24) в размер φ74 ^{+0,03} , $l_1 = 113,36^{+0,06}$									
09	392104 резец проходной Т5К10 ГОСТ 19043-80; 393311	штангенциркуль ШЦ-I-150-0,1 ГОСТ 166-80								
10		2	φ113,36	33	1,0	1	0,45	1054	112	
ОКП										

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

ГОСТ 31404-86 Форма 2а									
Дробь									
Важ.									
Полл.									
Технологический процесс изготовления муфты шпинделя настольного СМС-станка									Лист 2
Р		ПМ	Диаметр	L	t	i	s	n	V
01	точить по в. ⑤ ⑫ ⑬ в размер $\phi 40,05^{+0,018}$; $\phi 55^{+0,013}$; $\phi 76,5^{+0,012}$; $l_1=38,6^{+0,18}$; $l_2=2,8^{+0,14}$								
02	392104 резец проходной Т5К10 ГОСТ 19058-80; 393311 штангенциркуль ШЦ-I-150-0.1 ГОСТ 166-80								
03		3	$\phi 40,05$	15	0,35	1	0,45	1260	132
04									
05	расточить отв. ⑫ в размер $\phi 34,0^{+0,002}$								
06	391303 оправка расточная МС221; 393311 штангенциркуль ШЦ-I-150-0.1 ГОСТ 166-80								
07		4	$\phi 34$	86	11,35	1	0,2	2500	179
08									
09									
10									
11									
12									
13									
14									
15									
16									
17									
18									
OK									

Приложение Б
Спецификации к сборочным чертежам

Таблица Б.1 – Спецификации к сборочным чертежам

Формат Листа Лист	Обозначение	Наименование	Кол.	Приме- чание	
Всего листов		<u>Документация</u>			
	А1	07.ТМ07.734.53.000.СБ	Сборочный чертеж		
Сбороч. №		<u>Детали</u>			
	А1	1 03.М.15.484.53.001	Корпус	1	
	А1	2 03.М.15.484.53.002	Хвостовик	1	
	А1	3 03.М.15.484.53.003	Секции зубьев	1	
	А1	4 03.М.15.484.53.004	Шпанка	1	
	А1	5 03.М.15.484.53.005	Основание	1	
	А1	6 03.М.15.484.53.006	Задняя направляющая	1	
	А1	7 03.М.15.484.53.007	Втулка	1	
Листы и детали		<u>Стандартные изделия</u>			
		8	Шайба.7019-0217 ГОСТ 12219-66	2	
Листы и детали	22.БР.0ТМП.53.00.000				
	Изм.	Лист	№ докум.	Лист	Дата
Лист № листа	Разработ.	Малеб			
	Проб.	Левашкин			
	Исполн.				
	Читб.				
Протяжка			Лит.	Лист	Листов
			1		1
			ТГУ		
Копирован			Формат А4		