

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 полумуфты

Обучающийся

Е.С. Купренков

(Инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

канд. техн. наук, доцент Д.Г. Левашкин

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

Консультанты

канд. экон. наук, доцент Е.Г. Смышляева

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

канд. физ.-мат. наук, доцент Д.А. Романов

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

Тольятти 2024

Аннотация

Цель настоящей выпускной квалификационной работы заключается в разработке технологического процесса обработки детали полумуфта.

Производство полумуфт относят к разновидности зубчатых колес — это богатая и обширная область, включающая несколько тесно связанных между собой направлений производства. В первом разделе работы выполнен анализ геометрии детали, из особенностей отмечена сложная геометрия, связанная с применением труднообрабатываемого материала, выполнен анализ технологичности детали. Исходя из особенностей типового технологического процесс, который включает термическую обработку, показано ее влияние на образование погрешности обработки детали. В соответствии с чем были рассмотрены возможные методы изготовления заготовки детали. Определены их технологические показатели. Выбран наиболее эффективный метод литья.

На втором этапе исходя из результатов проектирования заготовки и учитывая принятый диапазон требований по точности изготовления, величины деформации, возникающие при термообработке, которые напрямую влияют на качество готовой детали были спроектированы технологический маршрут обработки детали и план ее изготовления.

На третьем этапе разрабатывается содержание технологических операций, определяются технические требования и структура плана изготовления. Затем, на четвертом этапе, производится выбор станочного оборудования и оснащения для реализации проектной технологии, проводятся расчеты приспособления и технологического инструмента для протяжной операции. Пятый этап направлен на выбор структуры и содержания мероприятий по обеспечению безопасности труда производственного персонала, а также оценку и расчет основных технических и экономических показателей, спроектированного варианта технологии.

Работа включает приложения, 59 страниц пояснительной записки, и графическую часть в количестве 7 листов формата А1.

Содержание

Введение.....	4
1 Определение задач работы на базе анализа исходных данных.....	6
1.1 Анализ функционального назначения детали и условий эксплуатации .	6
1.2 Анализ технологических показателей детали.....	8
1.3 Анализ типа производства	11
1.4 Задачи работы.....	12
2 Разработка технологии изготовления	13
2.1 Обоснование выбора и разработка заготовки	13
2.2 Разработка плана изготовления детали.....	19
2.3 Выбор оборудования и технологической оснастки.....	21
2.4 Проектирование операций технологического процесса	18
3 Разработка специальной технологической оснастки	27
3.1 Разработка зажимного приспособления	27
3.2 Разработка протяжного инструмента.....	28
4 Безопасность и экологичность технического объекта	37
4.1 Конструктивно-технологическая характеристика объекта	37
4.2 Идентификация профессиональных рисков.....	37
4.3 Методы и технические средства снижения рисков	36
4.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта	37
4.5 Обеспечение экологической безопасности технического объекта.....	39
5 Экономическая эффективность работы	41
Заключение	44
Список используемых источников.....	46
Приложение А Технологическая документация.....	49
Приложение Б Спецификации к сборочным чертежам	59

Введение

Текущий промышленный уклад характеризуется неопределенностью и сложностью развития. В этом контексте компании должны внутренне адаптироваться к внешним ограничениям. Эти внутренние изменения затрагивают несколько уровней организации: стратегический, организационный и информационный. Изменения, затрагивающие производственную систему, прорабатываются в рамках согласования технических заданий на производство и наладку оборудования, без учета специфики подхода при детальном рассмотрении конструкции таких сложных деталей, например, как зубчатое колесо.

Проблема заключается в отсутствии эффективных инструментов планирования и проектирования технологических процессов производств в условиях переменного спроса и временных ограничений. Различные работы в этой области в основном сосредоточены на «внутреннем» стратегическом согласовании регламента проектирования внутри организации.

Однако, чтобы справиться с неопределенностью и сложностью внешней среды, необходимо рассматривать две взаимодополняющие точки зрения: согласованность производства с окружающей средой и согласованность с уровнем развития собственных технологий. Для так называемой технической системы (обеспечения проектно-производственной деятельности) эти три точки зрения согласования принимают конкретную форму.

Оценка выполненная в данной работе показывает, что полное согласование не полностью поддерживается существующими подходами проектирования технологических процессов изготовления зубчатых колес. На основе этого анализа предлагается адаптация технологии изготовления такой детали, на основе проектирования лимитирующих операций.

Таким образом, предложено расширить зону влияния на производительность технологии изготовления, рассмотрев конкретные

области применения технических систем и определив новые потенциальные технические решения.

В работе рассмотрена технология изготовления детали полумуфта вертикально-фрезерного станка с ЧПУ.

Основное внимание уделяется главным образом на погрешностях, которые вызывают изменения размеров детали при обработке. Важно как обнаружить причину такого отклонения еще на этапе проектирования технологического процесса и исправить ее во время построения производства. В основе метода, позволяющего распознать происхождение погрешности обработки, обеспечение запаса по точно чти обработки деталей на лимитирующих операциях механической обработки. Преимуществом данного подхода является возможность путем проведения численного моделирования, представляющего варианты процесса определить погрешности обработки еще на этапе проектирования и выбора технологического оснащения и оснастки.

Цель данной выпускной квалификационной работы заключается в разработке процесса изготовления муфты 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

При выполнении механической обработки деталей выбор оптимальной системы управления станком является ключевым моментом, определяющим эффективность выполняемой технологической операции. Различные виды полумуфт, с их уникальными характеристиками и конструктивным исполнением, применяются станках с ЧПУ в зависимости от особенностей задачи производства и требований к оборудованию.

Деталь полумуфта, обеспечивает связь между двух валов станочного оборудования. Она позволяет передавать вращающееся движение от одного вала к другому, обеспечивая надежную работу привода. Полумуфты широко применяются в различных отраслях промышленности, таких как машиностроение, автомобилестроение, энергетика и другие. Важно выбирать правильную полумуфту с учетом характеристик валов и условий эксплуатации, чтобы обеспечить безопасную и эффективную работу оборудования [1].

Выбор подходящей стали для полумуфты и характеристик ее зубчатого венца является определяющим относительно многих факторов. Например, необходимо учитывать тип и объем производства, требуемую точность обработки, а также особенности материала. Разные полумуфты могут иметь различный характер эксплуатации, такие как скорость вращения, максимальная нагрузка.

Одним из ключевых моментов является сопряжение полумуфты с другими устройствами станка. Использование различных полумуфт и позволяет адаптировать станок к различным задачам производства. Например, для обработки тяжелых металлических деталей может потребоваться полумуфта с высокой устойчивостью к вибрации и большой жесткостью, в то

время как для изготовления мелких и сложных деталей может подойти полумуфта с более высокой точностью позиционирования, рисунок 1.

Правильный подбор технологии изготовления полумуфты поможет достичь высокой производительности, точности и качества обработки, что в свою очередь способствует эффективности производственного процесса [3].

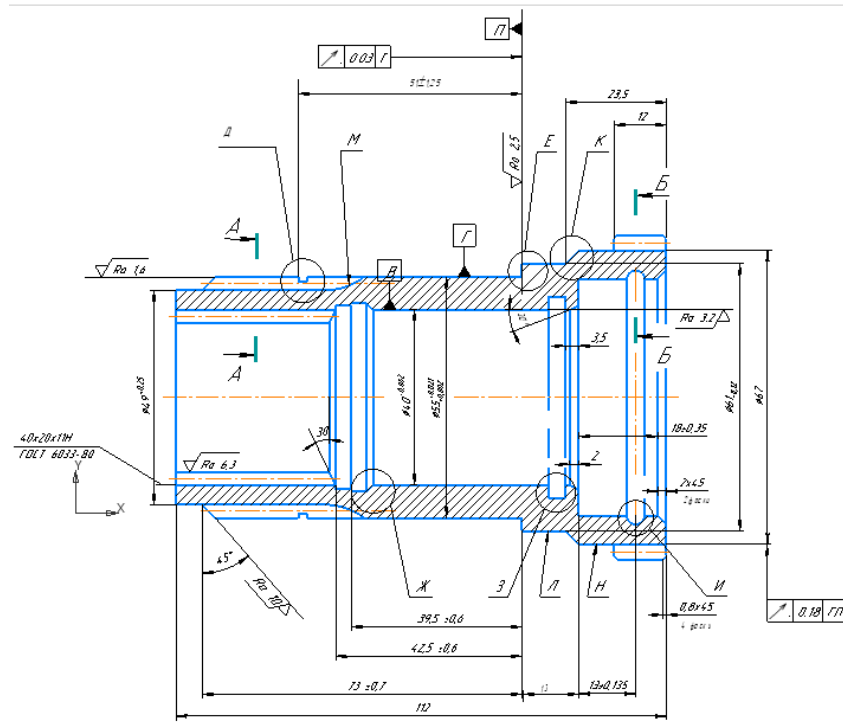


Рисунок – 1. Кодировка поверхностей детали

На основе анализа служебного назначения детали выполним анализ поверхностей детали.

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 основании проанализированных данных, будем формировать исходные технические требования к каждой поверхности детали.

Использование типового технологического процесса для изготовления поверхностей муфты приводит к недопустимому разбросу размеров из-за влияния различных факторов. Учитывая форму детали в виде полого цилиндра, целесообразно использовать установочные базы в качестве конструктивных элементов, а также устанавливать деталь для обработки в приспособлении с механизированным приводом. При этом выбор измерительной базы заготовки не повлияет на точность обработки, так как заданный размер будет достигнут путем проведения пробных ходов от измерительной базы детали в направлении ее оси» [4].

1.2 Анализ технологических показателей детали

«При анализе технологичности учитывается конфигурация детали, ее размеры, точность обработки, качество поверхности, материал детали и его свойства» [5], [4].

Анализ технологичности детали проведем с точки зрения оптимизации и контроля погрешности обработки на протяжении всего процесса изготовления. Наибольшее влияние на это оказывает термическая обработка. В целом при термообработке стали происходит изменение объема детали. Это обусловлено фазовыми превращениями металла. Однако в основе возникновения возмущений поля деформаций лежат различные особенности. Возникают не только расширение или сжатие, но и более сложные модуляции этого возникающего поля напряжений.

Одним из первых источников напряжений является неоднородность материала. Это дефектные слои и дислокации, которые вызывают изменения в определенных наиболее тонких местах заготовки типа полый цилиндр, к которому относится полумуфта. Последующая механическая обработки

обычно вызывает остаточные напряжения и волокнистые структуры. Все эти вариации свойств можно сократить путем соответствующей механической обработки

Полумуфта изготавливается из материала Сталь 40ХГН ГОСТ 4543-71, этот материал относится к конструкционным легированным сталям. В таблицах 2 и 3 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		
40ХГН	0,4	0,17...0,37	0,8...0,12	0,5	0,004	0,035

Во время операции механической обработки температурные градиенты вызывают деформации и внутренние напряжения или даже пластификацию отдельных участков детали при контакте с режущим инструментом. Это гетерогенная пластическая деформация, является причиной возникновения остаточных напряжений. Что может вызывать значительные макроскопические искажения геометрической формы детали, причем иногда за пределами допустимых значений, например, по соосности.

Если материал не претерпевает фазового перехода, его поведение можно довольно просто проиллюстрировать, условно разделив закаленную деталь на две зоны: одну в поверхность, которая остывает быстро, и ядро, которое остывает медленнее. В начале механической обработки поверхность нагревается и затем охлаждается, деформируясь намного быстрее, чем в основной области детали. Поскольку последние слои металла не сжимаются достаточно быстро, то ничто не предотвращает деформацию внутренней поверхности. Таким образом, для полых детали в виде цилиндра основные наружные слои металла находятся в состоянии сжатия, в то время как внутренние поверхности находятся в состоянии растяжения. Если

растягивающее напряжение превышает предел допустимых значений, поверхность пластически растягивается, что ведет к образованию микротрещин.

Чтобы сохранить совместимость возникающих деформаций, необходимо стабилизировать состояние детали когда внутренние ее слои находятся в растяжении, в то время как наружная ее поверхность при механической обработке сжимается.

После механической обработки полумуфты эти остаточные напряжения, всегда будут ниже предела упругости материала. Однако они могут быть достаточно значительными, чтобы вызвать заметное искажение соосности детали. Эти результаты анализа будем использовать при оценке технологичности материала полумуфты.

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 $c, \text{ кал/см}^3 \cdot ^\circ\text{C}$	Твердость НВ, МПа
		кгс/мм ²					
40ХГН	цементирование	70	40	11,21	19	1,21	201...235
	улучшение	70	40	11,21	19	1,21	580....590

Механические свойства материала позволяют выбрать типы стратегий обработки детали полумуфта. Полумуфты, определенные как шестерни, передающие вращательное движение от одного вала к другому, являются одними из самых ответственных механических систем, применяемых в станках с ЧПУ. Среди всех механических передач зубчатая передача обычно

является наиболее эффективной и долговечной. Стоимость изготовления полумуфты значительно увеличивается, когда необходимые технологические допуски сужаются, что становится необходимым для обеспечения высоких скоростей и нагрузок, или для снижения уровня шума.

С учетом влияния факторов технологичности выбираем за основу две общие стратегии для изготовления зубчатых колес. Единый типовой процесс изготовления, различие только в относительном порядке операций по обработке и термообработке: либо термообработка происходит после обработки, либо обработка выполняется после термообработки. Каждая стратегия, имеет свои преимущества и недостатки, первая позволяет снизить издержки производства, вторая - получить более точные размеры детали.

1.3 Анализ типа производства

«Для определения типа производства воспользуемся данными о значениях массы детали и годовой программы выпуска» [14]. «Для детали «полумуфта» при массе 0,6 кг и заданной программе выпуска 10000 штук тип производства является среднесерийным» [7].

Среднесерийное производство представляет собой процесс, в ходе которого выпускаются ограниченные партии однотипных деталей. Этот тип производства обладает своими особенностями, которые важно учитывать при организации и планировании производственного процесса.

В процессе среднесерийного производства деталей используются как механизированный, так и автоматизированный труд. Это позволяет добиться оптимального сочетания качества и себестоимости продукции.

Среднесерийное производство обычно характеризуется высокой автоматизацией и использованием современных технологий. Что способствует повышению производительности обработки деталей на технологических операциях и способствует достижению высокого качества продукции [14].

1.4 Задачи работы

Постановка задач работы учитывает необходимость обеспечения экономической эффективности разработанной технологии при сравнении ее с традиционными процессами производства» [3].

Таким образом, целью данной работы является разработка новой технологии, которая обеспечит точность и надежность работы муфты на основе современных подходов к проектированию технологического процесса.

Ключевыми задачами являются проектирование новых конструкций технологического оборудования, проведение анализа существующих решений и разработка инновационных подходов к решению проблемы. В основу технических решений работы принимается детальное понимание упругих деформации детали при механической обработке детали. Что может обеспечить минимизировать ее влияние на точность, путем уменьшения допусков на операционные размеры результатов. Это возможно путем применения различных методов охлаждения зоны обработки. Применения специальных методов обработки деталей с различными характеристиками материала зубьев, а также с учетом влияния остаточных напряжений при термической обработке.

2 Разработка технологии изготовления

2.1 Обоснование выбора и разработка заготовки

Методика выбора метода получения заготовок часто используется в промышленности, чтобы гарантировать хорошую механическую прочность детали и высокую точность при изготовлении поверхности. Несмотря на то, что эти методы получения заготовок очень распространены, методы обеспечения допусков на этапах из изготовления трудно реализовать. В зависимости от производственных отклонений литьевые формы могут иметь монтажные помехи или быть собраны с зазором. В данной работе мы рассматриваем метод получения заготовки детали полумуфта станка, которая выполнена в виде полого зубчатого цилиндра, в связи с чем применили метод разбиения ее объёмов на многогранники. Для данной детали вычисляется объём многогранника, полученный в результате разбиения. Если этот многогранник не пустой, выбираем метод изготовления заготовки для наружной поверхности. Если этот многогранник пуст, то наоборот. В зависимости от полученного результата предлагаются два различных метода анализа. Если получение поверхности заготовки можно провести без помех, то полученный в результате анализа многогранник позволяет сделать вывод о его соответствии функциональному требованию поверхности детали. Если в заготовки присутствуют монтажные помехи, например, это внутренняя цилиндрическая поверхность, то проводится анализ с учетом жесткости детали. Этот подход основан на сокращении объёма металла в связи с тем что деталь полумуфта - полая.

Затем на основе этих результатов оцениваются затраты на производство, чтобы сделать вывод о целесообразности применения данного метода. Если способ получения заготовки признан эффективным, то выполняют детальное проектирование, для проверки соответствия системы функциональным требованиям детали.

«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;

$k_{\text{П}}$ – коэффициент объема производства;

$S_{\text{ОТХ}}$ – стоимость отходов механической обработки в виде стружки, руб.;

q – масса детали, кг» [4].

Массу заготовки определим по формуле:

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

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.

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

Стоимость заготовки получаемой литьем.

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

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

«Метод 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	$71,52^{+1,44}_{-1,2}$	0,52	$+1,44$ $-1,2$
68	$68,52^{+1,44}_{-1,2}$	0,52	$+1,44$ $-1,2$
56	$55,37^{+0,66}_{-0,55}$	0,37	$+0,66$ $-0,55$
35	$34,95^{+1,05}_{-0,7}$	0,95	$+1,05$ $-0,7$
54	$53,95^{+1,05}_{-0,7}$	0,95	$+1,05$ $-0,7$
62	$61,40^{+1,4}_{-0,8}$	0,40	$+1,4$ $-0,8$
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	твердость 300 НВ
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	твердость 650 НВ
50 шлифовальная	установка заготовки шлифование поверхностей 1, 2	6Т83
60 моечная	очистка всех поверхностей детали	ванна моечная
65 контрольная	контроль размеров по чертежу	стол контрольный

«Величина припуска на механическую обработку должна быть необходимой и достаточной для реализации всех переходов механической

обработки на данной поверхности детали» [21].

«Определение минимального припуска поверхности 2 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	
	R _z	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]. В зависимости от производственных отклонений поверхностей получаемых при обработке, могут возникать погрешности, которые могут помешать сборке. Поэтому необходимо выполнить анализ технологических параметров.

Прежде всего, необходимо убедиться в возможности сборки механизма (т. е. в том, что топологическая структура системы допусков и отклонений

существует). Затем, если возможна сборка, выполняют анализ обеспечения функционального состояния детали, положения или ее ориентации в узле.

Анализ обеспечения функционального состояния 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, представлены на чертеже в графической части работы.

2.2 Разработка плана изготовления детали

Все изготавливаемые детали имеют отклонения от номинальной геометрии. Изготовленные детали никогда не бывают строго идентичными с геометрической точки зрения. Эти различия являются размерными или геометрическими. В этой части работы рассмотрим моделирование методов получения детали с точки зрения отклонений поверхностей, а затем рассмотрим ситуационные факторы влияния параметров геометрии и формы между контактирующими зубчатыми поверхностями. Отклонениями формы других поверхностей пренебрегаем учитывая, что различия в соосности цилиндрических поверхностей сохраняются в области малых смещений. Затем выполняем оценку методов на отклонения в форме поверхностей и деформации в зонах сборки. Точнее, их влияние на функционирование полумуфты непосредственно в сборке шпиндельного узла.

«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 установка базирование детали осуществляют при окончательной обработке по наружной поверхности и по отверстию» [13], [14]. Технологию механической обработки проектируем согласно рекомендациям [14] с применением обрабатывающего токарного станка ЧПУ за одну установку. Проектный вариант сводим в таблицу 7.

Таблица 7 – Маршрут изготовления

Номер и наименование операции	Содержание операции	Оборудование (тип, модель)
05 заготовительная	формирование заготовки	горизонтальный ковочный пресс
10 термическая	улучшение	твердость 350 НВ
15 токарная	«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» [14]	КТ-141
20 токарная	«подрезка торца 9, 1 подрезка торца 23, 24 точение поверхности 2, 6, 19, 18 точение фаски 7 точить канавку 4» [14]	16А25
25 токарная	«точение поверхности 12, 15, 1» [14]	16А25
30 протяжная	«протягивание поверхностей 10, 11» [14]	7Б65
35 зубодолбежная	«долбление поверхностей 26, 25» [14]	5А122В
40 фрезерная	«фрезерование поверхностей 3,5, 29» [14]	2Р135Ф2
45 термическая обработка	«цементирование поверхностей 28, 29, 17, 18, 2, 11, 1» [14]	твердость 650 НВ
50 шлифовальная	«шлифование поверхностей 1, 2» [14]	6Т83

«Обработка детали начинается с контурной токарной обработки, которая позволяет создать необходимую форму заготовки и снять фаску в центральном отверстии» [11]. «Этот процесс строится на оценке точности шероховатости поверхности детали. Технологическая база при закреплении в

патроне обеспечивает устойчивость заготовки во время обработки, что влияет на качество и точность обработки» [12].

Важно учитывать, что торец муфты должен быть обработан точно, чтобы избежать дальнейших проблем с сборкой и использованием детали.

Затем происходит зубообработка, которая является неотъемлемой частью обработки детали. Этот этап позволяет создать необходимую поверхность зубьев, которая должна быть точной и ровной для правильного функционирования механизма.

Термическая обработка детали играет важную роль в процессе изготовления. Она обеспечивает необходимую прочность и стойкость материала, что важно для долговечности изделия. Финишная абразивная обработка завершает процесс, придавая детали окончательную форму и геометрию обрабатываемых поверхностей [18].

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

Раздел выполняем с учетом современных тенденций постоянного развития технологий, является с одной стороны ограничением для непрерывных изменений в ассортименте продукции и технологиях. С другой стороны определяет способность производства быстро разрабатывать и внедрять в производство новые продукты, сохраняя при этом хороший уровень затрат, производительности и времени цикла. Высокая доступность производственных мощностей обеспечивается соответствующей политикой технического обслуживания с точки зрения диагностики, надзора, планирования и эксплуатации оборудования. Однако меняющийся характер промышленного контекста требует обновления этих знаний с соответствующей частотой, чтобы адаптировать содержание операций

проектируемых технологических процессов к изменениям в поведении оборудования и процессов [14], [22].

При выполнении токарных операций будем следовать рекомендациям и техническим нормам [10]. Токарные операции являются одним из основных процессов в машиностроении. Они выполняются с использованием токарных станков, которые позволяют обрабатывать заготовки и создавать детали с высокой точностью и качеством.

При проведении токарных операций обработки детали учитываем технические аспекты, такие как тип материала, размер и форма заготовки, требуемые размеры и точность детали, а также особенности оборудования и технологии обработки.

Одним из ключевых моментов при выполнении токарных операций является выбор правильного режима резания. Это включает в себя выбор оптимальной скорости резания, подачи и глубины резания в зависимости от материала и типа детали. Правильно подобранный режим резания позволяет добиться высокой производительности, точности и качества обработки.

Кроме того, необходимо осуществить выбор требуемого инструмента и остротки [2].

При выборе приспособления для операции обработки детали важно отдавать предпочтение универсальным приспособлениям станка [23].

Универсально сборные приспособления станка — это приспособления, которые могут быть установлены на различные типы станков или оборудования для выполнения различных операций или обработки разных материалов. Они обычно имеют возможность быстрой установки, регулировки и замены для обеспечения гибкости и эффективности производства. Такие приспособления обычно используются на производстве для обработки деталей и деталей из различных материалов и форм [3].

Состав предполагаемого к использованию оборудования сведен в таблице 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 $\phi=90$ ГОСТ 19045-80» [9]	T5K10	«пневматический самоцентрирующий патрон» [10]
	«токарный проходной резец $\phi=90$ ГОСТ 19043-80» [9]	T5K10	
	«токарный проходной резец $\phi=45$ ГОСТ 19058-80» [9]	T5K10	
	«оправка расточная $\phi=120$ ГОСТ 69078-89» [9]	MC2215	
20 токарная	«токарный позрезной резец $\phi=90$ ГОСТ 18871-73» [9]	T5K10	пневматический цанговый патрон
	токарный проходной резец $\phi=90$ ГОСТ 18879-73	T5K10	
25 токарная	«токарный позрезной резец $\phi=90$ ГОСТ 18871-73» [9]	T5K10	«пневматический самоцентрирующий патрон» [10]
	«токарный проходной резец $\phi=90$ ГОСТ 18879-73» [9]	T5K10	
30 протяжная	«протяжка шлицевая Р6М5К5 ГОСТ 18879-73» [9]	Р6АМ5	«специальное приспособление» [11]
35 зубодолбежная	«долбяк зуборезный ВК30 ГОСТ 18879-89» [9]	ВК6	«цанговое приспособление» [11]
фрезерная	«фреза шлицевая ГОСТ 4010-77» [9]	Р6М5	«специальное приспособление» [11]
50 шлифовальная	«шлифовальный круг ГОСТ 2679-73» [9]	ЭБ18	«специальное приспособление» [11]

Существует множество методов снижения износа режущего инструмента, каждый из которых имеет свои особенности и преимущества. Одним из основных методов снижения износа является правильная настройка и установка режущего инструмента. Важно правильно выбирать параметры резания, такие как скорость резания, подачу и глубину резания, чтобы минимизировать износ инструмента.

Один из наиболее эффективных методов снижения износа является применение специальных покрытий на поверхности режущего инструмента.

Такие покрытия могут повысить его твердость, снизить трение и износ, а также улучшить качество обработки поверхности. Существует множество видов покрытий, таких как нитрид титана, карбид вольфрама или алмазное покрытие, каждое из которых имеет свои преимущества [2].

Другим методом снижения износа является регулярное измерение размеров режущего инструмента и контроль его геометрии. При помощи специальных измерительных инструментов можно своевременно выявить износ инструмента и заменить его до того, как это повлияет на качество обработки деталей.

Важным для снижения износа является выбор правильного материала для изготовления режущего инструмента. Различные материалы имеют разные свойства, такие как твердость, прочность и стойкость к износу. Выбор материала должен зависеть от того, какой тип материала будет обрабатываться и какие условия будут действовать на инструмент.

Уточненные данные по выбору инструмента и оснастки вносим в технологические карты (приложение А).

2.4 Проектирование операций технологического процесса

«На этапе проектирования технологических операций выполняем расчет режимов резания»[16]. «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:

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

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

Установление норм времени [22] способствует оптимизации производственных процессов, повышению качества продукции, снижению издержек, улучшению мотивации сотрудников и оценке эффективности производственных ресурсов. Для установления норм времени необходимо провести анализ режимов резания операций производственных процессов, определить лимитирующие операции, их последовательность и условия выполнения. Такой анализ позволит выявить возможные узкие места в производственном процессе, определить оптимальные методы повышения производительности таких операций, а также установить нормы времени на них [20]. Например для операций 15, 20, 25 детали, для которых характерны режимы обработки с переменным припуском, и наличие ударной нагрузки. «Согласно данной методике сначала рассчитывается длина рабочего хода инструмента на всю операцию по формуле:

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

где l_1 – длина врезания, мм.;

$l_{рез}$ – длина резания, мм.;

l_2 – длина перебега, мм» [20].

«Затем, определяется основное время на обработку по формуле:

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

где S – подача, мм/об» [20].

Полученные результаты сведем в таблицу 9, а соответствующие данные вносим в маршрутную карту и операционные карты (приложение А).

Таблица 9 – Результат нормирования технологических операций

Номер и наименование операции	V , м/мин	n , об/мин	S_0 , мм/об	$S_{мин}$, мм/мин	T_0 , 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

«Таким образом, в разделе 2 были определены расчетные параметры, которые влияют на точность обработки заданной детали. Были проведены расчеты параметров обработки и подобрано оборудование с учетом необходимости гарантировать точность обработки размеров детали с учетом их отклонений, формы и взаимного расположения» [15].

Это 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], [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, рисунок 2.

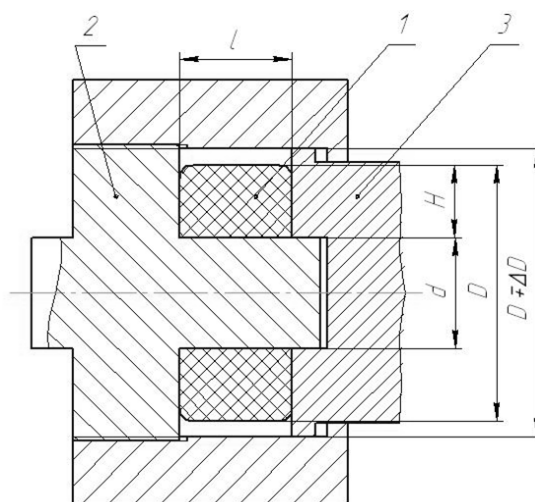


Рисунок 2 - Расчетная схема гидропластового патрона

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 2.

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

Наименование	Обозначение параметра	Расчетное значение параметра
максимальный зазор между поверхностью зажимной втулки и упругим элементом	δ_{\max}	14 мм
диаметр втулки	D	70 мм
допуск на диаметр зажимной втулки	ΔD	0,022 мм
усилие зажима	P	1700 Н
высота рабочей полости	H	28 мм
величина усадки гидропластмассового элемента:	v	0,022 м ³
величина захода плунжера	m	14 мм
диаметр нажимного плунжера	d	30 мм

Конструкция зажимного патрона, построенная на основе выполненного в работе расчета представлена на рисунке 3.

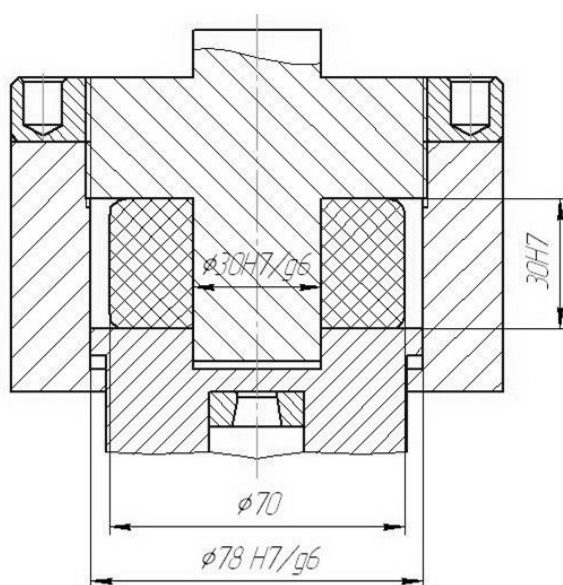


Рисунок 3 – Конструкция зажимного патрона

«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 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].

Выполнено проектирование приспособления, соответствующего требованиям по точности, оно изображено на графической части работы. Следовательно цель проектирования была достигнута.

3.2 Разработка протяжного инструмента

С целью обеспечения «оптимального качества обработки и максимальной износостойкости проведем проектирование протяжки для обработки внутренних шлицев с использованием методики и справочных данных» [9, 17]. 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 $F_k = 19,6 \text{ мм}^2$ » [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 допустимое 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, допустимое 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 S_z назначаем по справочным данным [17]

$$S_z = S_{z_p} = 0,1 \text{ мм/зуб.}$$

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].

«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:

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

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

Pz_{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:

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

«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. Преимуществом сборной протяжки является увеличение срока службы путем применение инструмента со вставными режущими зубьями, с элементами выбора радиального зазора» [17].

«В данном разделе были разработаны технические мероприятия, направленные на улучшение базовой технологии изготовления детали. Был спроектирован патрон, а также разработана конструкция сборной протяжки для проведения протягивания шлицев детали» [4].

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

4 Безопасность и экологичность технического объекта

4.1 Конструктивно-технологическая характеристика объекта

Таблица 13 содержит характеристики выбранных операций.

Таблица 13 – Технологический паспорт технического объекта

«Технологический процесс» [6]	«Технологическая операция, вид выполняемых работ» [6]	«Наименование должности работника, выполняющего технологический процесс, операцию» [6]	«Оборудование, техническое устройство, приспособление» [6]	«Материалы вещества» [6]
изготовление полумуфты	токарная	оператор станков с ЧПУ	КТ-141, токарный резец $\varphi=90$	сталь 40ХГН

Выполнена оценка объекта на основании анализа лимитирующих операций, используя методы пространственной интерполяции. Точность интерполяции ухудшается на участках, близких к источникам выбросов (например, в промышленных условиях это оборудование с ЧПУ) и подверженных местным метеорологическим явлениям (например, в цеховых условиях). Станции рассредоточены по всему исследуемому участку.

4.2 Идентификация профессиональных рисков

«В таблицу 14 сведены данные о операции технологического процесса» [6].

Таблица 14 - Идентификация профессиональных рисков

«Производственно-технологическая операция» [6]	«Опасный и вредный производственный фактор» [6]	«Источник опасного вредного фактора» [6]
протяжная	«химическое отравление, поражение электрическим током при неправильной эксплуатации оборудования» [6]	«смазывающе-охлаждающая жидкость, оборудование, обрабатываемая заготовка, инструмент.» [6]

«Анализ рисков выявил источник возникновения опасных и вредных факторов, это рабочая зона, оборудование и средства производства, техническое оснащение» [6].

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» [6].

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

«Опасный и вредный производственный фактор» [6]	«Организационные методы, технические средства» [6]	«Средства защиты» [6]
вибрации	«инструктажи по охране труда, устройства и приспособления, гасящие вибрации» [6]	«ботинки с амортизирующими подошвами, вибропоглощающие перчатки» [6]
«акустические колебания в производственной среде и характеризующие повышенным уровнем и другими шума» [6]	« приспособления, поглощающие и снижающие уровень шума до предельно допустимых значений» [6]	«противошумные вкладыши или наушники» [6]
«поражение электрическим током» [6]	«изоляция токоведущих частей, системы аварийного отключения» [6]	«резиновые напольные покрытия, перчатки с полимерным покрытием, спецодежда» [6]

«К эффективным методам и средствам снижения негативного воздействия опасных и вредных производственных факторов относят инструктажи по охране труда, обеспечение безопасного режима работы оборудования» [6].

4.4 Обеспечение пожарной безопасности технического объекта

«Цель данного подраздела – обезопасить объекты производства от угрозы возникновения пожаров. Результаты сведены в таблицы 16-18» [6].

Таблица 16 - Идентификация классов и опасных факторов пожара

Участок	Оборудование	Класс пожара	«Опасные факторы при пожаре» [6]	«Сопутствующие факторы при пожаре» [6]
производственный участок	КТ-141, 7Б65, 5А122В, 2Р135Ф2 6Т83	Д	«неисправность электрооборудования, возгорание промасленной ветоши, искры и пламя» [6]	«изменение местоположения токопроводящих элементов оборудования» [6]

«На основе анализа опасных факторов пожара было предложено применять средства защиты и пожаротушения на участке» [6].

Таблица 15 - Средства защиты и пожаротушения

«Первичные средства пожаротушения» [6]	«Мобильные средства пожаротушения» [6]	«Стационарные установки системы пожаротушения» [6]	Оборудование	Инструмент	«Средства индивидуальной защиты» [6]	«Пожарные сигнализация, связь, оповещение» [6]
огнетушители, ящики с песком, ведра	передвижные огнетушители	система пожаротушения	рукава, гидранты	ведра, лопаты	«противогаз одежда, пожарный щит» [6]	«автоматические оповещатели» [6]

«В комплекс средств защиты также входят специальные мероприятия и инструктаж с персонала, задействованном на производстве» [6].

Таблица 17 - Средства по обеспечению пожарной безопасности

«Наименование технологического процесса» [6]	«Наименование видов реализуемых организационных мероприятий» [6]	«Предъявляемые нормативные требования по обеспечению пожарной безопасности» [6]
«технологический процесс изготовления полумуфты» [6]	«разработка и реализация приказов безопасности объекта,» [6]	«пожарные инструктажи, автоматическая система пожаротушения» [6]

Мероприятия предполагают использование первичных средств защиты персонала, и оснащение производственного оборудования автоматическими системами пожаротушения [6].

4.5 Обеспечение экологической безопасности технического объекта

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 полумуфты	КТ-141, 7Б65, 5А122В, 2Р135Ф2 6Т83	стружка, пыль, токсические испарения	стружка, пыль, технические жидкости, растворы	стружка, пыль, технические жидкости, растворы, ветошь

«Разработанные рекомендации приведены в таблице 19» [6].

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

«В результате выполнения раздела были изучены и проанализированы основные операции, включенные в проектированную технологию: токарная, протяжная операции. На основе анализа были выявлены основные производственные риски, оказывающие значительное влияние на выполнение технологического процесса изготовления детали и предложены мероприятия для снижения антропогенного негативного воздействия» [6].

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].

«Исходные данные включают конструктивное исполнение станочного приспособления с механизированным приводом, выбранные режимы и спроектированный инструмент для горизонтально-протяжной операции 030. После применения этих результатов, методы, способы и содержание лимитирующих операций в технологическом процессе были изменены относительно базового варианта» [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 «показатели экономической эффективности проектируемого варианта техники (технологии)» [12, с. 15–23].

«Далее представлены основные результаты проведенных расчетов. На рисунке 4, показаны величины, из которых складываются капитальные вложения, которые составят 754517,73 рублей» [12].

«Самыми капиталоемкими затратами являются затраты с основное технологическое оборудование ($K_{ОБ}$), величина которых составляет 78,25 %, Все остальные затраты находятся в объеме менее 10 % от общей величины капитальных вложений» [12].

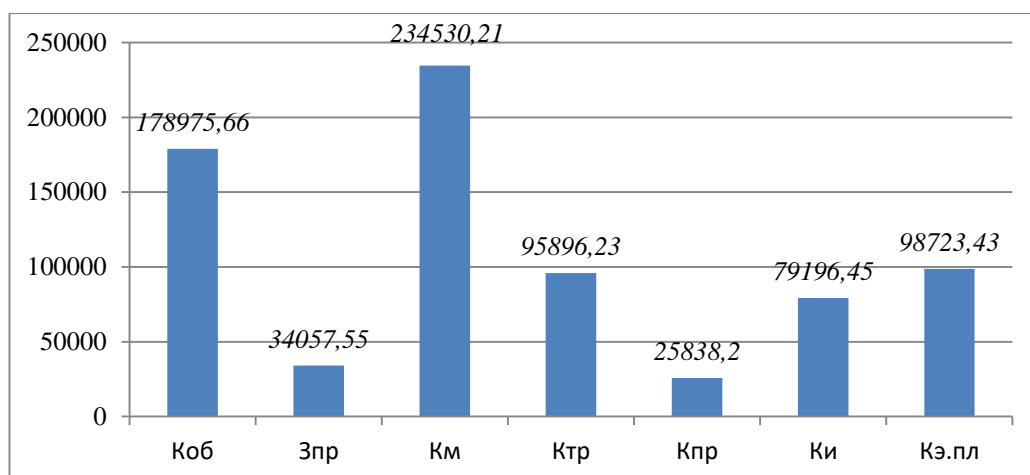


Рисунок 4 – Величина затрат, входящих в капитальные вложения, предложенного проекта, руб.

На рисунке 5 представлены параметры, из которых складывается технологическая себестоимость детали, по двум сравниваемым вариантам технологического процесса.

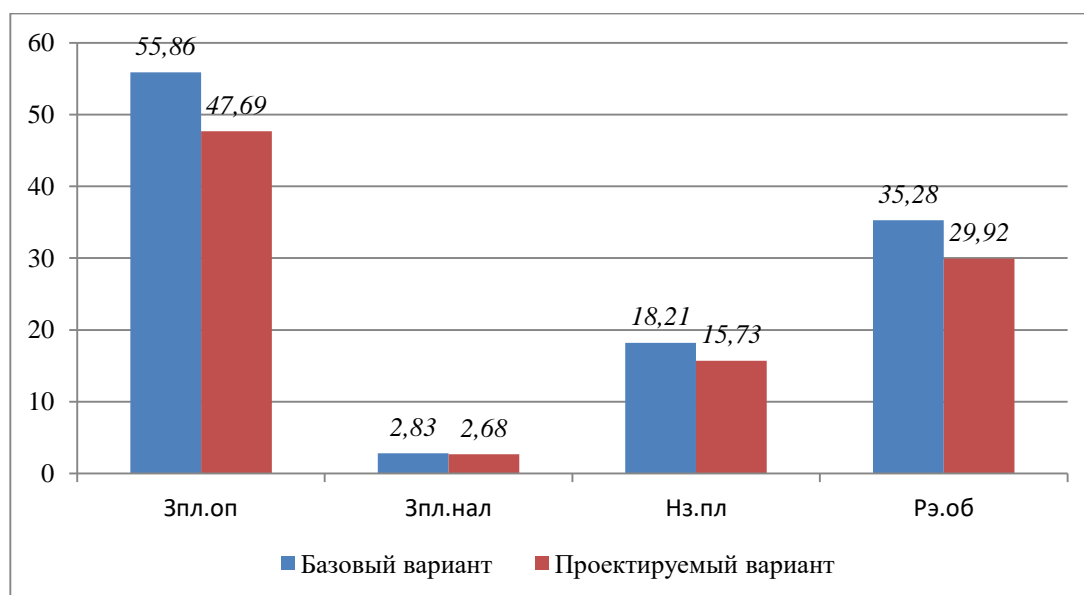


Рисунок 5 – Слагаемые технологической себестоимости изготовления детали, по вариантам, руб.

Анализируя диаграмму на рисунке 5, видно, «заработная плата оператора (Зпл.оп), необходимая на оплату труда рабочих операторов, составляет 54,25 % для базового варианта и 58,08 % для проектируемого варианта. Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования, составили

величины 33,31 % для базового варианта и 32,54 % для проектируемого варианта, от всего значения технологической себестоимости» [12].

Результаты калькуляции себестоимости обработки детали по всем операциям технологического процесса, представлены на рисунке 6.

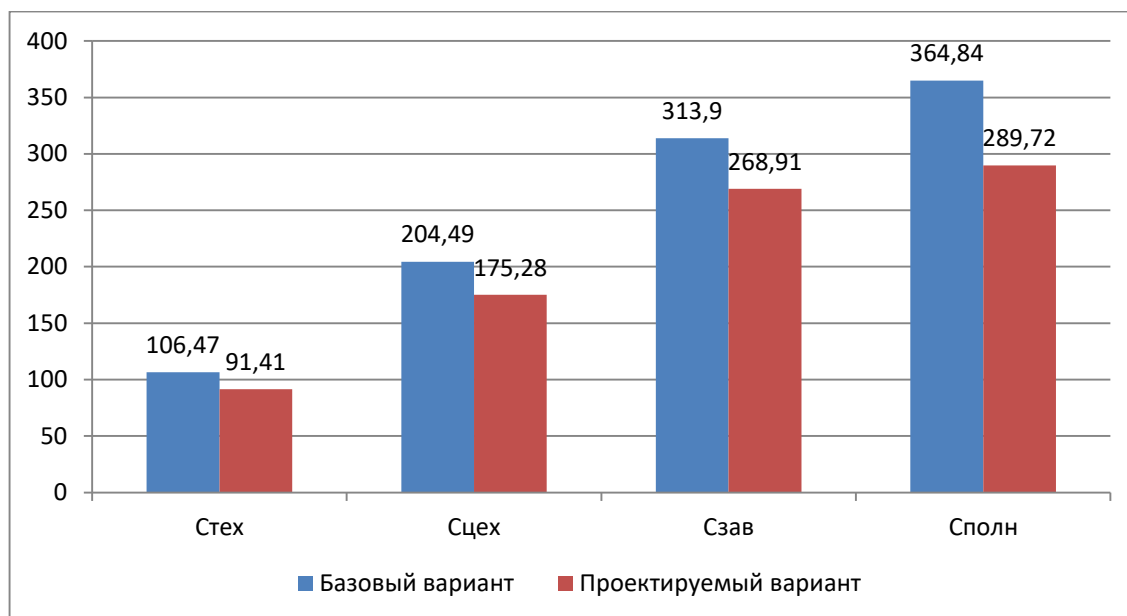


Рисунок 6 – Калькуляция себестоимости, по вариантам технологического процесса, руб.

Согласно рисунку 6, значение полной себестоимости ($C_{\text{полн}}$) для базового варианта составило 344,64 рубля, а для проектируемого варианта – 290,32 рубля.

Дальнейшие расчеты показали, что «капитальные вложения, в размере 2264567,85 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 243738,58 рубля, что доказывает эффективность предложенных мероприятий» [12]. Значит, на каждый вложенный рубль будет получен доход 1,28 рублей.

Заключение

Основными можно считать следующие результаты выполнения данной выпускной квалификационной работы.

Производство полумуфт относят к разновидности зубчатых колес — это богатая и обширная область, включающая несколько тесно связанных между собой направлений производства. В первом разделе работы выполнен анализ геометрии детали, из особенностей отмечена сложная геометрия, связанная с применением труднообрабатываемого материала, выполнен анализ технологичности детали. Исходя из особенностей типового технологического процесса, который включает термическую обработку, показано ее влияние на образование погрешности обработки детали. В соответствии с чем были рассмотрены возможные методы изготовления заготовки детали. Определены их технологические показатели. Выбран наиболее эффективный метод литья.

Во втором разделе исходя из результатов проектирования заготовки и учитывая принятый диапазон требований по точности изготовления, величины деформации, возникающие при термообработке, которые напрямую влияют на качество готовой детали были спроектированы технологический маршрут обработки детали и план ее изготовления.

Третий раздел работы направлен на проектирование содержания технологических операций, определены технические требования и структура каждой операции плана изготовления. Выполнены расчеты станочного приспособления и технологического инструмента для протяжной операции. Четвертый и пятый разделы работы позволили выполнить оценку и расчет технических и экономических показателей, выбрана структура и содержание мероприятий по безопасности труда.

Таким образом, задачи, поставленные в работы, достигнуты. Цель данной выпускной квалификационной работы по разработке технологического процесса изготовления полумуфты фрезерного станка в условиях среднесерийного производства можно считать достигнутой.

Список используемых источников

1. Безъязычный, В. Ф. Метод подоби́я 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: 23.04.2024).

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: 23.04.2024).

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: 18.04.2024).

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: 15.04.2024).

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: 10.04.2024).

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: 16.04.2024).

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: 18.04.2024).

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: 19.04.2024).

11. Каталог продукции «Инвест-станок». [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.investstanok.ru> (дата обращения: 05.04.2024).

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: 16.04.2024).

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: 12.04.2024).

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: 19.04.2024).

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: 09.04.2024).

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: 20.04.2024).

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: 13.04.2024).

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: 07.04.2024).

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: 26.04.2024).

26. Химический состав и физико-механические свойства стали 40X [Электронный ресурс]. – URL: http://metallicheckiy-portal.ru/marki_metallov/stk/40X (дата обращения: 06.04.2024).

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: 20.04.2024).

Приложение А

Технологическая документация

Таблица А.1 – Технологическая документация

ГОСТ 3.116-82 Форма 1																		
Дробь																		
Взам.																		
Лист																		
Разраб.	М.Лев			ОТМП														
Проф.	Л.В.Вашкин																	
Утв.	Технологический процесс изготовления муфты шпинделя настольного CNC-станка									ДП	1							
Н. контр.																		
М 01	Сталь 40ХН ГОСТ 1050-74																	
	Код	ЕВ	Мд	ВН	Г _{тех.}	Клм	Код заготовки	Профиль и размеры		Ка	Мс							
М 02	02	166	1,6	1		0,85	22	φ72x112		1	1,8							
А	Цех	Уч.	РМ	Код наименования операции			Обозначение документа											
Б	Код наименования оборудования						ОУ	Проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ВН	ОП	К _{ин}	Т _н	Т _{ин}	
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	1р	3	1	1	290	1	10	0,649
О 11	Подрезать торцы 12 и 22 в размер $l_1 = 37,86^{+0,015}$, $l_2 = 95,36^{+0,015}$ точить пов. 13, 15, 26 в размер $\phi 36^{+0,015}$, $\phi 40^{+0,015}$, $\phi 55,0^{+0,015}$, $\phi 67,2^{+0,015}$ на длину $l_3 = 516_{-0,22}^{+0,22}$																	
О 12	$l_4 = 98,05^{+0,015}$, $l_5 = 100,79^{+0,015}$ точить пов. 25, 31 в размер $\phi 70,0^{+0,015}$, $\phi 55,0^{+0,015}$, $l_6 = 14,05^{+0,015}$, $l_7 = 2,0^{+0,015}$ расточить отв. 13 в размер $\phi 36,5^{+0,015}$																	
Т 13	39Б110 платин 3-х зубчатый 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 ШЦ-1-150-0.1 ГОСТ 166-80																	
15																		
16																		
МК																		

Продолжение Приложения А

Продолжение таблицы А.1

Дубль				Взам				Подл				Изм.				Лист				№ докум				Подпись				Дата																																			
Разраб				Пров				Утв				Н. контр.				Изм.				Лист				№ докум				Подпись				Дата																															
Кузнецков				Левашкин				ОТПП																																																							
Технологический процесс изготовления полумуфты												ДП				1																																															
М01												Сталь 40ХН ГОСТ 1050-74																																																			
М02		Код		ЕВ		МД		ЕН		Н _{вост.}		КМ		Код заготовки		Профиль и размеры				Кд		МФ																																									
		02		166		1,6		1		0,85		22		Ø72x112				1		1,8																																											
А				Цех				Уч				РМ				Опер				Код наименование операции				Обозначение документа																																							
Б												Код наименование оборудования				СМ				Проф				Р				УТ				КР				КОМД				ЕН				ОП				К _{ит}				Т _{из}				Т _{исп}							
А03												05				Заготовительная																																															
Б04																Кривошипно-горячештамповый пресс																																															
05																																																															
06								10				Термообработка																																																			
07												Печь шахтная																																																			
08																																																															
А09								15				4110 Токарная																																																			
Б10																Токарный с ЧПУ КТ-141				2				18217				322				1р				3				1				1				290				1				10				0,649			
011				Подрезать торцы 12 и 22				, в размер $l_1 = 37,86^{+0,02}$, $l_2 = 95,36^{+0,02}$, точить пов.				13, 15, 26				в размер $\phi 36^{+0,02}$, $\phi 40^{+0,02}$, $\phi 55,0^{+0,02}$, $\phi 61,2^{+0,02}$, на длину $l_3 = 516^{+0,2}$																																															
012				$l_1 = 98,05^{+0,02}$, $l_2 = 100,79^{+0,02}$, точить пов.				25, 31				в размер $\phi 70,0^{+0,02}$, $\phi 55,0^{+0,02}$, $l_3 = 14,05^{+0,02}$, $l_4 = 2,0^{+0,1}$				достачить отв. 13				в размер $\phi 36,5^{+0,02}$																																											
Т13				396110 патрон 3-х кулачковый ГОСТ 2615-80; 392104 резец подрезной Т5К10				ГОСТ 19045-80; 392104 резец проходной Т5К10				ГОСТ 19043-80;																																																			
Т14				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 31404-86 Форма 20

Р	п/и	о или в	L	t	i	s	n	v
01	точить по в. (15), (12), (23) в размер $\phi 40,05^{+0,018}$; $\phi 55^{+0,018}$; $\phi 76,5^{+0,018}$; $l_1=38,6^{+0,018}$; $l_2=2,8^{+0,018}$							
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		Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	
		Зона	Поз.					
Перв. примен.					<u>Документация</u>			
	A1							
						<u>Детали</u>		
Справ. №	A1	1	24.001	Корпус	1			
	A4	2	24.002	Хвостовик	1			
	A4	3	24.003	Секции зубьев	1			
	A4	4	24.004	Шпанка	1			
	A4	5	24.005	Основание	1			
	A4	6	24.006	Задняя направляющая	1			
	A4	7	24.007	Втулка	1			
	A4	8	24.008	Крышка	1			
Подл. и дата								
Инв. № дробл.					<u>Стандартные изделия</u>			
		11			Шайба 7019-0217 ГОСТ 12219-66	2		
Взам. инв. №								
Подл. и дата								
Инв. № подл.	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	24.БР.ОТМП.123.00.000		
	Разраб.	Купренков				Лит.	Лист	
	Проб.	Левашкин				Д	1	
	Н.контр.					Протяжка		
	Утв.					ТГУ		

Копировал

Формат А4