

Школа ИШНПТ
 Направление подготовки Машиностроение
 Отделение школы (НОЦ) Отделение материаловедения

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Технологическая подготовка производства изготовления детали "Звездочка правая " на станках с ЧПУ

УДК 621.81-2-025.13

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4А6А	Герасимов Владислав Юрьевич		5.06.2020

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОМ ИШНПТ	Ефременков Егор Алексеевич	к.т.н.		5.06.2020

Консультант

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ОМ ИШНПТ	Анисимова Мария Александровна			5.06.2020

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСТГ ШБИП	Кацук Ирина Вадимовна	к.т.н. , доцент		5.06.2020

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ООД ШБИП	Черемискина Мария Сергеевна			5.06.2020

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОМ ИШНПТ	Ефременков Егор Алексеевич	к.т.н.		

Результаты обучения

Код результата	Результат обучения
Общие по направлению подготовки (специальности)	
P1	Способность применять базовые и специальные знания в области математических, естественных, гуманитарных и экономических наук в комплексной инженерной деятельности на основе целостной системы научных знаний об окружающем мире; умение использовать основные законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, основы теоретического и экспериментального исследования в комплексной инженерной деятельности с целью моделирования объектов и технологических процессов в машиностроении, используя стандартные пакеты и средства автоматизированного проектирования машиностроительной и сварочной продукции.
P2	Демонстрировать понимание сущности и значения информации в развитии современного общества, владение основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации; использование для решения коммуникативных задач современных технических средств и информационных технологий.
P3	Способность самостоятельно применять методы и средства познания, обучения и самоконтроля, осознавать перспективность интеллектуального, культурного, нравственного, физического и профессионального саморазвития и самосовершенствования, уметь критически оценивать свои достоинства и недостатки.
P4	Способность эффективно работать индивидуально и в качестве члена команды, демонстрируя навыки руководства отдельными группами исполнителей, в том числе над междисциплинарными проектами, уметь проявлять личную ответственность, приверженность профессиональной этике и нормам ведения профессиональной деятельности.
P5	Демонстрировать знание правовых, социальных, экологических и культурных аспектов комплексной инженерной деятельности, осведомленность в вопросах охраны здоровья, безопасности жизнедеятельности и труда на машиностроительных и строительно-монтажных производствах.
P6	Осуществлять коммуникации в профессиональной среде и в обществе в целом, в том числе на иностранном языке; анализировать существующую и разрабатывать самостоятельно техническую документацию; четко излагать и защищать результаты комплексной инженерной деятельности на предприятиях машиностроительного, строительно-монтажного комплекса и в отраслевых научных организациях, участвовать в работе над инновационными проектами, используя базовые методы исследовательской деятельности, основанные на систематическом изучении научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта, проведении патентных исследований

P7	Умение проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений, выполнять организационно-плановые расчеты по созданию или реорганизации производственных участков, планировать работу персонала и фондов оплаты труда, применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении изделий машиностроения и сварочного производства
P8	Умение применять стандартные методы расчета деталей и узлов машиностроительных изделий и конструкций, выполнять проектно-конструкторские работы, составлять и оформлять проектную и технологическую документацию соответственно стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам, в том числе с использованием средств автоматизированного проектирования, выполнять работы по стандартизации, технической подготовке к сертификации технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов, организовывать метрологическое обеспечение технологических процессов, подготавливать документацию для создания системы менеджмента качества на предприятии.
Профиль 1 (Машины и технология высокоэффективных процессов обработки материалов)	
P9	Умение обеспечивать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий машиностроительного, ракетно-космического и сварочного производства, осваивать новые технологические процессы производства продукции, применять методы контроля качества новых образцов изделий, их узлов, деталей и конструкций
P10	Способность осваивать вводимое новое оборудование, проверять техническое состояние и остаточный ресурс действующего технологического оборудования и конструкций строительно-монтажных объектов, в случае необходимости обеспечивать ремонтно-восстановительные работы на производственных участках предприятия.
P11	Умение применять современные методы для разработки малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых машиностроительных и строительно-монтажных технологий, обеспечивающих безопасность жизнедеятельности людей и их защиту от возможных последствий аварий, катастроф и стихийных бедствий, умение применять способы рационального использования сырьевых, энергетических и других видов ресурсов в машиностроении и строительстве, применять методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий.

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 федеральное государственное автономное
 образовательное учреждение высшего образования
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Школа ИШНПТ
 Направление подготовки (специальность) Машиностроение
 Отделение школы (НОЦ) Отделение материаловедения

УТВЕРЖДАЮ:
 Руководитель ООП
 _____ Ефременков Е.А.
 (Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
4А6А	Герасимову Владиславу Юрьевичу

Тема работы:

Технологическая подготовка производства изготовления детали "Звездочка правая " на станках с ЧПУ	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	№59-67/с от 28.02.2020

Срок сдачи студентом выполненной работы:	05.06.2020
--	------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Чертеж детали «Звездочка правая»; Тип производства: мелкосерийное.
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	Технологическая подготовка производства. Проектирование альтернативного процесса изготовления заданной детали на современных станках с ЧПУ. Разработка принципиальной схемы автоматизированного оборудования.
Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	Чертеж изделия. Технологические карты. Карты наладки. Чертеж приспособления.

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы*(с указанием разделов)*

Раздел	Консультант
Технологическая часть	Анисимова Мария Александровна
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Кашук Ирина Вадимовна
Социальная ответственность	Черемискина Мария Сергеевна

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	16.12.2019
--	------------

Задание выдал руководитель / консультант (при наличии):

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОМ ИШНПТ	Ефременков Егор Алексеевич	к.т.н.		16.12.2019
Ассистент	Анисимова Мария Александровна			16.12.2019

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4А6А	Герасимов Владислав Юрьевич		16.12.2019

Реферат

Выпускная квалификационная работа состоит из 89 страниц, 7 рисунков, 32 таблиц, 19 источников, 24 альбомной документации.

Ключевые слова: СТАЛЬ, ЗВЕЗДОЧКА, МАШИНОСТРОЕНИЕ, ПРИСПОСОБЛЕНИЕ, СТАНОК, ЧПУ (ЧИСЛОВОЕ ПРОГРАМНОЕ УПРАВЛЕНИЕ), ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС.

Объектом исследования является деталь типа «Звездочка».

Цель работы – технологическая подготовка производства изготовления детали «Звездочка» на станках с ЧПУ.

В процессе работы проведены теоретические исследования существующих технологических процессов, используемых в машиностроительном производстве, сделан сравнительный анализ их достоинств и недостатков. Проведены исследования и определено необходимое оборудование для производства данной детали. Рассчитаны и назначены припуски на механическую обработку, режимы обработки, было произведено техническое нормирование, а также рассчитано точность параметров средств технологического оснащения.

Результатом данной работы является технологический процесс изготовления детали «Звездочка», применимого для реального производства, где есть необходимые оборудование, карты наладки для станков с ЧПУ, сконструировано специальное приспособление, а также разработан гибкий производственный модуль на базе фрезерного станка с ЧПУ.

Степень внедрения: мелкосерийное производство.

Область применения: машиностроение.

Эффективность спроектированного технологического процесса определяется экономическими расчетами и автоматизацией обработки резанием с применением станков с ЧПУ.

В будущем планируется возможное внедрение разработанного технологического процесса обработки в заинтересованные предприятия стран СНГ.

Перечень стандартов,

используемых при оформлении пояснительных записок и чертежей

1. ГОСТ 1050-2013Metalлопродукция из нелегированных конструкционных качественных и специальных сталей.
2. ГОСТ 2590-2006Прокат сортовой стальной горячекатаный круглый.
3. ГОСТ 9.306-85 ЕСЗКС. Покрытия металлические и неметаллические неорганические. Обозначения.
4. ГОСТ Р 53924-2010Полотна ленточных пил. Типы и основные размеры.
5. ГОСТ 25347-82 Основные нормы взаимозаменяемости. ЕСДП Поля допусков и рекомендуемые посадки.
6. ГОСТ 12195-66Приспособления станочные. Призмы опорные.
7. Конструкция.
8. ГОСТ 24104-2001Весы лабораторные. Общие технические требования.
9. ГОСТ 2424-83Круги шлифовальные. Технические условия.
10. ГОСТ 18880-73Резцы токарные подрезные отогнутые с пластинами из твердого сплава. Конструкция и размеры.
11. ГОСТ 18879-73Резцы токарные проходные упорные с пластинами из твердого сплава. Конструкция и размеры.
12. ГОСТ 18883-73Резцы токарные расточные с пластинами из твердого сплава для обработки глухих отверстий. Конструкция и размеры.
13. ГОСТ 2675-80Патроны самоцентрирующиеся трехкулачковые. Основные размеры.
14. ГОСТ 14952-75Сверла центровочные комбинированные. Технические условия.
15. ГОСТ 10903-77Сверла спиральные с коническим хвостовиком.
16. Основные размеры.
17. ГОСТ 13598-85Втулки переходные для крепления инструмента с коническим хвостовиком. Конструкция и размеры

18. ГОСТ 9378-75 Образцы шероховатости поверхности (сравнения). Общие технические условия.
19. ГОСТ 1465-80 Напильники. Технические условия.
20. ГОСТ 1513-77 Надфили. Технические условия.
21. ГОСТ 2682-86 Оправка с конусом Морзе для сверлильных патронов.
22. Конструкция и размеры.
23. ГОСТ 6507-90 Микрометры. Технические условия.
24. ГОСТ 4126-66 Шаблоны радиусные.
25. ГОСТ 26228-90 Системы производственные гибкие. Термины и определения, номенклатура показателей.
26. СанПиН 2.2.4.548–96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. Санитарные правила и нормы.
27. СН 2.2.4/2.1.8.562–96 Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки.
28. СП 52.13330.2011 Естественное и искусственное освещение.
29. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы.
30. Р 2.2.200605 Гигиена труда. Руководство, по гигиенической оценке, факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда.
31. ГОСТ 12.1.003-2014 Система стандартов безопасности труда (ССБТ).
32. Шум. Общие требования безопасности.
33. ГОСТ 12.2.032-78 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования.
34. ГОСТ 3.1404-86 ЕСТД. Формы и правила оформления документов на технологические процессы и операции обработки резанием.
35. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 01.04.2019)
36. ГОСТ 12.1.005-88. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны

37. СН 2.2.4/2.1.8.562-96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки"
38. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1278-03. Гигиенические требования к естественному, искусственному и совмещенному освещению жилых и общественных зданий
39. ГОСТ 12.0.003-74 ССБТ Система стандартов безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы
40. ГОСТ 12.2.032-78. Система стандартов безопасности труда. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования
41. СанПиН 2.2.4.548–96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений
42. СНиП 11-2-80 Противопожарные нормы проектирования зданий и сооружений
43. ГОСТ 27782-88 Материалоемкость изделий машиностроения. Термины и определения

Содержание

Введение	13
1 Технологическая подготовка производства детали.....	15
1.1 Анализ технологичности конструкции детали.....	15
1.2 Обеспечение эксплуатационных свойств детали	17
1.3 Способ получения заготовки.....	18
1.4 Проектирование технологического процесса.....	20
1.5 Расчет припусков на обработку	24
1.6 Выбор средств технологического оснащения	28
1.6.1 Уточнение содержания переходов.....	32
1.6.2 Выбор и расчет режимов резания	33
1.6.3 Нормирование технологических переходов.....	37
1.7 Разработка управляющих программ (УП) для станков с ЧПУ	42
1.8 Техничко-экономические показатели технологического процесса	45
1.9 Обоснование выбора схемы приспособления	47
1.10 Проектирование гибкой производственной системы (модуля).....	48
2 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	52
2.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения.....	52
2.1.1 Анализ конкурентных технических решений	53
2.1.2 SWOT-анализ	54
2.2 Планирование научно-исследовательских работ.....	57
2.2.1 Структура работ в рамках научного исследования.....	57
2.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ и разработка графика проведения	58
2.3 Бюджет научно-технического исследования	63
2.3.1 Расчет материальных затрат НТИ.....	63
2.3.2 Расчет затрат на специальное оборудование для НТИ	64
2.3.4 Основная и дополнительная заработная плата исполнителей	66
2.3.5 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)	68
2.3.6 Накладные расходы	68
2.3.7 Бюджетная стоимость.....	69
2.4 Определение ресурсоэффективности исследования.....	69
3 Социальная ответственность	75

3.1	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	75
3.1.1	Специальные (характерные для рабочей зоны станочника) правовые нормы трудового законодательства.....	75
3.1.2	Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны исследователя.....	76
3.2	Производственная безопасность	77
3.3	Анализ опасных и вредных производственных факторов	78
3.3.1	Микроклимат.....	78
3.3.2	Превышение уровня шума.....	79
3.3.3	Вибрации	79
3.3.4	Недостаточная освещенность рабочей зоны.	80
3.3.5	Электробезопасность	80
3.4	Обоснование мероприятий по защите от действия опасных и вредных факторов.....	81
3.5	Экологическая безопасность.....	83
3.6	Безопасность при чрезвычайных ситуациях	84
	Заключение	87
	Список используемых источников и литературы	88
	Приложение А. Комплект документов	91

Введение

Технологическая подготовка производства (ТПП) - совокупность мероприятий, обеспечивающих технологическую готовность производства детали.

Она включает в себя проектирование технологических процессов производства; выбор и размещение оборудования; определение технологической оснастки; разработку методов технического контроля, нормирования материально-технических затрат.

Важнейшими задачами ТПП являются:

- проектирование и освоение новых и совершенствование действующих технологических процессов изготовления изделий и их частей;
- создание предпосылок для внедрения прогрессивных методов и форм организации производства и труда;
- механизация и автоматизация производственных процессов.

Целью данной работы является технологическая подготовка производства изготовления детали «Звездочка».

В данной работе рассмотрены следующие этапы: проектирование технологического маршрута, процесса, операций, а также средств технологического оснащения и гибкой производственной системы.

Немаловажной частью проектирования технологического процесса (ТП) является разработка управляющих программ, для обработки детали на станках с ЧПУ, оформление технической документации и расчет припусков на механическую обработку.

Спроектированный технологический процесс, выбор оборудования и режимов его работы определяют основные нормы расхода рабочего времени, сырья, материалов, топлива, энергии и других элементов производства детали «Звездочка».

В разделе социальной ответственности рассмотрены вредные производственные факторы, которые присутствовать на планируемом

производстве, а также приняты меры по снижению их последствий на рабочих местах.

В разделе финансового менеджмента произведен расчет затрат на проектирование данного технологического процесса.

1 Технологическая подготовка производства детали

1.1 Анализ технологичности конструкции детали

Целью анализа технологичности конструкции детали является выявление недостатков, содержащихся в чертежах детали и предъявляемых требованиях, также возможное улучшение технологичности конструкции.

Деталь – «Звездочка», изготавливается из материала «45Л ГОСТ 977-88 иллюстрирована на рисунке 1. Химический состав и свойства стали представлены в таблицах 1, 2.

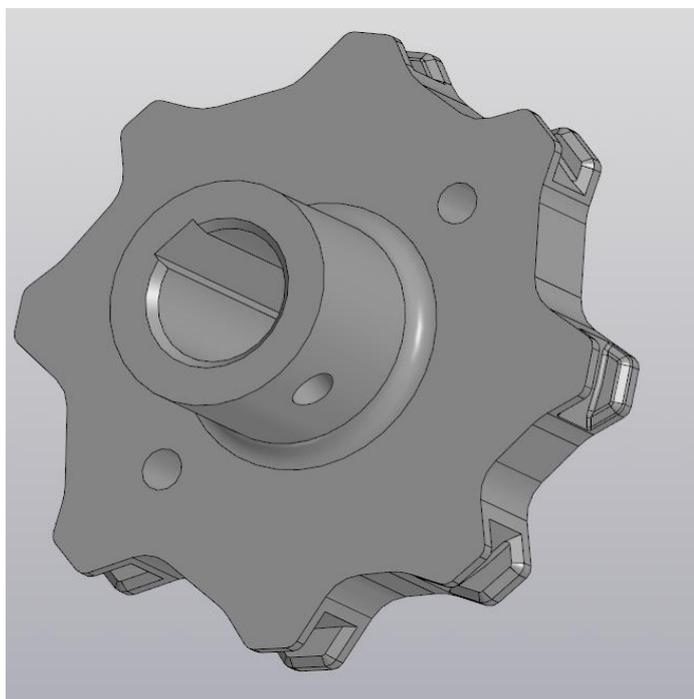


Рисунок 1 – Модель детали «Звездочка»

Таблица 1 – Химический состав стали 45Л

C	Si	Mn	S	P
0.42 - 0.5	0.2 - 0.52	0.45 - 0.9	до 0.06	до 0.06

Таблица 2 – Механические свойства стали 45Л

Режимы термообработки	$\sigma_{0,2}$	σ_B	δ_5	Ψ	KSU	НВ
	(МПа)	(МПа)	%	%	(кДж/ м ²)	
	не менее					
Нормализация 860-880 °С. Отпуск 600-630 °С	320	550	12	20	29	---
Закалка 860-880 °С. Отпуск 550-600 °С	400	600	10	20	24	---
Нормализация 860-880 °С. Отпуск 630-650 °С	290	520	10	18	24	(148-217)
Закалка ТВЧ, низкий отпуск, охлаждение в воде	---	---	---	---	---	Поверхности 42-56

$\sigma_{0,2}$ - Условный предел текучести [МПа],

σ_B - Предел кратковременной прочности [МПа],

δ_5 - Относительное удлинение при разрыве [%],

Ψ - Относительное сужение [%],

KSU- Ударная вязкость [кДж/ м²],

НВ- Твердость по Бринеллю [МПа]

Обозначение 45 в начале марки говорит о том, что эта сталь имеет в своем составе 0,45% углерода и является литейной сталью. Материал заготовки нашей детали сталь 45Л ГОСТ 977-88 технологичный, доступный, хорошо подвергается механической, термической, при необходимости слесарной обработке, легко обрабатывается лезвийными инструментами.

Деталь имеет простую конструкцию. В детали присутствует несколько отверстий. Обеспечивается свободный доступ инструмента ко всем обрабатываемым поверхностям, образованна простыми геометрическими поверхностями, имеет контур из повторяющихся элементов.

1.2 Обеспечение эксплуатационных свойств детали

Одним из основных и главных показателей качества является надежность машин, обуславливаясь эксплуатационными свойствами деталей и сборочных единиц. Действие на машину циклических нагрузок может привести к усталостным разрушениям отдельных ее деталей. Ресурс машины, работающей в агрессивных коррозионных средах, в значительной степени определяется коррозионной стойкостью основных ее деталей. В результате действия значительных нагрузок на контактирующие поверхности деталей может произойти потеря их надежности из-за контактных разрушений. Надежность машин, определяемая точностью изготовления ее деталей, в значительной степени зависит от контактной жесткости их соединений. Установлено, что 70 % выхода из строя машин определяется износом их деталей. Поэтому износостойкость играет особую роль в обеспечении надежности сборочных единиц, агрегатов, машин [2].

Повышение надежности машин может быть обеспечено за счет применения эффективных технологических процессов изготовления и восстановления деталей, повышающих их износостойкость, усталостную прочность, коррозионную стойкость. Для этих целей применяются технологические процессы, упрочняющие поверхностный слой, припадающие ему особые свойства. Сюда относятся как процессы химико-термической обработки, так и упрочняющая обработка, основанная на пластическом деформировании поверхностей. При применении методов поверхностной пластической деформации в результате наклепа в поверхностных слоях видоизменяется форма и размеры кристаллических зерен, повышается твердость, и образуются сжимающие напряжения, способствующие повышению износостойкости и сопротивляемости усталостным разрушениям. Надежность и долговечность изделий в значительной мере зависит от эксплуатационных свойств деталей и их соединений, которые могут быть определены с использованием методов математической статистики и теории вероятностей.

Проверка работоспособности конструкции детали выполняется с помощью CAE-системы или CAD/CAE/PDM-системы. Для данной детали были проведены расчеты на возникновение напряжений при ее эксплуатации. Моделирование и расчеты были выполнены в программе КОМПАС-3D v18.1 (приложение АРМ FEM). Приложим распределенную нагрузку в 10МПа на зубья таким образом, чтобы она давила на стенки зубьев по часовой стрелке (рисунок 2).

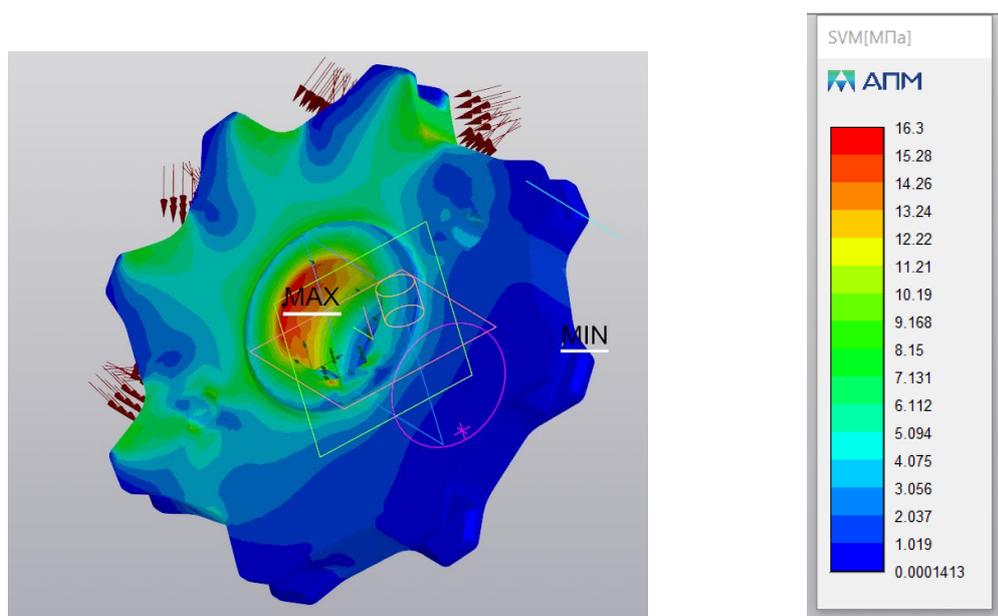


Рисунок 2 – Статически узловое напряжение модели

Из рисунка максимальных напряжений, видно, что максимальное напряжение доходит до отметки 16,3 МПа, что меньше предела текучести, который равен 250 МПа . На остальных конструктивных элементах, в среднем действует напряжение около 6 МПа. Из этого можно сделать вывод, что деталь работает в зоне упругой деформации.

1.3 Способ получения заготовки

Существует много различных способов получения заготовки будущей детали: литье, штамповка, спекание порошков металлов, высадка, волочение и т.д. На выбор заготовок влияют: материал детали, конструкция и размеры детали, программа выпуска, наличие оборудования в заготовительных цехах и

другие реальные производственные условия изготовления. В основу выбора заготовок для последующей механической обработки кладутся следующие соображения: обеспечение наименьшего расхода металла при изготовлении заготовок и при последующей их механической обработке; обеспечение наименьших затрат труда и средств на изготовление заготовок и на последующую их механическую обработку. Чем в большей степени размеры и формы заготовок приближаются к формам готовых деталей, тем меньше станкоемкость и трудоемкость механической обработки, тем она проще и дешевле.

Было решено рассмотреть два способа получения заготовки:

- получение заготовки из сортового проката;
- получение заготовки путем отливки.

По ГОСТ 27782-88 коэффициент использования материала (КИМ) – это показатель, характеризующий степень полезного расхода материала на производство изделия, который определяется по формуле [3]:

$$K = \frac{q}{Q}$$

где q - масса готовой детали кг;

Q - масса исходной заготовки кг;

Массу готовой детали определяем с помощью 3D - моделирования в программе «Компас».

КИМ для прутка равен:

$$K = \frac{q}{Q} = \frac{104,2}{305,8} = 0,3$$

КИМ для литья равен:

$$K = \frac{q}{Q} = \frac{104,2}{146,8} = 0,7$$

Сравнивая коэффициенты, можно увидеть, что заготовка из литья подойдет лучше для производства, чем из прутка. Использование отливки в качестве заготовки сократит время на механическую обработку. В мелкосерийном производстве изготовление заготовок массой 146 кг получать

литьем выгодно при выпуске изделий свыше 75 штук в год. [4] Поскольку планируется выпуск 100 деталей в год, то получение заготовок путем литья подходит.

1.4 Проектирование технологического процесса

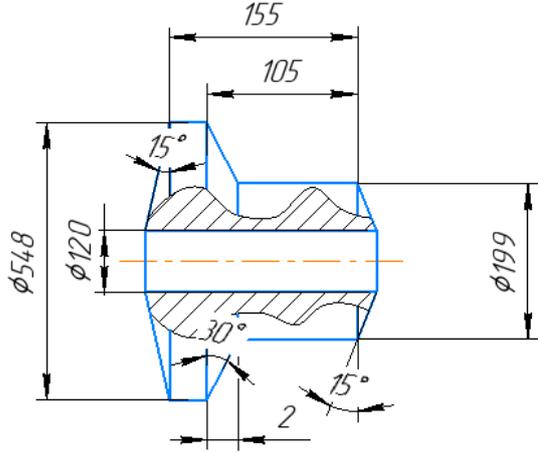
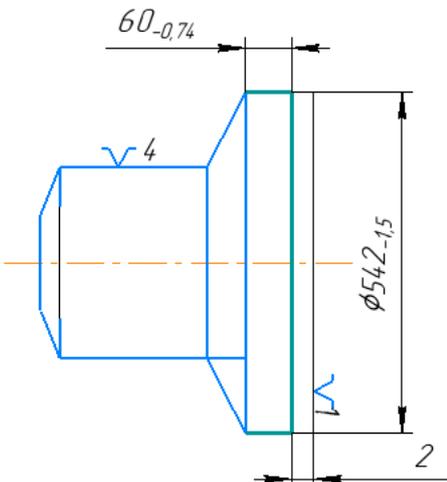
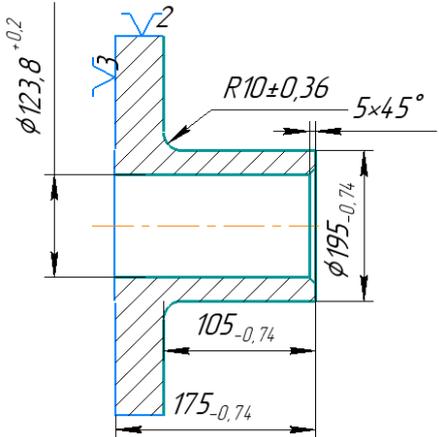
Перед разработкой технологического процесса необходимо составить технологический маршрут по изготовления детали «Звездочка». Согласно ГОСТ 14.004-83 технологический маршрут – это последовательность прохождения заготовки детали по цехам и производственным участкам предприятия при выполнении технологического процесса изготовления. Последовательность операций для изготовления детали «Звездочки» согласно техническим требованиям, условиям производства и требуемым параметрам точности согласно чертежу (Приложение А) представлена ниже.

Технологический маршрут детали «Звездочка»:

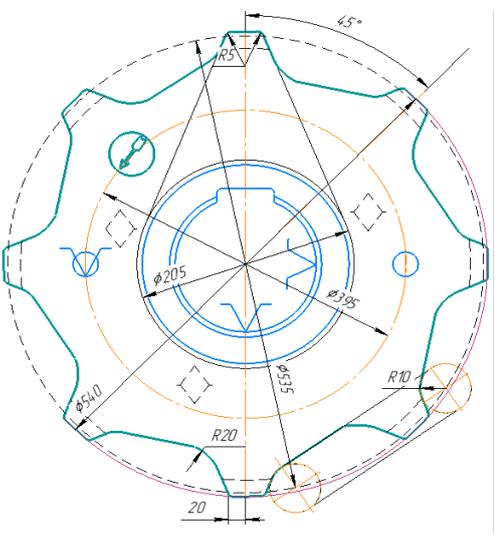
- 005 Заготовительная;
- 010 Токарная с ЧПУ;
- 015 Фрезерная с ЧПУ;
- 020 Слесарная;
- 035 Контрольная;
- 040 Долбежная;
- 045 Внутришлифовальная;
- 050 Слесарная;
- 055 Промывочная;
- 060 Контрольная;
- 065 Консервация;

Далее на основании данного технологического маршрута разработаем ТП этапы которого представлены в таблице 3.

Таблица 3– Технологический процесс

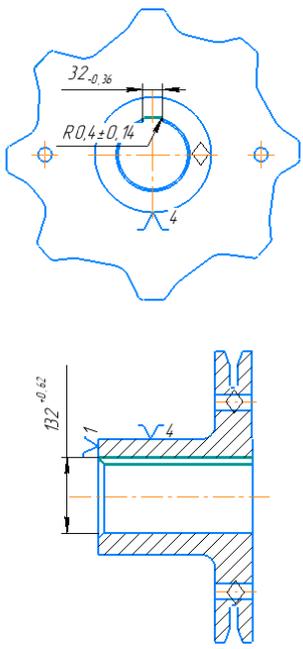
	<p>005 Заготовительная.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Отлить заготовку согласно эскизу
<p>Установ А</p>  <p>Установ Б</p> 	<p>010 Токарная с ЧПУ.</p> <p>А: Установить заготовку в трехкулачковый патрон. База : Наружный диаметр и торец.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Снять припуск 2 мм. 2. Точить наружный диаметр выдерживая размер $542_{-1,5}$ мм. <p>Б: Установить заготовку в трехкулачковый патрон. База : Наружный диаметр и торец.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Подрезать торец выдерживая размер $175_{-0,74}$ мм. 2. Расточить отверстие выдерживая размер $\varnothing 123,8^{+0,2}$ мм 3. Точить наружный диаметр выдерживая размеры $\varnothing 195_{-0,74}$ мм, $105_{-0,74}$ мм

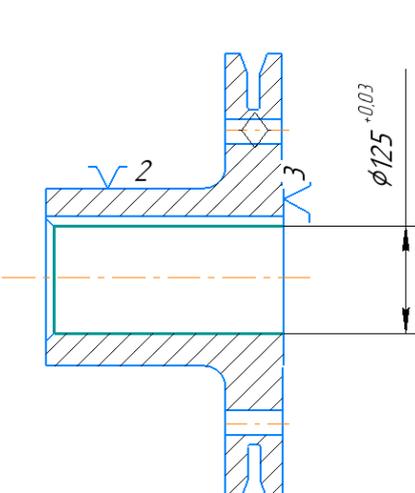
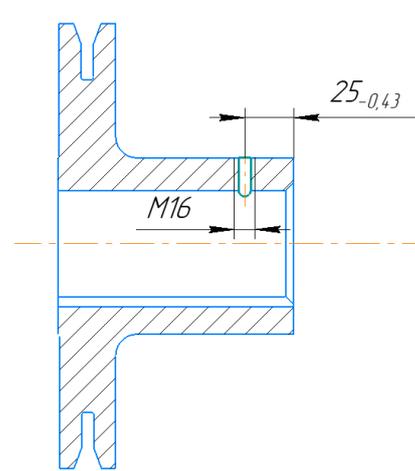
<p style="text-align: center;"><i>Установ В</i></p>	<p>В: Переустановить заготовку в трехкулачковый патрон. База : Наружный диаметр и торец.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Подрезать торец выдерживая размеры 170мм, 5мм 2. Точить наружный диаметр выдерживая размер $\phi 540_{-0,8}$мм 3. Проточить канавку выдерживая размеры 20_{-0,36} мм, 20_{-0,36} мм, 20мм, 15°±1, 70_{-0,52} мм
<p style="text-align: center;"><i>Установ. А</i> $\sqrt{Ra\ 3,2}$</p> <p style="text-align: center;"><i>Установ. Б</i></p>	<p style="text-align: center;">015 Фрезерная .</p> <p>А: Установить заготовку в трехкулачковый патрон. База: Внутренний диаметр и торец.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Центровать отверстия выдерживая размеры. 2. Сверлить сквозные отверстия, выдерживая размеры $\phi 15^{+0,43}$ мм, 395±2,3мм <p>Б: Переустановить заготовку в трехкулачковый патрон. База: Внутренний диаметр, отверстие и торец.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Центровать под сверление центровочным сверлом. 2. Сверлить отверстие , выдерживая размеры $\phi 14^{+0,43}$мм, 145_{-0,5} мм.

<p style="text-align: center;"><i>Установ. В</i></p> 	<p>В: Переустановить заготовку в приспособление.</p> <p>База: Два отверстия и торец.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Фрезеровать поверхность согласно эскизу выдерживая размеры $\varnothing 540\text{мм}$, $45^\circ \pm 1^\circ$, $R5 \pm 0,3\text{мм}$, $R30 \pm 0,52\text{мм}$, $R20 \pm 0,52\text{мм}$ 2. Гравировать поверхность согласно эскизу.
--	--

<p style="text-align: center;">020 Слесарная.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Снять заусенцы, притупить острые кромки.
--

<p style="text-align: center;">025 Контрольная.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Контролировать размеры обработанных поверхностей. 2. Контролировать шероховатость обработанных поверхностей.

<p style="text-align: center;">$\sqrt{Ra\ 3,2}$</p> 	<p style="text-align: center;">030 Долбежная.</p> <p>А: Установить заготовку в трехкулачковый патрон.</p> <p>База: Внутренний диаметр и торец.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Долбить шпоночный паз выдерживая размеры $R0,4 \pm 0,14\text{мм}$, $32_{-0,36}\text{мм}$, 132мм.
--	---

 <p style="text-align: right;">$\sqrt{Ra\ 1,6}$</p>	<p>035 Внутрیشлифовальная. А. Установить заготовку в трехкулачковый патрон. База: два отверстия и торец. 1. Шлифовать отверстие в размер $\phi 125^{+0,03}$ мм</p>
 <p style="text-align: right;">$\sqrt{Ra\ 3,2}$</p>	<p>040 Слесарная. 1. Снять заусенцы, притупить острые кромки. 2. Нарезать резьбу М16 в 1 отверстии.</p>
<p>045 Промывочная. 1. Промыть детали по ТТП 01279-00002</p>	
<p>050 Контрольная. 1. Контролировать размеры обработанных поверхностей. 2. Контролировать шероховатость обработанных поверхностей.</p>	
<p>055 Консервация. 1. Консервировать деталь по ТТП 60270-00001, вариант 14</p>	

1.5 Расчет припусков на обработку

Припуском на обработку называется слой (толщина слоя) материала, удаляемый с поверхности заготовки для устранения дефектов от предыдущей обработки. Общим припуском на обработку называется слой материала

(толщина слоя), удаляемый с рассматриваемой поверхности исходной заготовки в процессе выполнения технологического процесса с целью получения готовой детали [5].

Установление правильной толщины припусков на обработку является ответственной технико-экономической задачей. Назначение чрезмерно больших припусков приводит к:

- потерям материала, превращаемого в стружку;
- увеличению упругой деформации технологической системы СПИД (станок – приспособление – инструмент – деталь) вследствие увеличения силы резания, а значит и к уменьшению точности обработки;
- увеличению трудоемкости механической обработки (если припуск больше максимально допустимой глубины резания и приходится его удалять за несколько проходов);
- усложняется применение приспособлений вследствие увеличения силы резания;
- к повышению расхода режущего инструмента и электрической энергии;
- к увеличению потребности в оборудовании и рабочей силе.

Назначение недостаточных припусков не обеспечивает удаление дефектных слоев материала, в следствии чего достижение требуемой точности и шероховатости обрабатываемых поверхностей недостижимо, а также вызывает повышение требований к точности исходных заготовок и приводит к их удорожанию, затрудняет разметку и выверку положения заготовок на станках при обработке по методу пробных ходов и увеличивает опасность появления брака.

Операционный припуск - это слой материала, удаляемый с заготовки при выполнении одной технологической операции (ГОСТ 3.1109—82). Операционный припуск равняется сумме промежуточных припусков, т.е. припусков на отдельные переходы, входящие в данную операцию.

Припуск на переход — это слой материала (толщина слоя), удаляемый с заготовки при выполнении перехода, т.е. при обработке рассматриваемой

поверхности с определённой точностью неизменным инструментом при неизменных режимах резания.

Припуск обозначается символом z . Наименьший припуск на переход i складывается из отдельных элементов, связанных с различными погрешностями. Показатели, погрешности, параметры шероховатости, дефекты, допуски и т.п., получаемые на рассматриваемом переходе, обозначаются с индексом i . Например, символом $z_{\min i}$ обозначается минимальный припуск на одну сторону, удаляемый на рассматриваемом переходе. Погрешности или показатели шероховатости, дефекты, допуски и т.п., полученные на предшествующей обработке этой же поверхности обозначаются с индексом $i-1$. Например, символом $z_{\min i-1}$ обозначается минимальный (наименьший допустимый) припуск на одну сторону (на сторону), удаляемый на предшествующей обработке этой же поверхности. При обработке тел вращения и предположении, что направления векторов всех погрешностей совпадают (для гарантированного устранения погрешностей и дефектов), суммирование составляющих наименьшего припуска производится арифметически:

$$2Z_{\min i} = 2 \cdot (Rz_{i-1} + T_{\text{деф } i-1} + \rho_{i-1} + \varepsilon_i)$$

где $Z_{\min i}$ – минимальный припуск на данный, i переход, мкм;

Rz_{i-1} – шероховатость, полученная на предыдущем, $i-1$, переходе, мкм;

$T_{\text{деф } i-1}$ – глубина дефектного слоя на предыдущем переходе, мкм;

ρ_{i-1} – сумма погрешностей формы и расположения поверхностей заготовки, мкм;

ε_i – погрешность закрепления заготовки на данном переходе.

Значение коэффициентов принимаем согласно табличных данных, по методическому указанию [5].

Подробный порядок расчета минимальных припусков на обработку приведен в методическом указании [5].

Произведем расчет минимального припуска на механическую обработку наибольшего наружного размера 540:

Шероховатость поверхности $\sqrt{Ra3,2}$, допуск на размер $\delta_{\text{дет}}=0,7\text{мм}$

Шероховатость поверхности заготовки $\sqrt{Rz150}$, допуск на диаметр заготовки $\delta_{\text{заг}}=4,4 \text{ мм}=4400 \text{ мкм}$.

$$2Z_{\text{min}}=2(150+240+350) =2 \cdot 800=1600$$

Графу «Предельный размер» заполняем, начиная с конечного (конструкторского) размера путем прибавления расчетного минимального припуска ($2Z_{\text{min}}$) к предельному максимальному размеру (d_{max}):

1) Токарная с ЧПУ

$$d_{\text{min}}=540-1,75=539,3 \text{ мм};$$

$$d_{\text{max}}=540 \text{ мм};$$

Таблица 4- припуски на обработку наибольшего диаметрального размера

Технологические переходы обработки поверхности	Составляющие минимального припуска на обработку, мкм				Расчетный минимальный припуск, $2Z_{\text{min}}$, мкм	Принятый технологический размер, мм	Допуск Td, мкм	Предельные размеры, мм		Предельные значения припусков, мкм	
	Rz	Tдеф	ρ	ϵ				d_{min}	d_{max}	$2Z_{\text{min}}$	$2Z_{\text{max}}$
	Наружная поверхность $\text{Ø}540-1,75$										
0.заготовительная	150	240	350	-	-		4400	543,6	548		
1.токарная ЧПУ	40	60	90	60	1600	542-1,5	1500	540,5	542	1600	7500
2.токарная ЧПУ	40	60	90	60	500	540h12	700	539,3	540	500	2700

Дальнейший расчет припусков производится аналогично предыдущему размеру, за исключением того, что при расчете отверстий рассчитывается максимальный предельный размер следующим образом:

$$D_{\text{max } i-1}=D_{\text{min}}-2Z_{\text{min}};$$

Произведем расчет минимальных припусков на обработку наружного размера:

Шлифовальная:

$$d_{\text{min}}=125,06 -0,06= 125;$$

$$d_{\text{max}}=125,06$$

Принятый технологический размер 125H8;

Таблица 5 – расчет минимальных припусков на обработку внутренней поверхности

Технологические переходы обработки поверхности	Составляющие минимального припуска на обработку, мкм				Расчетный минимальный припуск, $2Z_{min}$, мкм	Принятый технологический размер, мм	Допуск T_d , мкм	Предельные размеры, мм		Предельные значения припусков, мкм	
	Rz	Тде φ	ρ	ε				d_{min}	d_{max}	$2Z_{min}$	$2Z_{max}$
Наружная поверхность Ø125+0,06											
0.заготовительная	150	240	350	-	-		2200	120	122,2		
1.расточка отверстия черновая	40	60	90	60	1600	123,8 H12	400	123,8	124,2	1600	4200
2. расточка отверстия получистовая	30	45	45	0	380	124,58 H10	160	124,5 8	124,7 4	380	940
3. шлифовальная	6,3	3,2	0,9	10	260	125H8	63	125	125,0 63	260	483

1.6 Выбор средств технологического оснащения

Средства технологического оснащения - это совокупность орудий производства, необходимых для осуществления технологического процесса. Технологический процесс оснащается с целью обеспечения требуемой точности обрабатываемых деталей и повышения производительности труда. Под оптимальной оснащенностью понимается такая оснащенность, при которой достигается максимальная эффективность производства изделия при обязательном получении требуемого количества продукции и заданного качества за установленный промежуток времени с учетом комплекса условий, связанных с технологическими и организационными возможностями производственных фондов и рабочей силы [6].

Средства технологического оснащения подразделяются на:

- технологическое оборудование;
- средства механизации и автоматизации технологических процессов (вспомогательных операций и переходов);
- технологическую оснастку.

Технологическое оборудование - это средства технологического оснащения, в которых для выполнения определенной части технологического процесса размещаются материалы или заготовки, средства воздействия на них, а также технологическая оснастка. Технологическое оборудование выбирается в зависимости от конструкции детали и требованиями по обеспечению качества поверхности. В отдельных случаях технологи разрабатывают техническое задание на проектирование специальных станков. Произведем подбор средств технологического и контрольно – измерительного оснащения, для материального обеспечения производственного участка, а также занесем выбранные средства в таблицы 7 и 8.

Таблица 6 - Средства технологического оснащения

№ Операции	Оборудование	Режущий инструмент	Установочное приспособление
1.Токарная с ЧПУ	Вертикальный токарный центр LV500R	Резец проходной отогнутый P6M5 170850 ГОСТ 18878-73 Резец подрезной 2112-0035 ГОСТ 18880-73 Материал пластины: P6M5 Резец расточной P6M5 2140-0048 ГОСТ 18882-73 Резец канавочный P6M5 ГОСТ 18885-73	3х кулачковый патрон ГОСТ 2675-80 7100-0053-II Державка для точения SCLCL 2525M 09HP ; Резцедержатель: EWS_137230 (2 шт);

Продолжение таблицы 6

2.Фрезерная с ЧПУ	Вертикальный токарный центр LV500R	Фреза концевая: 20x104x38 мм, P6M5 Ø20 мм; Сверло центр. Ø4мм 2317-0107 ГОСТ 14952-75, марка P6M5; Сверло спиральное по ГОСТ 4010-77; 2300 3311 Ø15 P6M5; Гравер конический GB-4.9001 4x40x0,1 мм HRC 55.	Приспособление; Переходник от MAS-BT 403 к цанговому патрону ER16: Цанги ER16 (ISO 15488);
			Патрон 7655-40-16- 106 DIN 69871-А ГОСТ 25827 исп.2; Переходная втулка 1752-2-1 код 800000310 DIN 228 ГОСТ 25557-82; Оправка с конусом морзе для сверлильных патронов 6039-0012; Адаптер с конусом Морзе МК2: 25.3020.
3.Слесарная	-	Напильник 2821-0001 ГОСТ 1465-80; Надфиль 2827-0061 ГОСТ 1513-77	
4.Долбежная	Долбежный станок S315TGI	Резец для шпоночного паза 2184-0554 по ГОСТ 10046-72 P6M5	

Продолжение таблицы 6

5.Внутришлифовальная	Шлифовальный станок 3К228А	Шлифовальный круг ГОСТ 2424-83 d50 мм.	3х кулачковый патрон ГОСТ 2675-80 3504-0053-П .
6. Промывочная			Ванна промывочная ВП-6.8.10/0,7.
7.Консервация		Материал согласно ТТП 60270-00001, вариант 14.	

Таблица 7 - Средства контроля точности изготовления детали

Операция	Способ контроля	Измерительный прибор
Заготовительная	Инструментальный, визуальный	Штангенциркуль ШЦ-II 250-630-0,1 ГОСТ166-89;
Токарная ЧПУ Установ 1	Инструментальный, визуальный	Штангенциркуль ШЦ-II 250-630-0,1 ГОСТ166-89; Образцы шероховатости 3,2 Т, ТТ ГОСТ 9378-93; Нутромер индикаторный 0,01 ГОСТ 868-82
Токарная ЧПУ Установ 2	Инструментальный, визуальный	Штангенциркуль ШЦ-II 250-630-0,1 ГОСТ166-89; Образцы шероховатости 3,2 Т, Р, ТТ ГОСТ 9378-93
Фрезерная ЧПУ	Инструментальный, визуальный	Штангенциркуль ШЦ-II 250-630-0,1 ГОСТ166-89; Образцы шероховатости 3,2 ФЦ ГОСТ 9378-93; Набор радиусных шаблонов № 3 ГОСТ 4126-66 Линейка измерительная 500 ГОСТ 427-75

		Пробка гладкая Ø15,0 В11 ПР-НЕ (ЧИЗ)
Слесарная	Инструментальный, визуальный	Калибр-пробка резьбовая ПР-НЕ М16х2
Долбежная	Инструментальный, визуальный	Концевая мера 3-4,016 ГОСТ 9038-90 Образцы шероховатости 3,2 С ГОСТ 9378-93;
Внутришлифовальная	Инструментальный, визуальный	Образцы шероховатости 1,6 ШЦВ ГОСТ 9378-93;

1.6.1 Уточнение содержания переходов

Технологическим переходом называют законченную часть технологической операции, характеризуемую постоянством применяемого инструмента и поверхностей, образуемых обработкой и соединяемых при сборке. Когда изменяется режим резания или режущий инструмент, начинается следующий переход.

Под рабочим ходом понимают законченную часть технологического перехода, состоящую из однократного перемещения инструмента относительно заготовки, сопровождаемого изменением формы, размеров, шероховатости поверхности или свойств заготовки.

Уточним содержание переходов для получения поверхностей.

Токарная с ЧПУ (Установ А):

1) Подрезка торца – 1 переход, 2 рабочих хода;

Токарная с ЧПУ (Установ Б):

1) Подрезка торца – 1 переход, 3 рабочих хода;

2) Точение наружного диаметра Ø195h14 – 1 перехода, 3 рабочих ходов;

3) Расточка внутреннего диаметра Ø123,8h14 – 1 переход, 3 рабочих хода;

Токарная с ЧПУ (Установ В):

1) Подрезка торца – 1 переход, 3 рабочих хода;

- 2) Точение наружного Ø540h14 мм – 1 переход, 2 рабочих хода;
- 3) Точение наружного Ø400h14 мм – 1 переход, 35 рабочих хода;

Фрезерная с ЧПУ (Установ А):

- 1) Центрование – 2 переход, 2 рабочий ход;
- 2) Сверление Ø15 мм – 1 переход, 2 рабочих хода;

Фрезерная с ЧПУ (Установ Б):

- 1) Центрование – 1 переход, 1 рабочий ход;
- 2) Сверление Ø14 мм – 1 переход, 1 рабочих хода;

Фрезерная с ЧПУ (Установ В) :

- 1) Фрезерование – 1 перехода, 70 рабочих ходов;

Долбежная:

- 1) Долбление – 1 переход, 5 рабочий ход;

1.6.2 Выбор и расчет режимов резания

Токарная:

Инструмент: Резец подрезной 2112-0035 Р6М5 с углом наклона головки резца 16°. Радиус при вершине 0,5 мм ГОСТ 18880-73. Материал режущей пластины: Р6М5. Обработываемый материал: Сталь 45 ГОСТ 1050-88.

Скорость резания находим по формуле [9]:

$$V = \frac{C_v}{T m_t^x s^y} K_v,$$

где t – глубина резания;

s – подача;

C_v – коэффициент при обработке резцами (таблица 17[8]);

m, x, y – показатели степени при обработки резцами (таблица 17[8]);

T – период стойкости инструмента;

K_v – поправочный коэффициент.

Поправочный коэффициент находим по формуле:

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{iv}$$

где K_{mv} – коэффициент учитывающий влияние материала заготовки;

K_{iv} – коэффициент учитывающий материал инструмента;

K_{nv} – коэффициент учитывающий состояние поверхности.

Количество оборотов находим по формуле [9]:

$$n = \frac{1000 * V}{\pi * d}$$

где n – число оборотов; (об/мин);

d – диаметр обрабатываемой заготовки (мм);

V – скорость резания; (м/мин).

Для токарной операции принимаем следующие значения [8]:

$$s = 1,2 \text{ мм/об};$$

$$C_v = 30;$$

$$m = 0,08, x = 0,60, y = 0,25;$$

$$T = 40 \text{ мин. (таблица 17[8])};$$

$$K_{mv} = 3;$$

$$K_{iv} = 1;$$

$$K_{nv} = 0,8.$$

Рассчитаем поправочный коэффициент:

$$K_v = 3 \cdot 1 \cdot 0,8 = 2,4$$

Рассчитаем скорость резания:

$$V = \frac{30}{40^{0,08} \cdot 2^{0,60} \cdot 1,2^{0,25}} * 2,4 = 33,75 \text{ м/мин}$$

Рассчитаем получившееся кол-во оборотов при получившейся скорости резания, используя упрощенную формулу для расчета режимов резания

$$n = \frac{V * 1000}{\pi * D} = \frac{33,75 * 1000}{3,14 * 549} = 19,5 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Сверление:

Инструмент – сверло $\varnothing 15$ Р6М5 2300- 0767 ГОСТ 4010-77.

Подача $S = 0,2$ мм/об.

Скорость резания при сверлении рассчитаем по известной формуле [9].

$$V = \frac{C_v * D^q}{T^m * S^y} K_v,$$

где безразмерные коэффициенты: $CV = 9,8$, $y = 0,5$; $m = 0,20$; $q=0,4$; , приняты в соответствии со справочными данными [8], учитывающие вид обработки, материал режущей части и материал обрабатываемой заготовки.

$T = 45$ мин – стойкость сверла.

KV – поправочный коэффициент, принимается из справочных данных

$$V = \frac{9,8 * 0,16}{0,04 * 0,25} * 2,4 = 30,4 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

тогда кол-во оборотов будет равно:

$$n = \frac{V * 1000}{\pi * d} = \frac{13,17 * 1000}{3,14 * 18} = 360 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Фрезерная:

Инструмент- Фреза концевая: 20x104x38 мм, Р6М5 Ø20 мм

Скорость резанья рассчитаем по известной формуле:

$$V = \frac{C_v D_{\phi}}{T^m t^x S_z^y B^u Z^p} K_v [8]$$

где D_{ϕ} – диаметр фрезы;

S_z – подача на зуб;

B – ширина фрезерования;

Z – число зубьев фрезы;

u, p – показатели степени;

K_v – общий поправочный коэффициент на измененные условия обработки; [8]

$K_{\mu v}$ – коэффициент, учитывающий физико-механические свойства обрабатываемого материала;

K_{iv} – коэффициент, учитывающий материал инструмента;

K_{pv} – коэффициент, учитывающий поверхностный слой заготовки;

n – число оборотов; (об/мин);

d – диаметр фрезы; (мм).

Тогда для фрезерной операции принимаем следующие значения [8].

$T = 80$ мин(таблица 82[8]);

$$CV = 72;$$

$$D\phi = 20 \text{ мм};$$

$$t = 2 \text{ мм};$$

$$S_z = 0,2 \frac{\text{мм}}{\text{зуб}} \text{ (таблица 75[8])};$$

$$B = 20 \text{ мм};$$

$$Z = 3;$$

$$q = 0,7, m = 0,25, x = 0,5, y = 0,2, u = 0,3, p = 0,3 \text{ (таблица 81[8])};$$

$$V = \frac{72 * 8,14 * 2,4}{2,9 * 1,4 * 0,7 * 2,4 * 1,4} = 148 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

тогда кол-во оборотов будет равно:

$$n = \frac{V * 1000}{\pi * d} = \frac{148 * 1000}{3,14 * 32} = 1480 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Таблица 8 – Режимы резания

Операция	Инструмент	Подача s, мм/об	Глубина t, мм	Скорость v, м/мин
Токарная с ЧПУ				
Подрезка торца	Резец подрезной 2112-0007 ГОСТ 18880-73; Пластина 01331- 160304 ГОСТ 19045-80 P6M5.	0,2 мм/зуб	2 мм	33,75 м/мин
Фрезерная с ЧПУ				
Фрезерование профиля звездочки	Фреза концевая: 20x104x38 мм, P6M5 Ø20 мм	0,2	2	148 м/мин
Сверление отверстий	Сверло Ø15 P6M5 2300- 0767 ГОСТ 4010-77	0,2	60	30,4 м/мин

Долбежная				
Продолбить шпоночный паз	Резец для шпоночного паза 2184-0554 по ГОСТ 10046-72 P6M5	0,1	2	45 м/мин

1.6.3 Нормирование технологических переходов

Расчет норм времени для операции отрезка

Определяем расчетную длину обработки по формуле:

$$L = l + l_{\text{под}} + l_{\text{сх}} + l_{\text{вр}};$$

где $l_{\text{под}}$ – длина подвода;

$l_{\text{сх}}$ – длина схождения;

$l_{\text{вр}}$ – длина врезания.

Расчет норм времени для операции 010

Установ А: Подрезка торца.

Определяем расчетную длину обработки:

$$L = 271 + 1,5 + 1 + 2,0 = 275,5 \text{ мм};$$

Минутная подача:

$$S_M = 80 \text{ мм/мин};$$

Число рабочих ходов $i=1$;

Тогда основное время:

$$t_{\text{оп}} = \frac{275,5 \cdot 1}{80} = 3,4 \text{ мин};$$

Вспомогательное время операции:

$$t_{\text{в}} = 0,15 t_{\text{о}} = 0,15 \cdot 3,4 = 0,5 \text{ мин};$$

Оперативное время:

$$t_{\text{о}} = t_{\text{оп}} + t_{\text{в}} = 1,8 + 0,5 = 2,3 \text{ мин};$$

Время обслуживания рабочего места:

$$t_{\text{обс}} = t_T + t_{\text{орг}} = 0,06 t_{\text{о}} + 0,08 t_{\text{о}} = 0,28 \text{ мин};$$

Время на личные потребности:

$$t_{\Pi} = 0,025t_{\text{оп}} = 0,025 \cdot 3,4 = 0,08 \text{ мин};$$

Тогда штучно – калькуляционное время определяется как

$$t_{\text{шк}} = t_{\text{оп}} + t_{\text{в}} + t_{\text{Обс}} + t_{\Pi} = 3,4+0,5+0,28+0,08 = 4,26 \text{ мин};$$

Точение наружной поверхности.

Определяем расчетную длину обработки:

$$L = 105 + 3+1+2,0=111 \text{ мм};$$

Минутная подача:

$$S_M = 83 \text{ мм/мин};$$

Число рабочих ходов $i=87$;

Тогда основное время:

$$t_{\text{оп}} = \frac{111 \cdot 87}{83} = 116,3 \text{ мин};$$

Вспомогательное время операции:

$$t_{\text{в}} = 0,15t_o = 0,15 \cdot 116,3=17,4 \text{ мин};$$

Оперативное время:

$$t_o = t_{\text{оп}} + t_{\text{в}} = 116,3+17,4=133,7 \text{ мин};$$

Время обслуживания рабочего места:

$$t_{\text{Обс}} = t_T + t_{\text{орг}} = 0,06t_o + 0,08t_o = 18,6 \text{ мин};$$

Время на личные потребности:

$$t_{\Pi} = 0,025t_{\text{оп}} = 0,025 \cdot 116,3 = 2,9 \text{ мин};$$

Тогда штучно – калькуляционное время определяется как

$$t_{\text{шк}} = t_{\text{оп}} + t_{\text{в}} + t_{\text{Обс}} + t_{\Pi} = 116,3+17,4+18,6+2,9 = 115,1 \text{ мин};$$

Установ Б: Подрезка торца.

Определяем расчетную длину обработки:

$$L = 60 + 1,5+1+2,0=64,5 \text{ мм};$$

Минутная подача:

$$S_M = 80 \text{ мм/мин};$$

Число рабочих ходов $i=1$;

Тогда основное время:

$$t_{\text{оп}} = \frac{64,5 \cdot 1}{80} = 0,8 \text{ мин};$$

Вспомогательное время операции:

$$t_B = 0,15 t_o = 0,15 \cdot 0,8 = 0,1 \text{ мин};$$

Оперативное время:

$$t_o = t_{оп} + t_B = 0,8 + 0,1 = 0,9 \text{ мин};$$

Время обслуживания рабочего места:

$$t_{обс} = t_T + t_{орг} = 0,06 t_o + 0,08 t_o = 0,1 \text{ мин};$$

Время на личные потребности:

$$t_{п} = 0,025 t_{оп} = 0,025 \cdot 0,8 = 0,02 \text{ мин};$$

Тогда штучно – калькуляционное время определяется как

$$t_{шк} = t_{оп} + t_B + t_{обс} + t_{п} = 0,8 + 0,1 + 0,1 + 0,02 = 1,02 \text{ мин};$$

Центрование.

Определяем расчетную длину обработки:

$$L = 1,5 + 0,5 = 2 \text{ мм};$$

Минутная подача:

$$S_M = 9 \text{ мм/мин};$$

Число рабочих ходов $i=2$;

Тогда основное время:

$$t_{оп} = \frac{2 \cdot 1}{9} = 0,22 \text{ мин};$$

Вспомогательное время операции:

$$t_B = 0,15 t_o = 0,15 \cdot 0,22 = 0,033 \text{ мин};$$

Оперативное время:

$$t_o = t_{оп} + t_B = 0,22 + 0,033 = 0,253 \text{ мин};$$

Время обслуживания рабочего места:

$$t_{обс} = t_T + t_{орг} = 0,06 t_o + 0,08 t_o = 0,0308 \text{ мин};$$

Время на личные потребности:

$$t_{п} = 0,025 t_{оп} = 0,0055 \text{ мин};$$

Тогда штучно – калькуляционное время определяется как

$$t_{шк} = t_{оп} + t_B + t_{обс} + t_{п} = 0,22 + 0,033 + 0,0308 + 0,0055 = 0,28 \text{ мин};$$

Сверление.

Определяем расчетную длину обработки:

$$L = 60 + 1 + 1 = 62 \text{ мм};$$

Минутная подача:

$$S_M = 55 \text{ мм/мин};$$

Число рабочих ходов $i=2$;

Тогда основное время:

$$t_{\text{оп}} = \frac{62 \cdot 2}{55} = 2,2 \text{ мин};$$

Вспомогательное время операции:

$$t_{\text{в}} = 0,15 t_{\text{оп}} = 0,15 \cdot 2,2 = 0,3 \text{ мин};$$

Оперативное время:

$$t_{\text{о}} = t_{\text{оп}} + t_{\text{в}} = 2,2 + 0,3 = 2,5 \text{ мин};$$

Время обслуживания рабочего места:

$$t_{\text{обс}} = t_T + t_{\text{орг}} = 0,06 t_{\text{о}} + 0,08 t_{\text{о}} = 0,3 \text{ мин};$$

Время на личные потребности:

$$t_{\text{п}} = 0,025 t_{\text{оп}} = 0,025 \cdot 2,2 = 0,05 \text{ мин};$$

Тогда штучно – калькуляционное время определяется как

$$t_{\text{шк}} = t_{\text{оп}} + t_{\text{в}} + t_{\text{обс}} + t_{\text{п}} = 2,2 + 0,3 + 0,3 + 0,05 = 2,7 \text{ мин};$$

Сверление.

Определяем расчетную длину обработки:

$$L = 60 + 1 + 1 = 62 \text{ мм};$$

Минутная подача:

$$S_M = 55 \text{ мм/мин};$$

Число рабочих ходов $i=2$;

Тогда основное время:

$$t_{\text{оп}} = \frac{62 \cdot 2}{55} = 2,2 \text{ мин};$$

Вспомогательное время операции:

$$t_{\text{в}} = 0,15 t_{\text{оп}} = 0,15 \cdot 2,2 = 0,3 \text{ мин};$$

Оперативное время:

$$t_{\text{о}} = t_{\text{оп}} + t_{\text{в}} = 2,2 + 0,3 = 2,5 \text{ мин};$$

Время обслуживания рабочего места:

$$t_{\text{обс}} = t_T + t_{\text{орг}} = 0,06t_o + 0,08t_o = 0,3 \text{ мин};$$

Время на личные потребности:

$$t_{\text{п}} = 0,025t_{\text{оп}} = 0,025 \cdot 2,2 = 0,05 \text{ мин};$$

Тогда штучно – калькуляционное время определяется как

$$t_{\text{шк}} = t_{\text{оп}} + t_{\text{в}} + t_{\text{обс}} + t_{\text{п}} = 2,2 + 0,2 + 0,3 + 0,05 = 2,7 \text{ мин};$$

Установ С: Фрезерование.

Определяем расчетную длину обработки:

$$L = 70 + 1 + 1,5 + 2 = 74,5 \text{ мм};$$

Минутная подача:

$$S_M = 95 \text{ мм/мин};$$

Число рабочих ходов $i=140$;

Тогда основное время:

$$t_{\text{оп}} = \frac{74,5 \cdot 140}{95} = 109,7 \text{ мин};$$

Вспомогательное время операции:

$$t_{\text{в}} = 0,15t_o = 0,15 \cdot 109,7 = 16,4 \text{ мин};$$

Оперативное время:

$$t_o = t_{\text{оп}} + t_{\text{в}} = 109,7 + 16,4 = 126,1 \text{ мин};$$

Время обслуживания рабочего места:

$$t_{\text{обс}} = t_T + t_{\text{орг}} = 0,06t_o + 0,08t_o = 17,5 \text{ мин};$$

Время на личные потребности:

$$t_{\text{п}} = 0,025t_{\text{оп}} = 0,025 \cdot 2,2 = 2,7 \text{ мин};$$

Тогда штучно – калькуляционное время определяется как

$$t_{\text{шк}} = t_{\text{оп}} + t_{\text{в}} + t_{\text{обс}} + t_{\text{п}} = 109,7 + 16,4 + 17,5 + 2,7 = 146,3 \text{ мин};$$

Долбление.

Определяем расчетную длину обработки:

$$L = 170 + 1 + 1 + 2 = 174 \text{ мм};$$

Минутная подача:

$$S_M = 250 \text{ мм/мин};$$

Число рабочих ходов $i=4$;

Тогда основное время:

$$t_{\text{оп}} = \frac{174 \cdot 4}{150} = 4,64 \text{ мин};$$

Вспомогательное время операции:

$$t_{\text{в}} = 0,15 t_{\text{оп}} = 0,15 \cdot 4,64 = 0,69 \text{ мин};$$

Оперативное время:

$$t_{\text{о}} = t_{\text{оп}} + t_{\text{в}} = 4,64 + 0,69 = 5,3 \text{ мин};$$

Время обслуживания рабочего места:

$$t_{\text{обс}} = t_{\text{T}} + t_{\text{орг}} = 0,06 t_{\text{о}} + 0,08 t_{\text{о}} = 0,7 \text{ мин};$$

Время на личные потребности:

$$t_{\text{п}} = 0,025 t_{\text{оп}} = 0,025 \cdot 4,64 = 0,1 \text{ мин};$$

Тогда штучно – калькуляционное время определяется как

$$t_{\text{шк}} = t_{\text{оп}} + t_{\text{в}} + t_{\text{обс}} + t_{\text{п}} = 4,64 + 0,69 + 0,7 + 0,1 = 6,13 \text{ мин}.$$

1.7 Разработка управляющих программ (УП) для станков с ЧПУ

Современное машиностроительное производство невозможно представить без широкого использования станков с ЧПУ. Программно управляемые станки позволяют обеспечивать высокую точность и производительность обработки за счет высокой концентрации различных типов технологических операций на одном станке и возможности изготовления детали за один установ. Наиболее полно объединяют в себе эти качества многофункциональные токарно-фрезерные и фрезерно-токарные обрабатывающие центры, выполняющие одновременную многоосевую обработку деталей в главном и вспомогательном шпинделе несколькими инструментами [6]. В данном курсовом проекте будет использоваться вертикальный токарный центр LV500R. УП для данных станков были разработаны в программе FeatureCAM. Мы будем использовать FeatureCAM для разработки программы для станка с ЧПУ. Это система для быстрой подготовки управляющих программ, основанная на распознавании типовых элементов (под определение «типовые элементы», «Features»), попадают такие геометрические

объекты детали, как: отверстия, карманы, канавки, бобышки, стенки и т.д.). Данная система предназначена для составления управляющих программ для широкой гаммы станков: токарных, фрезерных, токарно-фрезерных, электроэрозионных станков и обрабатывающих центров различного типа. Преимущество FeatureCAM перед другими САМ-системами – высокая степень автоматизации принятия решений. В базе знаний системы заложены типовые технологии обработки различных элементов с рекомендуемым инструментом и режимами резания (типовые технологии и режимы можно настраивать под свое производство и традиции обработки). Процесс разработки управляющей программы начинается с построения 3D-модели детали в CAD/САМ-системе. На основании 3D-модели проектируется управляющая программа и разрабатывается технологический документ – карта наладки станка с ЧПУ.

Таблица 9 Технические характеристики станка

Макс. Диаметр точения	мм	550
Мощность привода шпинделя	кВт	22
Частота вращения шпинделя	Об\мин	2000
Кол-во инструментов	Шт.	12
Вес станка	Кг	10000
Перемещение по осям X/Z	мм	325/625
Система управления	SINUMERIK 828D	



Рисунок 3 - Вертикальный токарный центр LV500R

1.8 Размерный анализ технологического процесса

В системе технологической подготовки производства разработка технологического процесса изготовления деталей машин является одной из сложных задач. В свою очередь в создаваемом технологическом процессе есть наиболее важный раздел – размерный анализ, с помощью которого предусматривается согласование чертежных размеров детали со всеми операционными размерами, припусками, размерами заготовки и др. Именно на этом этапе проектирования предусматривается обеспечение надежности технологического процесса [5].

Для токарной операции с ЧПУ необходимо произвести проверку обеспечения точности конструкторских размеров:

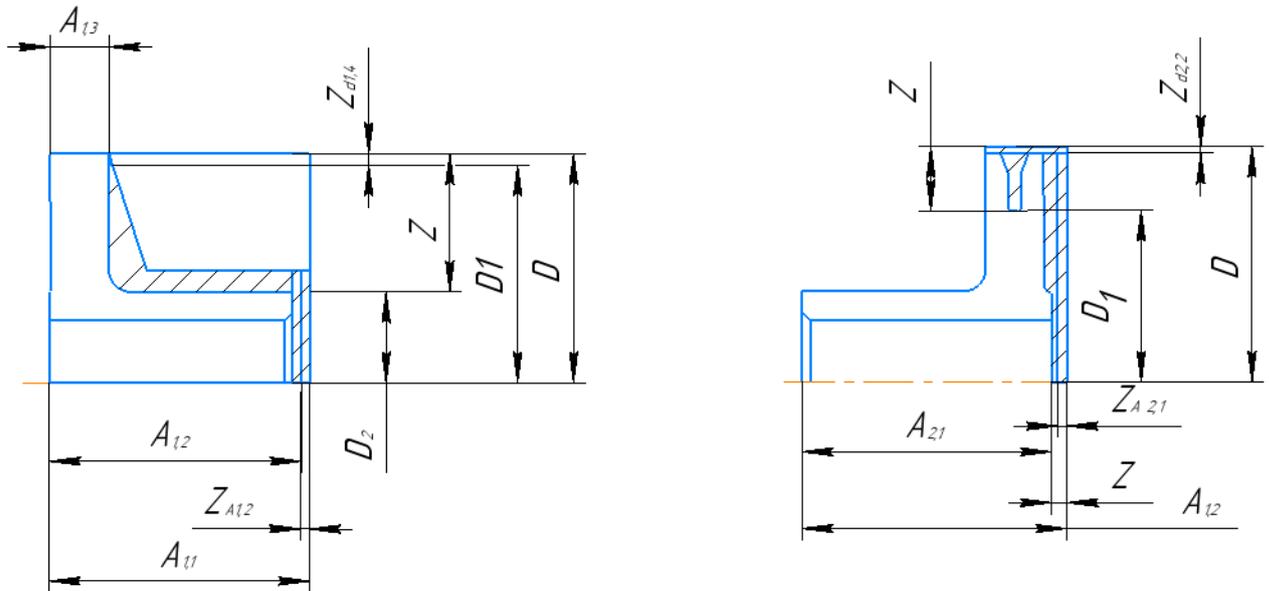


Рисунок 4 – Размерная схема токарной операции с ЧПУ

$$Z_{A1,2} = A_{1.1} - A_{1.2} = 177_{-0.74} - 176_{-1} = 1_{-1}^{+0.74}$$

$$Z_{d1,4} = \frac{D - D_1}{2} = \frac{542_{-1.75} - 195_{-1.15}}{2} = 173.5_{-0.8}^{+0.5} = \frac{173.5}{87} = 1.9_{-0.8}^{+0.5}$$

$$Z_{A2,1} = A_{1.2} - A_{2.1} = 175_{-0.74} - 170_{-1} = 1.6_{-1}^{+0.74}$$

$$Z_{d2,2} = \frac{D - D_1}{2} = \frac{542_{-1.75} - 400_{-0.7}}{2} = 142_{-1.75}^{+0.7} = \frac{142}{65} = 2.1_{-1.75}^{+0.7}$$

1.8 Техничко-экономические показатели технологического процесса

Произведем расчет себестоимости производства детали без учета общезаводских затрат. Определения технологической себестоимости включает расчет стоимости расчет стоимости заготовки и оборудования, расчет затрат на заработную плату рабочих. Произведем примерный расчет стоимости труда рабочих задействованных при производстве детали типа корпус. Средний уровень заработной платы определим исходя из данных сайта TRUD за 2019 год [11].

Таблица 10 – Затраты на оплату труда рабочих

Профессия	Стоимость работы, руб/час	Время занятости на рабочем месте, час	Зарботная плата по факту выполненной работы, руб
Оператор токарного станка с ЧПУ	148	50,58	7485,84
Оператор Фрезерного станка с ЧПУ	148	67,916	10051,57
Оператор долбежного станка	148	40	5920
Наладчик станков с ЧПУ	386	15	5790
Слесарь	140	13	1820
Мойщик-сушильщик	120	12	1440
Итого, Σ			32507,41

Далее представим затраты на оборудование в виде таблицы 12.

Таблица 11 – стоимость оборудования

Операция	Оборудование	Стоимость, руб.
Токарная с ЧПУ	Вертикальный токарный центр LV500R	12 000 000
Фрезерная с ЧПУ	Вертикальный токарный центр LV500R	
Долбежная	S315TGI	1 200 000
Внутришлифование	3K228A	3 200 000
Промывочная	Ванна промывочная ВП-6.8.10/0,7	20 000
Итого, Σ		16 420 000

Таким образом для технологического оснащения производства детали типа «Звездочка» потребуется примерно 16 420 000 руб. без учета затрат на режущий инструмент, оснастку, мерительный инструмент.

Далее произведем расчет стоимости заготовки для одной детали:

Примерная стоимость заготовки 47р/кг. Заготовка имеет длину 180мм, Ø 540 мм, массу 146,8 кг по данным КОМПАС-3D v18.1. Тогда расчетная

стоимость заготовки:

$$47 \cdot 146,8 = 6899,6 \text{ руб/шт.}$$

Таким образом себестоимость детали, без учета затрат на обслуживание технологического оснащения, будет равна:

$$6899,6 + 32507,41 = 39407,01 \text{ руб.}$$

Если включать в себестоимость детали амортизационные отчисления, при условном периоде пять лет, то себестоимость детали увеличится на:

$$\frac{16\,420\,000}{5 * 1000} = 3284 \text{ руб.}$$

Себестоимость детали «Звездочка» с учетом амортизационных отчислений составит:

$$39407,01 + 3284 = 42691,01 \text{ руб.}$$

1.9 Обоснование выбора схемы приспособления

При фрезерной обработке с ЧПУ, необходимо получить сложный контур. Приспособление представляет собой вал с прижимающей шайбой, которые обеспечивают надежное закрепление детали, так же в приспособлении предусмотрены шпонки, по которым базируется приспособление, они не дают заготовке провернуться при обработке. Приспособление устанавливается на стол фрезерного станка, базируясь по пазам.

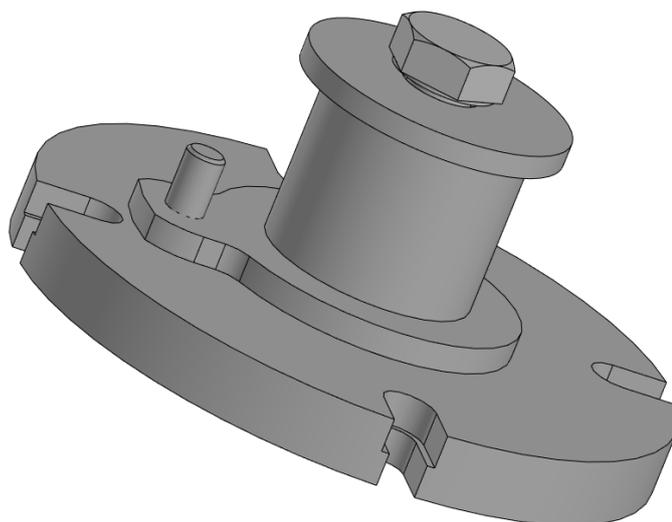


Рисунок 5 – Графическое изображение приспособления

1.10 Проектирование гибкой производственной системы (модуля)

Важной особенностью сегодняшнего производства, направленного на удовлетворение все возрастающих запросов потребителей, является рост числа мелких серий обрабатываемых деталей и увеличение их разнообразия, что вызывает необходимость в частой переналадке технологического оборудования. Поэтому в настоящее время наряду с традиционными требованиями (высокой производительности, точности и надежности) к оборудованию предъявляют новое требование – гибкость, т. е. переналаживаемость в минимально возможное время. Этому требованию удовлетворяет оборудование с ЧПУ, объединенное в гибкие производственные модули (ГПМ), предназначенные для комплексной обработки различных деталей.

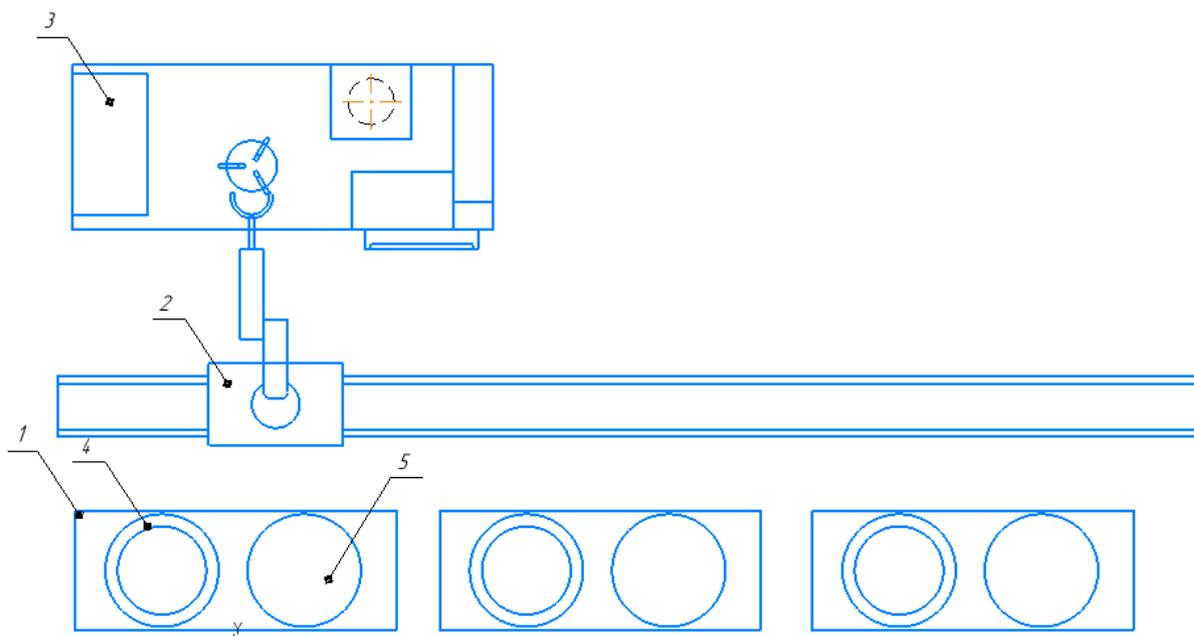
ГПМ состоит из единицы технологического оборудования, оснащенного ЧПУ и средствами автоматизации технологического процесса. ГПМ функционирует автономно, осуществляя многократные циклы, и может встраиваться в ГПС более высокого уровня.

В состав ГПМ входят: металлорежущий станок с ЧПУ; транспортно-накопительная система; магазин инструментов и устройств их автоматической смены; устройства автоматического контроля размеров режущего инструмента;

система контроля за состоянием процесса резания; механизм автоматической смены элементов зажимных приспособлений [12].

В нашем случае для автоматизации фрезерного участка, где происходит обработка детали типа «Звездочка» проектируем гибкий производственный модуль с использованием вертикального токарного центра LV500R обрабатывающего центра и промышленного робота KUKA KR FORTEC.

Для данного ГПМ спроектируем компоновочную схему (рисунок 6).



1 – накопитель-приемник; 2 – промышленный робот KUKA KR FORTEC; 3 - вертикальный токарный центр LV500R; 4- готовые детали; 5 – заготовки

Рисунок 6 – компоновка ГПМ

В ходе проделанной работы был разработан технологический процесс изготовления детали Звездочка в условиях мелкосерийного производства. На первом этапе разработки был произведен анализ технологичности конструкции детали, при помощи встроенного приложения АРМ FEM, в программном обеспечении КОМПАС-3В v18.1, а также был разработан технологический маршрут и выбран способ получения заготовки. На этапе проектирования технологических операций были рассчитаны минимальные припуски на

механическую обработку, произведен выбор средств технологического оснащения и измерения, в связи с технологической необходимостью. В процессе разработки были рассчитаны режимы резания, учитывающие возможности выбранного технологического оборудования и материала заготовки.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
4А6А	Герасимову Владиславу Юрьевичу

Школа	ИШНПТ	Отделение школы (НОЦ)	Материаловедение
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	15.03.01 Машиностроение

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИР): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Стоимость материальных ресурсов и специального оборудования определены в соответствии с рыночными ценами г. Томска Тарифные ставки исполнителей определены штатным расписанием НИ ТПУ
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Норма амортизационных отчислений на специальное оборудование
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Отчисления во внебюджетные фонды 30%

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Анализ конкурентных технических решений НИР	Расчет конкурентоспособности SWOT - анализ
2. Формирование плана и графика разработки и внедрения НИР	Структура работ; Определение трудоемкости; Разработка графика проведения исследования.
3. Составление бюджета НИР	Расчет бюджетной стоимости НИР
4. Оценка ресурсной эффективности НИР	Расчет интегрального критерия: Интегральный финансовый показатель разработки; Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки; Интегральные показатель эффективности;

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)

1. Оценка конкурентоспособности НИР
2. Матрица SWOT
3. Диаграмма Ганта
4. Инвестиционный план. Бюджет НИР
5. Основные показатели эффективности НИР

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	13.04.2020
--	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Кащук Ирина Вадимовна	к.т.н доцент		13.04.2020

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4А6А	Герасимов Владислав Юрьевич		13.04.2020

2 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

В данном разделе приводятся организация и планирование работ по составлению технологического процесса изготовления детали «Звездочка», затраты на возможную реализацию техпроцесса. Также необходимо провести коммерческий анализ технологии.

Цель этого раздела является проектирование и создание конкурентоспособной технологии, которая отвечает современным требованиям в области ресурсоэффективности и ресурсосбережения.

Достижение цели обеспечится решением следующих задач:

- оценка коммерческого потенциала;
- определение возможных альтернатив;
- планирование научно-исследовательских работ;
- определение ресурсной, финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования.

2.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

Для анализа потребителей результатов исследования необходимо рассмотреть целевой рынок и провести его сегментирование.

Целевой рынок – сегменты рынка, на котором будет продаваться в будущем разработка. В свою очередь, сегмент рынка – это особым образом выделенная часть рынка, группы потребителей, обладающих определенными общими признаками.

Сегментирование – это разделение покупателей на однородные группы, для каждой из которых может потребоваться определенный товар (услуга). Можно применять географический, демографический, поведенческий и иные критерии сегментирования рынка потребителей, возможно применение их

комбинаций с использованием таких характеристик, как возраст, пол, национальность, образование, любимые занятия, стиль жизни, социальная принадлежность, профессия, уровень дохода.

Целесообразно выбрать два наиболее значимых критерия: размер компании и отрасль, по которым будет производиться сегментирование рынка.

Таблица 12 – Карта сегментирования рынка

Размер компании	Виды работ	
	Разработка технологического процесса	Изготовление детали
Фирма 1	+	+
Фирма 2	-	+
Фирма 3	+	-

Как видно из таблицы 13, наиболее перспективной является фирма 1, так как она задействована во всех сегментах рынка.

2.1.1 Анализ конкурентных технических решений

Детальный анализ конкурирующих разработок, существующих на рынке, необходимо проводить систематически, поскольку рынки пребывают в постоянном движении. Такой анализ помогает вносить коррективы в научное исследование, чтобы успешнее противостоять своим конкурентам. В настоящий момент в Томске можно выделить два наиболее влиятельных предприятий-конкурентов в области производства детали «Звездочка»: ОАО «Томский электромеханический завод им. В.В. Вахрушева» и ООО «Томский машиностроительный завод».

В таблице 14 приведена оценочная карта, включающая конкурентные технические разработки в области производства детали.

Таким образом, на основании таблицы 14 можно сделать вывод, что разработанный в ходе исследовательской работы технологический процесс может составить серьезную конкуренцию уже имеющимся на российском рынке производителям. Главными преимуществами данной разработки является

довольная высокая производительность и срок службы при относительно низкой цене.

Таблица 13 –Оценочная карта.

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкуренто-способность		
		Б _ф	Б _{к1}	Б _{к2}	К _ф	К _{к1}	К _{к2}
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии катализатора							
1. Производительность	0,2	4	5	4	0,8	1,5	0,8
2. Срок службы	0,4	4	5	4	1,6	2	1,6
Экономические критерии оценки эффективности							
3. Цена	0,2	5	4	4	1	0,8	0,8
4. Уровень проникновения на рынок	0,1	4	4	4	0,4	0,4	0,4
5. Финансирование научной разработки	0,1	3	5	5	0,3	0,5	0,5
Итого:	1	20	23	21	4,1	5,2	4,1

Б_ф – продукт проведенной исследовательской работы;

Б_{к1} – ОАО «Томский электромеханический завод им. В.В. Вахрушева»;

Б_{к2} – ООО «Томский машиностроительный завод».

2.1.2 SWOT-анализ

SWOT – Strengths (сильные стороны), Weaknesses (слабые стороны), Opportunities (возможности) и Threats (угрозы) – представляет собой комплексный анализ научно-исследовательского проекта. SWOT-анализ применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта.

На основе анализа, проведенного в предыдущих разделах бакалаврской работы, был составлен SWOT-анализ научно-исследовательского проекта. Результаты первого этапа SWOT-анализа представлены в таблице 15.

Таблица 14 – Матрица первого этапа SWOT-анализа

	Сильные стороны научно-исследовательского проекта: С1. Высокое качество получаемой продукции; С2. Широкая область применения; С3. Более низкая стоимость производства; С4. Актуальность проекта; С5. Требуется малая номенклатура станков	Слабые стороны научно-исследовательского проекта: Сл1.Отсутствие квалифицированного персонала; Сл2. Обработка станками с ЧПУ; Сл3.Отсутствие необходимого оборудования для проведения испытания опытного образца
Возможности: В1. Изготовление детали на любом предприятии; В2.Возможность удешевления ТП; В3. Повышение стоимости конкурентных разработок В4. Увеличение такта выпуска деталей.		
Угрозы: У1. Разработка более совершенного техпроцесса; У2. Перенасыщение рынка; У3. Отсутствие спроса.		

Вторым этапом составляется матрица возможного взаимодействия возможностей (В), сильных сторон (С), слабых сторон (Сл) и угроз.

Таблица 15 - Интерактивная матрица возможностей и сильных сторон проекта³³

		Сильные стороны проекта				
		С1	С2	С3	С4	С5
Возможности проекта	В1	+	+	+	+	+
	В2	+	0	+	-	+
	В3	+	0	0	-	0
	В4	-	0	+	+	+

Таблица 16 - Интерактивная матрица возможностей и слабых сторон проекта

Слабые стороны проекта				
Возможности проекта		Сл1	Сл2	Сл3
	В1	+	+	+
	В2	+	-	0
	В3	0	-	0
	В4	+	-	-

Таблица 17 - Интерактивная матрица угроз и сильных сторон проекта

Сильные стороны проекта						
Угрозы		С1	С2	С3	С4	С5
	У1	0	+	-	+	+
	У2	-	+	-	+	-
	У3	+	0	0	0	-

Таблица 18 - Интерактивная матрица угроз и слабых сторон проекта

Сильные стороны проекта				
Возможности проекта		Сл1	Сл2	Сл3
	У1	+	-	+
	У2	-	-	-
	У3	+	-	-

Таким образом, можно составить итоговую матрицу SWOT-анализа (таблица 20)

Таблица 19 – Итоговая матрица SWOT-анализа

	Сильные стороны научно-исследовательского проекта: С1. Высокое качество получаемой продукции; С2. Широкая область применения; С3. Более низкая стоимость производства; С4. Актуальность проекта; С5. Требуется малая номенклатура станков	Слабые стороны научно-исследовательского проекта: Сл1.Отсутствие квалифицированного персонала; Сл2. Обработка станками с ЧПУ; Сл3.Отсутствие необходимого оборудования для проведения испытания опытного образца
--	--	---

Возможности: В1. Изготовление детали на любом предприятии; В2. Возможность удешевления ТП; В3. Повышение стоимости конкурентных разработок В4. Увеличение такта выпуска деталей.	В результате получения высокого качества продукции возможно повышение стоимости конкурентных разработок	Отсутствие квалифицированного персонала влияет на возможность удешевления ТП
Угрозы: У1. Разработка более совершенного техпроцесса; У2. Перенасыщение рынка; У3. Отсутствие спроса.	Когда продукция имеет широкую область применения, спрос на новые технологии производства отсутствует	Отсутствие необходимого оборудования для проведения испытания опытного образца влияет на разработку более совершенного техпроцесса

Результаты SWOT-анализа учитываются при разработке структуры работ, выполняемых в рамках научно-исследовательского проекта.

2.2 Планирование научно-исследовательских работ

2.2.1 Структура работ в рамках научного исследования

Данный этап характеризуется планированием работ по разработке технологического процесса, анализом трудоёмкости и необходимых средств, для реализации проекта.

Таблица 20 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Создание темы проекта	1	Составление и утверждение темы проекта	Научный руководитель
	2	Анализ актуальности темы	Инженер
Выбор направления исследований	3	Подбор и изучение материалов по теме	Инженер
	4	Выбор направления исследований	Научный руководитель, инженер
	5	Календарное планирование работ по теме	

Теоретические и экспериментальные исследования	6	Изучение литературы по теме	Инженер
	7	Подбор нормативных документов	
	8	Составление технологического процесса изготовления детали «Звездочка»	
Обобщение и оценка полученных результатов	9	Оценка эффективности полученных результатов	Научный руководитель, инженер
	10	Определение целесообразности проведения ВКР	
<i>Проведение НИР</i>			
Разработка технической документации и проектирование	11	Анализ и оценка финансовой составляющей	Инженер
	12	Анализ и оценка социальной ответственности	
	13	Составление технологической документации	
Оформление комплекта документации по НИР	14	Составление пояснительной записки	

2.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ и разработка графика проведения

Трудовые затраты в большинстве случаев образуют основную часть стоимости разработки, поэтому важным моментом является определение трудоемкости работ каждого из участников научного исследования.

Трудоемкость выполнения научного исследования оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, т.к. зависит от множества трудно учитываемых факторов. Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоемкости $t_{ожі}$ используется следующая формула:

$$t_{ожі} = \frac{3t_{\min i} + 2t_{\max i}}{5}, \quad (1)$$

где $t_{ожі}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения i -ой работы чел.-дн.;

$t_{\min i}$ – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (оптимистическая оценка: в предположении наиболее благоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.;

$t_{\max i}$ – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i -ой работы (пессимистическая оценка: в предположении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях T_p , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями. Такое вычисление необходимо для обоснованного расчета заработной платы, так как удельный вес зарплаты в общей сметной стоимости научных исследований составляет около 65 %.

$$T_{pi} = \frac{t_{ожi}}{Ч_i}, \quad (2)$$

где T_{pi} – продолжительность одной работы, раб. дн.;

$t_{ожi}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.-дн.

$Ч_i$ – численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел.

Для иллюстрации графика работ научного исследования зачастую используется диаграмма Ганта, отличающаяся своей простотой и в то же время наглядностью. Использование данного способа целесообразно, так как объем работ является сравнительно небольшим.

Для удобства построения графика, длительность каждого из этапов работ из рабочих дней следует перевести в календарные дни. Для этого необходимо воспользоваться следующей формулой:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{\text{кал}}, \quad (3)$$

где T_{ki} – продолжительность выполнения i -й работы в календарных днях;

T_{pi} – продолжительность выполнения i -й работы в рабочих днях;

$k_{\text{кал}}$ – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}}, \quad (4)$$

где $T_{\text{кал}}$ – количество календарных дней в году;

$T_{\text{вых}}$ – количество выходных дней в году;

$T_{\text{пр}}$ – количество праздничных дней в году.

Расчет трудоемкости и продолжительности работ, на примере задачи «Выбор направления исследований»:

$$t_{\text{ож } i} = \frac{3t_{\text{min } i} + 2t_{\text{max } i}}{5} = \frac{3 \cdot 3 + 2 \cdot 4}{5} = 3,4 \text{ чел. - дн.}, \quad (5)$$

$$T_{\text{р } i} = \frac{t_{\text{ож } i}}{ч_i} = \frac{3,4}{2} = 1,7 \text{ раб. дн.} \quad (6)$$

Расчет календарного коэффициента для пятидневной рабочей недели (рабочая неделя инженера):

$$k_{\text{кал.инж}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}} = \frac{365}{365 - 104 - 14} = 1,48. \quad (7)$$

Расчет календарной продолжительности выполнения работы, на примере задачи «Выбор направления исследований»:

$$T_{\text{к } i.инж} = T_{\text{р } i} \cdot k_{\text{кал.инж}} = 1,7 \cdot 1,48 = 2,516 \approx 3 \text{ кал. дн.} \quad (8)$$

Расчет календарного коэффициента для шестидневной рабочей недели (рабочая неделя руководителя):

$$k_{\text{кал.рук}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}} = \frac{365}{365 - 66 - 14} = 1,28. \quad (9)$$

Расчет календарной продолжительности выполнения работы, на примере задачи «Выбор направления исследований»:

$$T_{\text{к } i.рук} = T_{\text{р } i} \cdot k_{\text{кал.рук}} = 1,7 \cdot 1,28 = 2,176 \approx 3 \text{ кал. дн.} \quad (10)$$

Все полученные значения в календарных днях округляются до целого числа, а затем сводятся в таблицу 22.

Таблица 21 - Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Трудоёмкость работ						Длительность работ в рабочих днях T_{pi}		Длительность работ в календарных днях T_{ki}	
	t_{min} , чел-дни		t_{max} , чел-дни		$t_{ож}$, чел-дни		Руководитель	Инженер	Руководитель	Инженер
	Руководитель	Инженер	Руководитель	Инженер	Руководитель	Инженер				
Составление и утверждение темы проекта	2	-	3	-	1,4	-	2,4	-	2	-
Анализ актуальности темы	-	1	-	2	-	1,4	-	0,7	-	1
Подбор и изучение материалов по теме	-	4	-	5	-	4,4	-	2,2	-	4
Выбор направления исследований	3	3	4	4	3,4	3,4	1,7	1,7	3	3
Календарное планирование работ по теме	1	1	2	2	1,4	1,4	0,7	0,7	1	1
Изучение литературы по теме	-	6	-	7	-	6,4	-	6,4	-	10
Подбор нормативных документов	-	6	-	7	-	6,4	-	6,4	-	10
Составление технологического процесса изготовления детали «Звездочка»	-	10	-	15	-	12	-	12	-	18
Оценка эффективности полученных результатов	1	2	1,5	3	1,2	2,4	0,6	1,2	1	2
Определение целесообразности проведения ВКР	1	3	2	4	1,4	3,4	0,7	1,7	1	3
Анализ и оценка финансовой составляющей	-	5	-	8	-	6,2	-	6,2	-	10
Анализ и оценка социальной ответственности	-	5	-	8	-	6,2	-	6,2	-	10
Составление технологической документации	-	15	-	20	-	17	-	17	-	26
Составление пояснительной записки	-	5	-	6	-	5,4	-	5,4	-	8

После произведенных расчетов, представленных в таблице 22, строится диаграмма Ганта, представленная в таблице 23.

Таблица 22- Календарный план – график проведение НИР по теме

№ ра бо т	Вид работ	Исполнители	T _{кi} · ка л. дн.	Продолжительность выполнения работ														
				февр.		март			апрель			май			июнь			
				2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2		
1	Составление и утверждение темы проекта	Руководитель	2															
2	Анализ актуальности темы	Инженер	1															
3	Подбор и изучение материалов	Инженер	4															
4	Выбор направления исследований	Руководитель	3															
		Инженер	3															
5	Календарное планирование	Руководитель	1															
		Инженер	1															
6	Изучение литературы по теме	Инженер	10															
7	Подбор нормативных документов	Инженер	10															
8	Составление технологического процесса изготовления детали «Звездочка»	Инженер	18															
9	Оценка эффективности полученных результатов	Руководитель	1															
		Инженер	2															
10	Определение целесообразности и проведения ВКР	Руководитель	1															
		Инженер	3															

$$Z_m = (1 + k_T) \cdot \sum_{i=1}^m C_i \cdot N_{расxi} , \quad (11)$$

где m – количество видов материальных ресурсов, потребляемых при выполнении научного исследования;

$N_{расxi}$ – количество материальных ресурсов i -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования (шт., кг, м, м² и т.д.);

C_i – цена приобретения единицы i -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./шт., руб./кг, руб./м, руб./м² и т.д.);

k_T – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы.

Таблица 24 - Материальные затраты

Наименование	Цена за ед., руб.	Количество, ед.	Суммарная стоимость, руб.
Бумага	200	2	400
Картридж для принтера	1000	1	1000
Интернет	350	4	1400
Лицензия КОМПАС-3D НОМЕ (1год)	1500	1	1500
Лицензия FEATURECAM (1 год)	15000	1	15000
Всего за материалы, руб.			19300
Транспортно-заготовительные расходы, руб.			4825
Итого по статье, руб.			24125

2.3.2 Расчет затрат на специальное оборудование для НТИ

В работе приведены расходы, на станки, которые используются при изготовлении детали, в реальности данное оборудование не закупалось для этого проекта.

Расчёт амортизации производится на находящееся в использовании оборудование. В итоговую стоимость проекта входят отчисления на амортизацию за время использования оборудования в статье накладных расходов.

Таблица 25- Расчет бюджета затрат на приобретение спецоборудования для научных работ

№ п/п	Наименование оборудования	Кол-во единиц оборудования	Цена единицы оборудования, руб.	Общая стоимость оборудования, руб.
	Исп.1	Исп.1	Исп.1	Исп.1
1	Вертикальный токарный центр LV500R/L	1	5 000 000	5 000 000
2	Долбежный станок по металлу S315TGI	1	1 200 000	1 200 000
3	Шлифовочный станок 3K228A	1	3 500 000	3 500 000
4	Ванна промывочная ВП-6.8.10/0,7	1	20000	20000
Итого:				9 720 000

Расчет амортизации проводится следующим образом:

Норма амортизации:

$$H_A = \frac{1}{n}, \quad (12)$$

где n – срок полезного использования в количестве лет.

Амортизация:

$$A = \frac{H_A I}{12} \cdot m, \quad (13)$$

где I – итоговая сумма, тыс. руб.; m – время использования, мес.

Рассчитаем амортизацию для ленточнопильного станка, с учётом, что срок полезного использования 10 лет:

$$H_A = \frac{1}{n} = \frac{1}{10} = 0,1. \quad (14)$$

Общую сумму амортизационных отчислений находим следующим образом:

Вертикальный центр:

$$A = \frac{N_A \cdot I}{12} \cdot m = \frac{0,14 \cdot 5000000}{12} \cdot 4 = 58333,3. \quad (15)$$

Долбежный станок:

$$A = \frac{N_A \cdot I}{12} \cdot m = \frac{0,14 \cdot 1200000}{12} \cdot 4 = 14000. \quad (16)$$

Шлифовочный станок :

$$A = \frac{N_A \cdot I}{12} \cdot m = \frac{0,067 \cdot 3500000}{12} \cdot 4 = 19541,6. \quad (17)$$

Ванна промывочная:

$$A = \frac{N_A \cdot I}{12} \cdot m = \frac{0,1 \cdot 20000}{12} \cdot 4 = 166,6. \quad (18)$$

Суммарные затраты амортизационных отчислений:

$$A = 58333,3 + 14000 + 19541,6 + 166,6 = 92041 \quad (19)$$

2.3.4 Основная и дополнительная заработная плата исполнителей

Исходными нормативами заработной платы данных категорий работающих является оклад, определяющий уровень месячной заработной платы в зависимости от объема и ответственности работ.

Величина расходов на заработную плату определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы окладов и тарифных ставок.

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_m = Z_{tc} \cdot (1 + k_{пр} + k_d) \cdot k_p \quad (20)$$

где Z_{tc} – заработная плата по тарифной ставке, руб.;

$k_{пр}$ – премиальный коэффициент, равный 0,3 (т.е. 30% от Z_{tc});

k_d – коэффициент доплат и надбавок составляет примерно 0,2 – 0,5;

k_p – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

Расчет дополнительной заработной платы ведется по следующей формуле:

$$Z_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot Z_{\text{осн}}, \quad (21)$$

где $k_{\text{доп}}$ – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимается равным 0,12 – 0,15).

Расчет полной заработной платы осуществляется следующим образом:

$$Z_{\text{зп}} = Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}, \quad (22)$$

где $Z_{\text{осн}}$ — основная заработная плата; $Z_{\text{доп}}$ — дополнительная заработная плата (12-15 % от $Z_{\text{осн}}$).

Основная заработная плата ($Z_{\text{осн}}$) исполнителя рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} \cdot T_p, \quad (23)$$

где $Z_{\text{осн}}$ — основная заработная плата одного работника;

T_p — продолжительность работ, выполняемых работником, раб. д.

$Z_{\text{дн}}$ — среднедневная заработная плата работника, руб.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_m \cdot M}{F_d} \quad (24)$$

где Z_m – месячный должностной оклад работника, руб.;

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

при отпуске в 24 раб. дня $M = 11,2$ месяца, 5-дневная неделя;

при отпуске в 48 раб. дней $M = 10,4$ месяца, 6-дневная неделя; (таблица 27)

F_d – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн(

Таблица 26 – Баланс рабочего времени

Показатель рабочего времени	Руководитель	Инженер
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней		
- выходные дни	52	52
- праздничные дни	12	12

Потери рабочего времени		
- отпуск	24	24
- невыходы по болезни	-	-
Действительный годовой фонд рабочего времени	253	253

Таблица 27 – Расчет основной заработной платы

Исполнители НИ	$Z_{мс}, руб$	k_{np}	k_{∂}	k_p	$Z_m, руб$	$Z_{он}, руб$	$T_p, раб.дн.$	$Z_{осн}, руб$
Руководитель	26300	0,3	0,2	1,3	51285	2147,3	6,2	13313,6
Инженер	17000	0,3	0,2	1,3	33150	1743,1	78,8	137356,28
Итого:								150669,88

Дополнительная заработная плата составляет 15% основной заработной платы -22600,48 руб.

2.3.5 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)
Общая ставка взносов составляет в 2020 году – 30% (ст. 425, 426 НК РФ):

- 22 % – на пенсионное страхование;
- 5,1 % – на медицинское страхование;
- 2,9 % – на социальное страхование.

2.3.6 Накладные расходы

Накладные расходы включают в себя следующие расходы: печать ксерокопирование материалов исследования, оплата услуг связи и т.д. Величина накладных расходов определяется как среднее от суммы затрат на НИИ умноженное на коэффициент k_{np} , учитывающий накладные расходы и равный 0.16:

$$Z_{накл} = (\text{сумма статей } 1 \div 5) \cdot k_{np}$$

2.3.7 Бюджетная стоимость

На основании полученных данных по отдельным статьям затрат составляется бюджет НИ.

Таблица 28 – Группировка затрат по статьям

Статьи							
Сырье, материалы	Амортизация	Основная заработная плата	Дополнительная заработная плата	Отчисления на социальные нужды	Итого без накладных расходов	Накладные расходы	Итого бюджетная стоимость
24125	92041	150669,8	22600,48	51981.11	374750,77	59960,12	309336,6
		8					

2.4 Определение ресурсоэффективности исследования

Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования. Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности проводился в форме таблицы.

Интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}}, \quad (25)$$

где $I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i}$ – интегральный финансовый показатель разработки;

Φ_{pi} – стоимость i -го варианта исполнения;

Φ_{max} – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта (в т.ч. аналоги).

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}1} = \frac{\Phi_{p1}}{\Phi_{\text{max}}} = \frac{434710,89}{1500000} = 0,29; \quad (26)$$

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}2} = \frac{\Phi_{p2}}{\Phi_{\text{max}}} = \frac{1500000}{1500000} = 1; \quad (27)$$

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}3} = \frac{\Phi_{p3}}{\Phi_{\text{max}}} = \frac{850000}{1500000} = 0,57. \quad (28)$$

Полученная величина интегрального финансового показателя разработки отражает соответствующее численное увеличение бюджета затрат разработки в разгах (значение больше единицы), либо соответствующее численное

удешевление стоимости разработки в разгах (значение меньше единицы, но больше нуля).

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения объекта исследования можно определить следующим образом:

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i, \quad (29)$$

где I_{pi} – интегральный показатель ресурсоэффективности для i -го варианта исполнения разработки;

a_i – весовой коэффициент i -го варианта исполнения разработки;

b_i^a, b_i^p – бальная оценка i -го варианта исполнения разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

n – число параметров сравнения.

Расставляем бальные оценки и весовые коэффициенты в соответствии с приоритетом характеристик проекта, рассчитываем конечный интегральный показатель и сводим полученные результаты в таблицу 30.

Таблица 29 – Сравнительная оценка характеристик проекта

Критерии \ Объект исследования	Весовой коэффициент параметра	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1. Производительность	0,3	5	5	4
2. Качество исполнения	0,15	4	5	4
3. Сложность исполнения	0,1	5	4	3
4. Энергосбережение	0,05	5	3	3
5. Надежность	0,2	5	4	4
6. Материалоемкость	0,2	4	4	4
ИТОГО	1	4,65	4,4	3,85

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности:

$$I_{p1} = 5 \cdot 0,3 + 4 \cdot 0,15 + 5 \cdot 0,1 + 5 \cdot 0,05 + 5 \cdot 0,2 + 4 \cdot 0,2 = 4,65 \quad (30)$$

$$I_{p2} = 5 \cdot 0,3 + 5 \cdot 0,15 + 4 \cdot 0,1 + 3 \cdot 0,05 + 4 \cdot 0,2 + 4 \cdot 0,2 = 4,4 \quad (31)$$

$$I_{p3} = 4 \cdot 0,3 + 4 \cdot 0,15 + 3 \cdot 0,1 + 3 \cdot 0,05 + 4 \cdot 0,2 + 4 \cdot 0,2 = 3,85 \quad (32)$$

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{исп.1} = \frac{I_{р-исп1}}{I_{финр}}, \quad (33)$$

$$I_{исп.1} = \frac{4,65}{0,41} = 11,34; \quad (34)$$

$$I_{исп.2} = \frac{4,4}{1} = 4,4; \quad (35)$$

$$I_{исп.3} = \frac{3,85}{0,57} = 6,75. \quad (36)$$

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки позволит определить сравнительную эффективность проекта. Сравнительная эффективность проекта ($\mathcal{E}_{ср}$):

$$\mathcal{E}_{ср} = \frac{I_{исп.2}}{I_{исп.1}} = \frac{4,4}{11,34} = 0,39. \quad (37)$$

Таблица 30 – Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,41	1	0,57
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,65	4,4	3,85
3	Интегральный показатель эффективности	11,34	4,4	6,75
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1	0,39	0,59

Сравнительный анализ интегральных показателей эффективности показывает, что предпочтительным является первый вариант исполнения, так как данный вариант исполнения является наиболее экономичным и ресурсоэффективным.

Таким образом, в результате проведенных исследований, установлено, что разработанный технологический процесс изготовления детали «Звездочка»

экономичен, энергоэффективен, характеризуется низкой материалоемкостью, высокой производительностью труда, поэтому данный научно-исследовательский проект является конкурентоспособным. Также можно сказать, что задачи, поставленные в данном разделе выпускной квалификационной работы, решены в полном объеме. А именно:

1) была выявлена конкурентоспособность мелкосерийного производства изготовления детали;

2) проведен SWOT-анализ, в котором рассматриваются все сильные и слабые стороны проекта, а также возможности и угрозы, связанные с проектом;

3) был распланирован график НИР, по которому руководителю отводится 8 календарных дней, инженеру 106 рабочих дней;

4) при планировании комплекса работ по проекту была построена диаграмма Ганта, которая позволяет координировать работу исполнителей в ходе выполнения исследования;

5) рассчитан бюджет проектирования, позволяющий оценить затраты на реализацию проекта, которые составляют 309336,59 рублей,

6) значение интегрального финансового показателя ИР составляет 0,29, что является показателем того, что ИР является финансово выгодной по сравнению с аналогами,

7) значение интегрального показателя ресурсоэффективности ИР составляет 4,65 по сравнению с 4,4 и 3,85.

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

Группа	ФИО
4А6А	Герасимов Владислав Юрьевич

Школа	ИШНПТ	Отделение (НОЦ)	Материаловедение
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	15.03.01 «Машиностроение»

Тема ВКР:

Технологическая подготовка производства изготовления детали "Звездочка правая " на станках с ЧПУ	
Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	В качестве объекта исследования выступает производственный технологический процесс детали типа «Звездочка». При разработке в основном используется металлообрабатывающие станки, которые неблагоприятно влияют на здоровье и несут за собой ряд опасных факторов.
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. 	Правовое обеспечение и организационные мероприятия согласно ГОСТ 12.4.299-2015 и ТК РФ от 30.12.2001 N 197-ФЗ: режим рабочего времени, отдыха, технического перерыва. Законодательные и нормативные документы по теме: СанПиН 2.2.4.548-96 СанПиН 2.2.4.3359-16 СН 2.2.4/2.1.8.566-96 СП 52.13330.2016-СНиП 23-05-95* ГОСТ 12.1.038-82
2. Производственная безопасность: 2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов	Вредные факторы: шум, вибрация, плохое освещение, вредные вещества.

2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия	Опасные факторы: Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхности заготовок, инструментов и оборудования, повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкании которой может произойти через тело человека.
3. Экологическая безопасность:	Процесс разработке технологического процесса «Звездочки» сопровождается выделением паров вредных веществ. В целях охраны окружающей среды от загрязнений должны использоваться системы и устройства очистки промышленных выбросов. Должен быть установлен контроль за соблюдением выбросов в атмосферу в соответствии с ГОСТ 17.2.3.02-78. Утилизация ТБО, оргтехники, люминесцентных ламп выполняется в соответствии с: ГОСТ Р 57701-2017, ГОСТ Р 55102-2012,ГОСТ Р 52105-2003.
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	Наиболее актуальная ЧС – возникновение пожара; Рассмотреть профилактические мероприятия, требования к безопасности и меры по ликвидации последствий ЧС: - использование огнетушителей, силовых щитов для возможности мгновенного обесточивания

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	13.04.2020
--	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Черемискина Мария Сергеевна			13.04.2020

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4А6А	Герасимов Владислав Юрьевич		13.04.2020

3 Социальная ответственность

Данная бакалаврская работа посвящена разработке технологического процесса изготовления детали «Звездочки».

Целью данного раздела является выполнение и предусмотрение ряда мероприятий и средств, обеспечивающих безопасность, сохранение здоровья и работоспособности исследователя, т.к. возможно воздействие электрического тока, вредных веществ, повышенных умственной и нервно-психологической нагрузок и других факторов.

В разделах по производственной и экологической безопасности проведен анализ вредных и опасных факторов труда, рассмотрены вопросы электробезопасности, охраны окружающей среды и чрезвычайные ситуации применительно к данной ВКР. Так как работа сопряжена с большой умственной и нервно-психологической нагрузкой, особое внимание уделено освещению в помещении, от которого зависит сохранность зрения, состояние центральной нервной системы и безопасность работы.

3.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

3.1.1 Специальные (характерные для рабочей зоны станочника) правовые нормы трудового законодательства

Согласно ТК РФ, N 197-ФЗ каждый работник обладает правом на:

- рабочее место, соответствующее требованиям охраны труда;
- обязательное социальное страхование от несчастных случаев на производстве;
- обеспечение средствами индивидуальной и коллективной защиты в соответствии с требованиями охраны труда за счет средств работодателя;
- внеочередной медицинский осмотр в соответствии с медицинскими рекомендациями с сохранением за ним места работы (должности) и среднего заработка во время прохождения указанного медицинского осмотра;
- гарантии и компенсации, установленные в соответствии с настоящим Кодексом, коллективным договором, соглашением, локальным нормативным

актом, трудовым договором, если он занят на работах с вредными и (или) опасными условиями труда.

- повышенные или дополнительные гарантии и компенсации за работу на работах с вредными и (или) опасными условиями труда могут устанавливаться коллективным договором, локальным нормативным актом с учетом финансово-экономического положения работодателя.

Основным объектом в производственных условиях является рабочее место, представляющее собой в общем случае пространство, в котором может находиться человек при выполнении производственного процесса.

3.1.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны исследователя

Энергоснабжение предприятия осуществляется от трехфазной сети 380/220 В с глухо заземлённой нейтралью, переменного тока частотой 50 Гц. Электрооборудование, используемое на предприятии согласно ПУЭ относится к установкам напряжением до 1000 В. Условия, создающие особую опасность (особая сырость, химически активная или органическая среда, токопроводящая пыль и др.) в данном помещении отсутствуют. Поэтому по степени опасности поражения электрическим током помещение предприятия относится к классу помещений без повышенной опасности, т.к. отсутствует возможность одновременного прикосновения человека к заземленным металлическим поверхностям и корпусу оборудования.

Рабочая зона - это часть пространства, в котором осуществляет основная трудовая деятельность, и проводится большая часть рабочего времени.

При взаимном расположении элементов рабочего места необходимо учитывать:

- рабочую позу оператора;
- пространство для размещения оператора;
- возможность обзора элементов рабочего места;
- возможность обзора пространства за пределами рабочего места;

- возможность ведения записей, размещения документации и материалов, используемых оператором.

3.2 Производственная безопасность

В процессе проведения исследований необходимо предусмотреть ряд мероприятий и средств, обеспечивающих безопасность, сохранения здоровья и работоспособности исследователя, т.к. возможно воздействие электрического тока, высоких температур, вредных веществ, повышенных умственной и нервно-психологической нагрузок и других факторов.

Для идентификации потенциальных факторов использован ГОСТ 12.0.003-2015 «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация». Перечень опасных и вредных факторов при работе с генератором мощных импульсов тока и различными электроустановками представлен в таблице 32

Таблица 31 – Опасные и вредные факторы при изготовлении детали «Звездочка»

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Этапы работ			Нормативные документы
	Проведение испытания	Обработка данных	Анализ результатов	
1. Отклонение показателей микроклимата	+	+	+	СанПиН 2.2.4.548-96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений
2. Повышение уровня шума	+	-	-	СанПиН 2.2.4.3359-16 Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах
3. Вибрации	+	-	-	СН 2.2.4/2.1.8.566-96 Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий. Санитарные нормы
4. Недостаточная освещенность рабочей зоны	+	-	-	Требования к освещению устанавливаются СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*

5. Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека	+	-	-	ГОСТ 12.1.038-82 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов (с Изменением N 1)
---	---	---	---	--

3.3 Анализ опасных и вредных производственных факторов

3.3.1 Микроклимат

В соответствии с СанПиН 2.2.4.548–96 в помещении должен быть организован воздухообмен. Это осуществляется с помощью вентиляции.

Для улучшения воздухообмена в помещении необходимо выполнить следующие технические и санитарно-гигиенические требования: общий объем притока воздуха в помещении должен соответствовать объему вытяжки; правильное размещение приточной и вытяжной вентиляции.

Процесс электропластической деформации относится к категории Па, работы с интенсивностью энерготрат 151 - 200 ккал/ч, связанной с постоянной ходьбой, перемещением мелких (до 1 кг) изделий или предметов в положении стоя или сидя и требующее определенного физического напряжения.

Температура в рабочей зоне поддерживается отоплением в холодный период года и вентиляцией в теплый период.

Значения перечисленных параметров непосредственно к проектируемому участку приведены в таблице 33.

Таблица 32 – Допустимые и оптимальные нормы температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в рабочей зоне помещения цеха

Период года	Температура, °С		Относительная влажность, %		Скорость воздуха, м/с	
	оптим.	допуст.	оптим.	допуст.	оптим.	допуст.
Холодный	18-20	17-23	40-60	не более 75	не более 0,2	не более 0,3

Тёплый	21-23	18-27	40-60	не более 55 при 28°C 60 при 27°C 65 при 26°C 70 при 25°C 75 при 24°C	не более 0,3	0,2-0,4
--------	-------	-------	-------	---	-----------------	---------

3.3.2 Превышение уровня шума

В данной работе шум возникает при использовании операционных станков и при воздействии внешних факторов.

Уровни шума не должны превышать значений установленных в соответствии с санитарными нормами СН 2.2.4/2.1.8.562- 96. По ГОСТ 12.1.003–83 нормируются параметры шума и для работы в цехе этот показатель равен 80 дБА.

Шум неблагоприятно воздействует на организм человека, вызывает психические и физиологические нарушения, снижение слуха, работоспособности, создают предпосылки для общих и профессиональных заболеваний и производственного травматизма, а также происходит ослабление памяти, внимания, нарушение артериального давления и ритма сердца.

Меры по борьбе с шумами: правильная организация труда и отдыха; снижение и ослабление шума; применение звукопоглощающих преград; применение глушителей шума; применение средств индивидуальной защиты от шума (наушники, беруши).

3.3.3 Вибрации

В данной работе вибрация возникает при использовании операционных станков и при воздействии внешних факторов.

Вибрации могут быть причиной расстройства сердечно-сосудистой и нервной системы, а так же опорно-двигательной системы человека.

Требования СН 2.2.4/2.1.8.566-96 устанавливают предельно допустимый уровень (ПДУ) вибрации. Это уровень фактора, который при ежедневной (кроме

выходных дней) работе, но не более 40 часов в неделю в течение всего рабочего стажа, не должен вызывать заболеваний или отклонений в состоянии здоровья, обнаруживаемых современными методами исследований в процессе работы или в отдаленные сроки жизни настоящего и последующих поколений.

Нормирование технологической вибрации как общей, так и локальной производится в зависимости от её направления в каждой октавной полосе (1,6 – 1000 Гц) со среднеквадратическими виброскоростями $(1,4 - 0,28)10 - 2$ м/с, и логарифмическими уравнениями виброскорости (115 – 109 дБ), а также виброускорением $(85 - 0,1 \text{ м/с}^2)$. Нормирование общей технологической вибрации производится также в 1/3 октавных полосах частот (1,6 – 80 Гц). Шлифовальный станок, применяемый в данном исследовании, спроектирован с требуемой виброзащитой и виброизоляцией.

3.3.4 Недостаточная освещенность рабочей зоны.

Работа инженера имеет третий разряд точности и при выполнении работ происходит большая нагрузка на органы зрения человека. Для обеспечения оптимального сочетания местного и общего освещения рабочей зоны необходимо соблюдение норм СНиП 23-05-95*. Данные нормы предписывают регулярную чистку стёкол световых проёмов не реже 2 раз в год. Рекомендуется максимально продолжительно использовать естественное освещение, поскольку солнечный свет оказывает благоприятное воздействие на организм человека.

Нормой СНиП 23-05-95* для данного вида работ установлено требование к освещенности рабочего места 200лк общей освещённости и 300лк комбинированного освещения.

В цехе используют искусственное и естественное освещение, поскольку работа в основном зрительная, то естественного освещения не достаточно, особенно в темное время суток.

3.3.5 Электробезопасность

Основными причинами воздействия тока на человека являются: случайные проникновения или приближение на опасное расстояние к токоведущим частям;

появление напряжения на металлических частях оборудования в результате повреждения изоляции.

Поражающее действие электрического тока зависит от значения и длительности протекания тока через тело человека, рода и частоты тока, места протекания тока, индивидуальных свойств человека. Наиболее опасным для человека является переменный ток с частотой 20 – 100 Гц. Опасной величиной тока является ток, равный 0,001 А, а смертельный 0,1 А. Также исход электропоражения зависит от состояния внешней среды. Могут быть следующие виды воздействий:

- термическое (ожог);
- электрическое;
- механическое (электрометаллизация);
- биологическое (паралич мышц, электрический удар).

Согласно ГОСТ 12.1.038 – 82 устанавливаются предельно допустимые уровни (ПДУ) напряжений и токов. Мероприятия по защите от поражения электрическим током – защитное заземление. Принцип действия защитного заземления: человек должен стоять внутри контура заземления и при попадании фазного напряжения на заземленный корпус прибора, под фазным напряжением окажется как корпус прибора, так и участок земли, на которой стоит человек. При прикосновении человека с прибором между его рукой и ногами не будет возникать разницы потенциалов, и ток через человека не потечет. Данное помещение относится к помещениям без повышенной опасности.

3.4 Обоснование мероприятий по защите от действия опасных и вредных факторов.

В качестве мероприятий по снижению опасных и вредных факторов при производстве детали «Звездочка» предлагается использовать:

1) Ограждение опасных зон: движущихся частей станков и механизмов, режущих инструментов, обрабатываемого материала, токоведущих частей электрооборудования, зоны выделения стружки;

2) Применение предохранительных устройств: от перегрузки станка, от перехода движущихся узлов за установленные пределы, от внезапного падения или повышения напряжения электрического тока;

3) Использование системы дистанционного управления: управление станком осуществляется с помощью стойки ЧПУ, которая включает в себя клавиатуру для ввода команд и дисплей. Стойка ЧПУ расположена вне опасной зоны станка;

4) Использование сигнализации безопасности: цветовой и знаковой. Отключающие устройства станка, в том числе аварийные, окрашены в красный сигнальный цвет согласно. При нарушении технологического процесса на станке предусмотрены сигнальные лампы, окрашенные в красный цвет. Открытые и не полностью закрытые движущиеся части оборудования окрашены в желтый цвет. На шкафах с электрооборудованием станка нанесен знак «Осторожно! Электрическое напряжение»;

5) Применение расстояния и габаритных размеров безопасности: габаритные размеры рабочих мест, безопасные расстояния между станками и элементами производственного помещения, габаритные размеры, габаритные размеры подвеса электрических проводов;

6) Использование средств индивидуальной защиты: очки, спец. одежда, головные уборы, специальная обувь.)

7) Применение профилактических испытаний станка и его узлов: на механическую прочность, на электрическую проводимость, на надёжность срабатывания предохранительных устройств-блокировок;

8) Использование и применение специальных средств обеспечения безопасности: защитное контурное заземление $R_3 \leq 4$ Ом, средства дробления сливной стружки в процессе резания, искусственное освещение станков, ограничители шума УЗД=97дБА, ПДУ=80дБА и вибрации $f=18$ Гц, ПДУ=92дБ, манипуляторы с программным управлением;

9) Необходимой мерой безопасности является освещение в соответствии с требованиями норм и правил СНиП 23-05-95 для общего освещения

производственных помещений механических цехов рекомендуется применять общее и местное освещение. Величина минимальной освещенности должна составлять 400 лк согласно СНиП II – 4 – 95. В нашем случае освещенность цеха комбинированная – сочетание общего освещения с местным источником света на рабочем месте. При устройстве освещения следует помнить, что оно нормируется и по показателям яркости рабочей поверхности. Поверхности, отражающие свет, не должны производить слепящего действия на человека. Наиболее благоприятно для человека естественное освещение.

3.5 Экологическая безопасность

В процессе разработке технологического процесса не исключается попадание в атмосферу, гидросферу и литосферу вредных веществ. Это может проявляться в выделении в атмосферу вредных паров, а также сливе вредных веществ в канализацию, захоронении или сжигании с последующим отравлением гидросферы и литосферы. Однако в целях снижения вредного воздействия данного источника загрязнения на окружающую среду необходимо рационально использовать материалы, электроэнергию и по возможности заменить вредные технологические процессы на более экологичные. Так, на участке механической обработки в процессе работы образуются такие вещества как пыль, и аэрозоли. Для их удаления применяют вытяжную вентиляцию, для снижения выбросов этих веществ в атмосферу применяют фильтры.

Неуклонный рост поступлений токсичных веществ в окружающую среду, прежде всего, отражается на здоровье населения, ухудшает качество продукции сельского хозяйства, снижает урожайность, преждевременно ухудшает жилища, металлоконструкции промышленных и гражданских сооружений, оказывает влияние на климат отдельных регионов и состояния озонового слоя Земли, приводит к гибели флоры и фауны.

В процессе разработки технологического процесса образуются твёрдые бытовые отходы в виде металлической стружки, перчаток, бумаги и т.д. Грамотная переработка твердых бытовых отходов начинается с разделения мусора еще на стадии сборки. На текущий момент существуют разные технологии

для переработки ТБО, наиболее популярны: захоронение на полигоне, компостирование, низкотемпературный и высокотемпературный пиролиз. Утилизация ТБО происходит в соответствии с ГОСТ Р 57701-2017. В Томске утилизацией ТБО занимается АО "ПОЛИГОН".

Цех являющаяся рабочей зоной, оснащен оргтехникой, люминесцентными лампами, которые в дальнейшем следует утилизировать с учётом их специфики. Утилизация оргтехники происходит в соответствии с ГОСТ Р 55102-2012. «Утилизирующая компания Сибирь» проводит профессиональную утилизацию в Томске всевозможных видов и типов оборудования, техники, электроники. Утилизация люминесцентных ламп проводится в соответствии с ГОСТ Р 52105-2003. В Томске демеркуризацией и утилизацией ртутных отходов занимается научно-производственное предприятие «ЭКТОМ».

Защита окружающей среды - это комплексная проблема, требующая усилия учёных многих специальностей. Наиболее активной формой защиты окружающей среды от вредного воздействия выбросов промышленных предприятий, является полный переход к безотходным и малоотходным технологиям и производствам. Это требует решения целого комплекса сложных технологических и конструктивных задач, основанных на исследовании новейших научно-технологических достижений.

3.6 Безопасность при чрезвычайных ситуациях

К возможным ситуациям техногенного характера может быть выделено возгорание в цехе/производственном участке при несоблюдении предписанных норм пожарной безопасности или же вследствие короткого замыкания или проблем с токопроводящим оборудованием.

Поэтому следует в качестве профилактических мероприятий на участке используются: правильная эксплуатация машин, правильное содержание территории, противопожарный инструктаж рабочих и служащих;

- соблюдение противопожарных правил, норм при устройстве

оборудования, отопления, освещения, правильное размещение оборудования;

- запрещение курения в неустановленных местах, проведения сварочных и других огневых работ в пожароопасных помещениях;

- своевременные профилактические осмотры, ремонты и испытания технологического оборудования.

- применение автоматических средств обнаружения пожаров;

- повышение огнестойкости зданий и сооружений путём облицовки или оштукатуривания металлических конструкций;

- в доступном месте должны висеть инструкции по действиям при пожаре с указанием последовательности действий, а также планов эвакуации с телефонами спецслужб, куда стоит сообщить о возникновении чрезвычайной ситуации;

- обязательно наличие звуковой пожарной сигнализации. Система пожарной сигнализации включается в общезаводскую/общецеховую систему пожарных извещателей кольцевого типа. Оповещение рабочих происходит через местную связь (радиосвязь).

Для обеспечения тушения пожара в начальной стадии его возникновения используется система пожарных водопроводов и аппараты пожаротушения (смонтированные в зданиях стационарные установки, предназначенные для тушения пожара без участия людей, и огнетушители - пенные ОХВП-10 и углекислотные ОУ-2 по одному на каждые 700 м² площади, ящики с песком 1-ин на 500м² площади). Для обеспечения безопасности людей при пожарах в производственных помещениях предусматриваются пути эвакуации и устройства для удаления из помещений дыма (дымовые люки и т. п.)

В качестве примера плана эвакуации при пожаре был выбран план эвакуации завода.



Рисунок 7- План эвакуации

Таким образом, в данном разделе были изучены правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности. А также была рассмотрена безопасность в чрезвычайных ситуациях, производственная и экологическая безопасность. Перечисленные факторы могут оказывать влияние на здоровье человека, на окружающую среду, а также приводить к аварийным и опасным ситуациям. Исходя из анализа пунктов раздела «Социальная ответственность» следует: рабочее место соответствует нормам; требования к показателям микроклимата, освещенности, уровня шума и вибраций соблюдены, они находятся в пределах допустимых значений; по ходу проведения эксперимента, осуществляются меры, необходимые для устранения опасных факторов; проводятся организационные и технические мероприятия по предотвращению ЧС.

Заключение

В ходе проделанной работы был разработан технологический процесс изготовления детали Звездочка в условиях мелкосерийного производства. На первом этапе разработки был произведен анализ технологичности конструкции детали, при помощи встроенного приложения АРМ FEM, в программном обеспечении КОМПАС-3В v18.1, а также был разработан технологический маршрут и выбран способ получения заготовки. На этапе проектирования технологических операций были рассчитаны минимальные припуски на механическую обработку, произведен выбор средств технологического оснащения и измерения, в связи с технологической необходимостью. В процессе разработки были рассчитаны режимы резания, учитывающие возможности выбранного технологического оборудования и материала заготовки.

В экономическом разделе в результате проведенных исследований, установлено, что разработанный технологический процесс изготовления детали «Звездочка» экономичен, энергоэффективен, характеризуется низкой материалоемкостью, высокой производительностью труда, поэтому данный научно-исследовательский проект является конкурентоспособным. Также можно сказать, что задачи, поставленные в данном разделе выпускной квалификационной работы, решены в полном объеме.

В разделе социальной ответственности были изучены правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности. А также была рассмотрена безопасность в чрезвычайных ситуациях, производственная и экологическая безопасность. Исходя из анализа пунктов раздела «Социальная ответственность» следует: рабочее место соответствует нормам; требования к показателям микроклимата, освещенности, уровня шума и вибраций соблюдены.

Список используемых источников и литературы

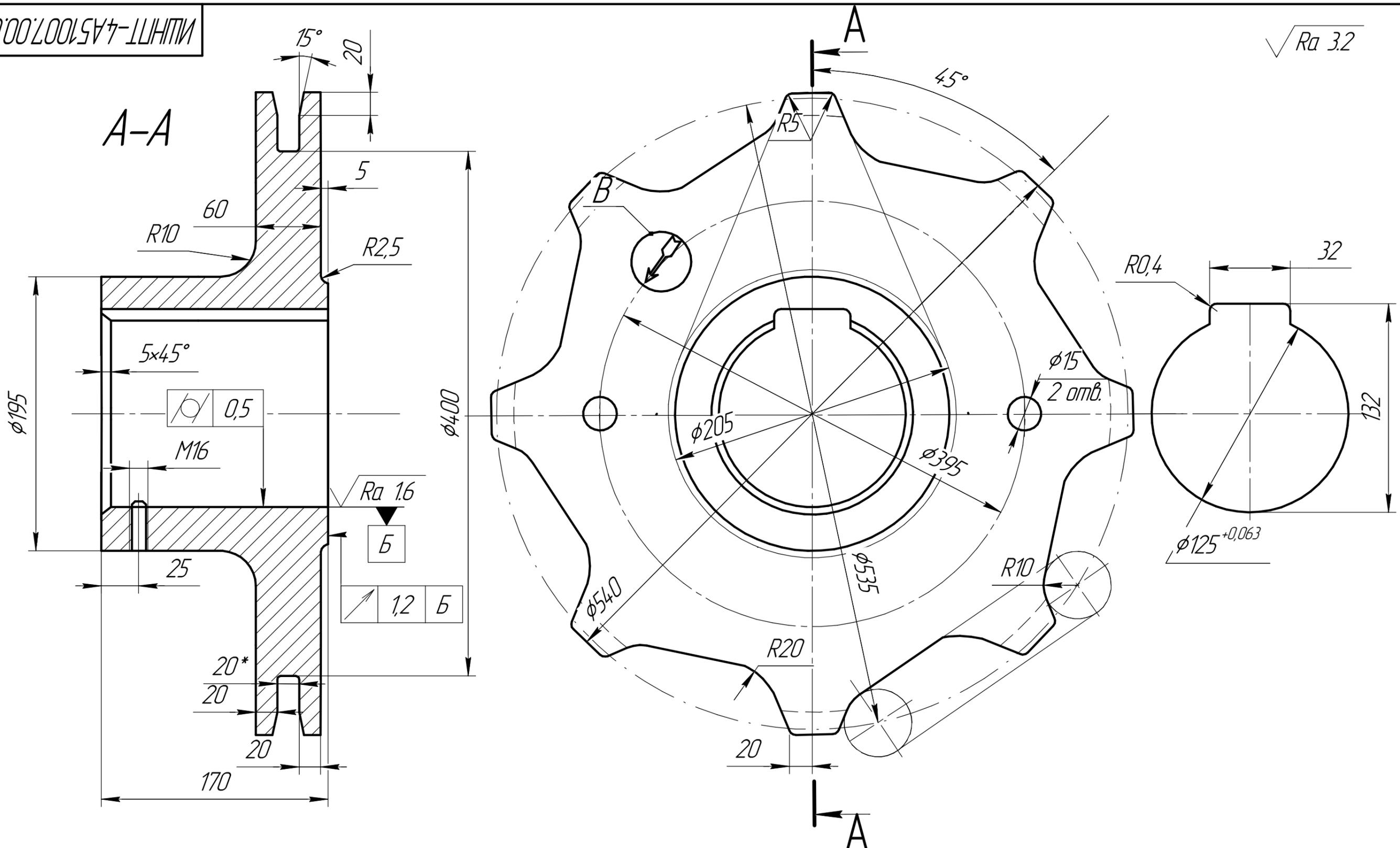
1. Основы технологии машиностроения: учебное пособие / В.Ф. Скворцов; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2012. -352 с.
2. Обеспечение эксплуатационных свойств деталей: Научная статья по специальности «Машиностроение». Автор: Дудников И.А. 2011г. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://cyberleninka.ru/article/n/obespechenie-ekspluatatsionnyh-svoystv-detaley-opredelyayuschih-nadyozhnost-selskohozyaystvennyh-mashin>
3. Методические указания по курсовому проектированию для студентов среднего профессионального образования по специальности 15.02.08 «Технология машиностроения» (электронный ресурс) Владимир 2016
4. Лукин Л.Л. Выбор способа литья и проектирование отливок: Методическое и справочное пособие к выполнению практических занятий. - Изд. 3-е, дополн. Ижевск: Изд-во ИжГТУ. - 2003. - 64 с.
5. Припуски на механическую обработку https://portal.tpu.ru/SHARED/k/KOVN/academic/Tab3/7_raschet_pripuskov_VN_rusPDF.pdf
6. Справочник инструментальщика / И.А. Ориднарцев – Л.: Машиностроение. Ленингр. отделение, 1987. – 846 с.
7. Обработка металлов резанием: Справочник технолога / А.А. Панов, В.В. Аникин, Н.Г. Бойм и др.; Под общ. ред. А.А. Панова. – М.: Машиностроение, 1988. -736 с.
8. Справочник технолога-машиностроителя: В 2-х т./под ред. А. М. Дальского, А. Г. Косиловой, Р. К. Меерякова, А. Г. Сулова. – М.: Машиностроение, 2001. – Т. 1. – 914 с.
9. Расчет режимов резания. Учебное пособие / Безъязычный В.Ф., Аверьянов И.Н., Кордюков А.В. – Рыбинск: РГАТА, 2009. – 185 с.

10. Техническое нормирование операций механической обработки деталей: Учебное пособие. Компьютерная версия. – 2-е изд., перер. /И.М. Морозов, И.И. Гузеев, С.А.Фадюшин. – Челябинск: Изд. ЮУрГУ, 2005. – 65 с.
11. Сайт подбора вакансий [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://russia.trud.com/>
12. Металлорежущие станки: учебное пособие / А.М. Гуртяков. – 3-е изд., перераб. и доп. – Томск, 2009. – 350 с.
13. Групповая технология машиностроительного производства. В 2-х т. Т. 2. Проектирование и использование технологической оснастки металлорежущих станков. – 3-е изд., перераб. и доп. – Л.: Машиностроение, Ленингр. отд-ние, 1983. – 376 с., ил.
14. Ансеров М.А. Приспособления для металлорежущих станков. Л., Машиностроение, 1975.
15. Балабанов А.М. Краткий справочник технолога машиностроителя / А.М. Балабанов – М.: Издательство стандартов, 1922. – 461 с.
16. Каталог высокоточного инструмента (ТИЗ) / (обновлен 02.04.2018) [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://www.tiz.ru/catalogues/katalog_vysokotoch.pdf
17. Каталог инструмента общепромышленного назначения (ТИЗ) / (обновлен 02.04.2018) [Электронный ресурс] – http://www.tiz.ru/catalogues/katalog_opn.pdf
18. ППБ 01-03. Правила пожарной безопасности в Российской Федерации. – М.: ФГУ ВНИИПО МЧС России, 2003. – 111 с.
19. Ефремова О.С. : Опасные и вредные производственные факторы и средства защиты работающих от них. Альфа-Пресс, 2005 г.-296с
20. П. А. Долина. Техника безопасности в электроэнергетических установках: справочное пособие. «Энергоатомиздат». Москва 1987. – 400 с.
21. Е.А. Алябышева, Е.В. Сарабаева и др. Промышленная экология: – ГОУ ВПО «Марийский государственный университет». Йошкар-Ола 2010. – 110 с.

Приложение А. Комплект документов

ИШНПТ-4А51007.00.00.01

$\sqrt{Ra\ 3.2}$



*Размеры для справок
 1. На ободке звездочки нанести стрелку, показывающую направление вращения выноски вид В
 $2.H14, h14 = \frac{iT14}{2}$

				ИШНПТ-4А51007.00.00.01		
				Звездочка правая		
Изм.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Лист	Масса
Разраб.		Герасимов В.Ю.				
Проб.		Ефременков Е.А.				
Т.контр.						
Н.контр.						
Утв.						
					1:1	
					1	
					ТПУ ИШНПТ Группа 4А6А	
					Формат А3	

45Л ГОСТ 977-88

Копировал

КМУПАС-ЭД/18/1 Уч. часть версия © 2019 ООО "АКОН-Системы проектирования", Россия Все права защищены
 Иш. № подл. Подп. и дата
 Взам. инв. № Инв. № дубл. Подп. и дата

Перв. примен.

Справ. №

Не для коммерческого использования

Дубл.			
Взам.			
Подп.			

НИ ТПУ

ИШНПТ-4А51007.00.00.01

ИШНПТ 4А6А

Звездочка

1

1

1

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский
Томский политехнический университет»

КОМПЛЕКТ ДОКУМЕНТОВ

На маршрутный технологический процесс механической обработки
детали «Звездочка»

Проверил: к.т.н. , доцент _____

_____ Ефременков Е.А.

Выполнил: студент группы 4А6А _____

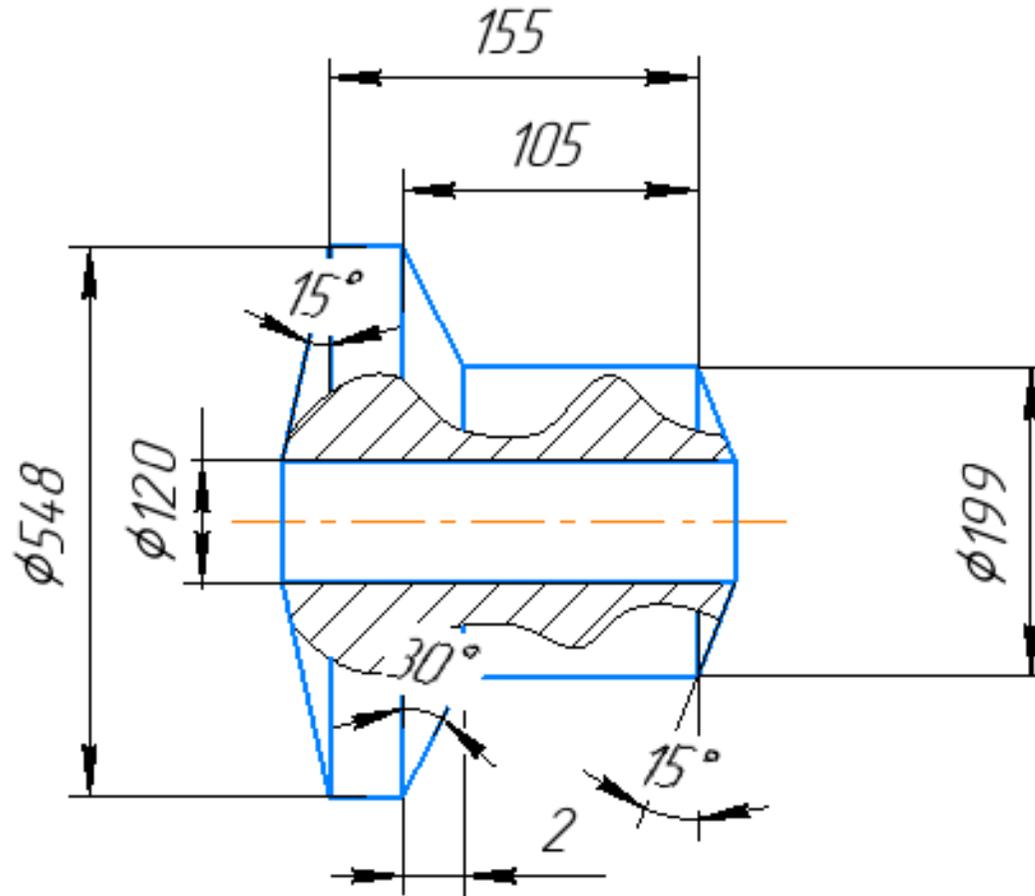
_____ Герасимов В.Ю.

Дубл.			
Взам.			
Подп.			

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

5 1

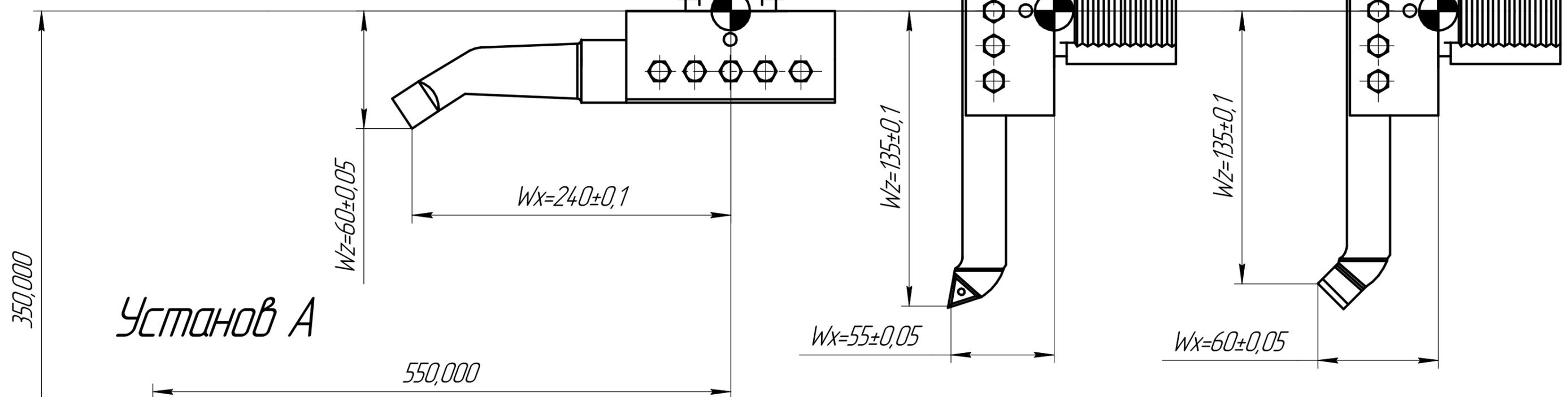
Разраб.	Герасимов В.Ю.			НИ ТПУ	ИШНПТ-4А51007.00.00.00		ИШНПТ 4А6А	
Прове	Ефременков Е.А.							
Звездочка							—	005



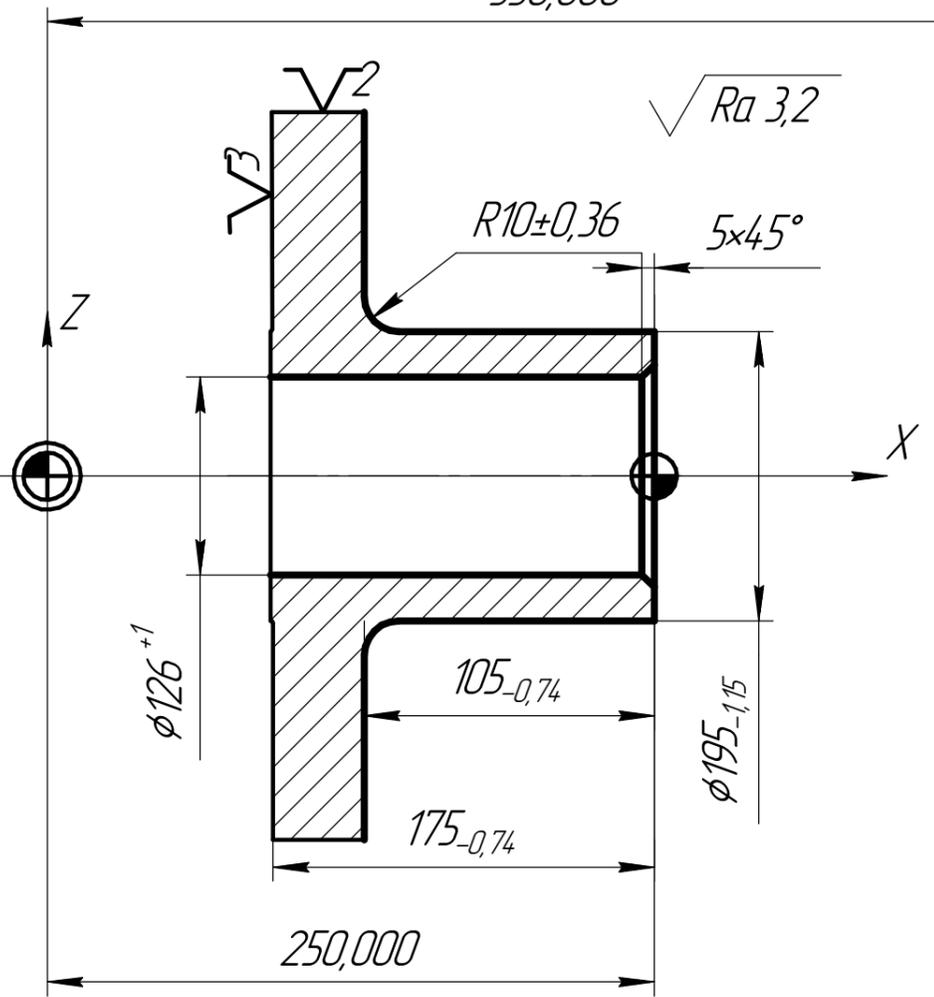
ИШНПТ-4А51007.00.00.01

Справ. №
Перв. примен.

КМУПАС-ЭД и В.1 Уч. № 181
Изм. № 1
Взам. инв. №
Инд. № д/д
Подп. и дата
Инд. № подл.



Установ А



- ⊕ - Нуль станка
- ⊕ - Нуль детали
- ⊕ - Нуль инструмента

				ИШНПТ-4А51007.00.00.01				
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Карта наладки для токарной операции	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.		Герасимов В.Ю.						1:1
Проб.		Ефременков Е.А.				Лист	Листов	1
Т.контр.					ТПУ ИШНПТ Группа 4А6А			
Н.контр.					Формат А3			
Утв.					Копировал			

Перв. примен.

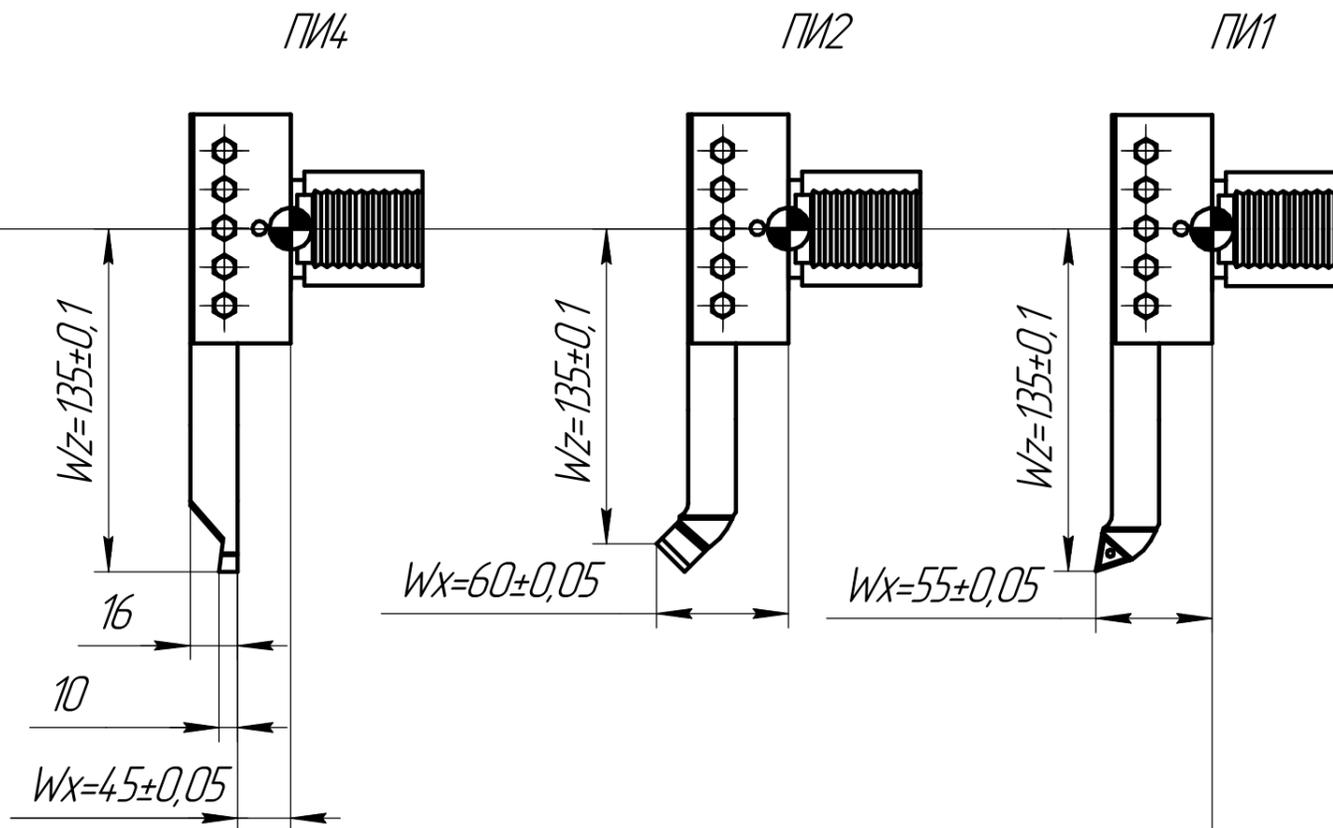
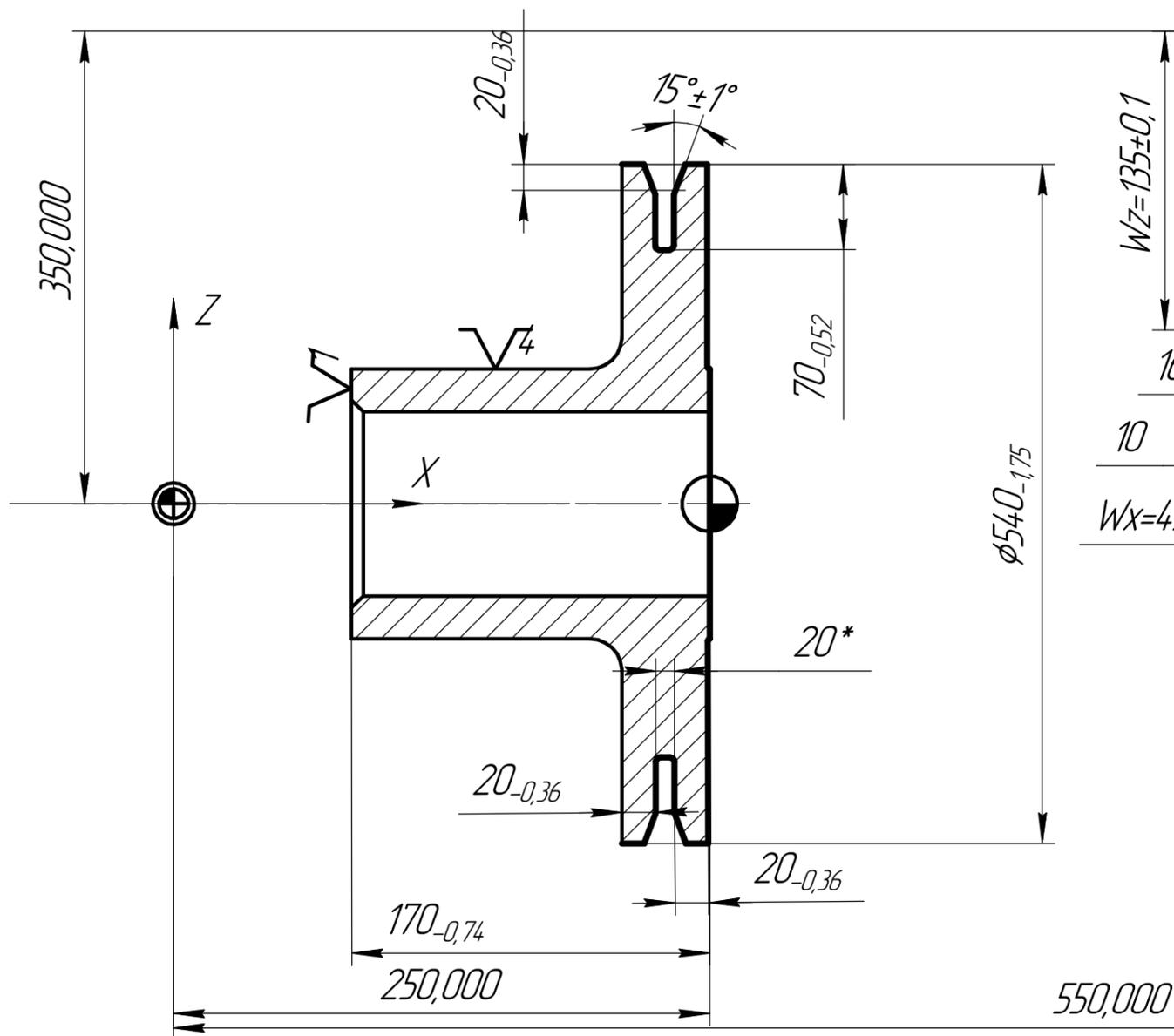
Справ. №

Подп. и дата

Взам. инв. №

Инд. № подл.

Установ Б



- ⊕ - Ноль станка
- ⊙ - Ноль детали
- ⊖ - Ноль инструмента

*Размер для справок

				ИШНПТ-4А51007.00.00.02				
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Карта наладки для токарной операции	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.	Герасимов В.Ю.							1:1
Проб.	Ефременков Е.А.					Лист	Листов	1
Т.контр.						ТПУ ИШНПТ Группа 4А6А		
Н.контр.								
Утв.								

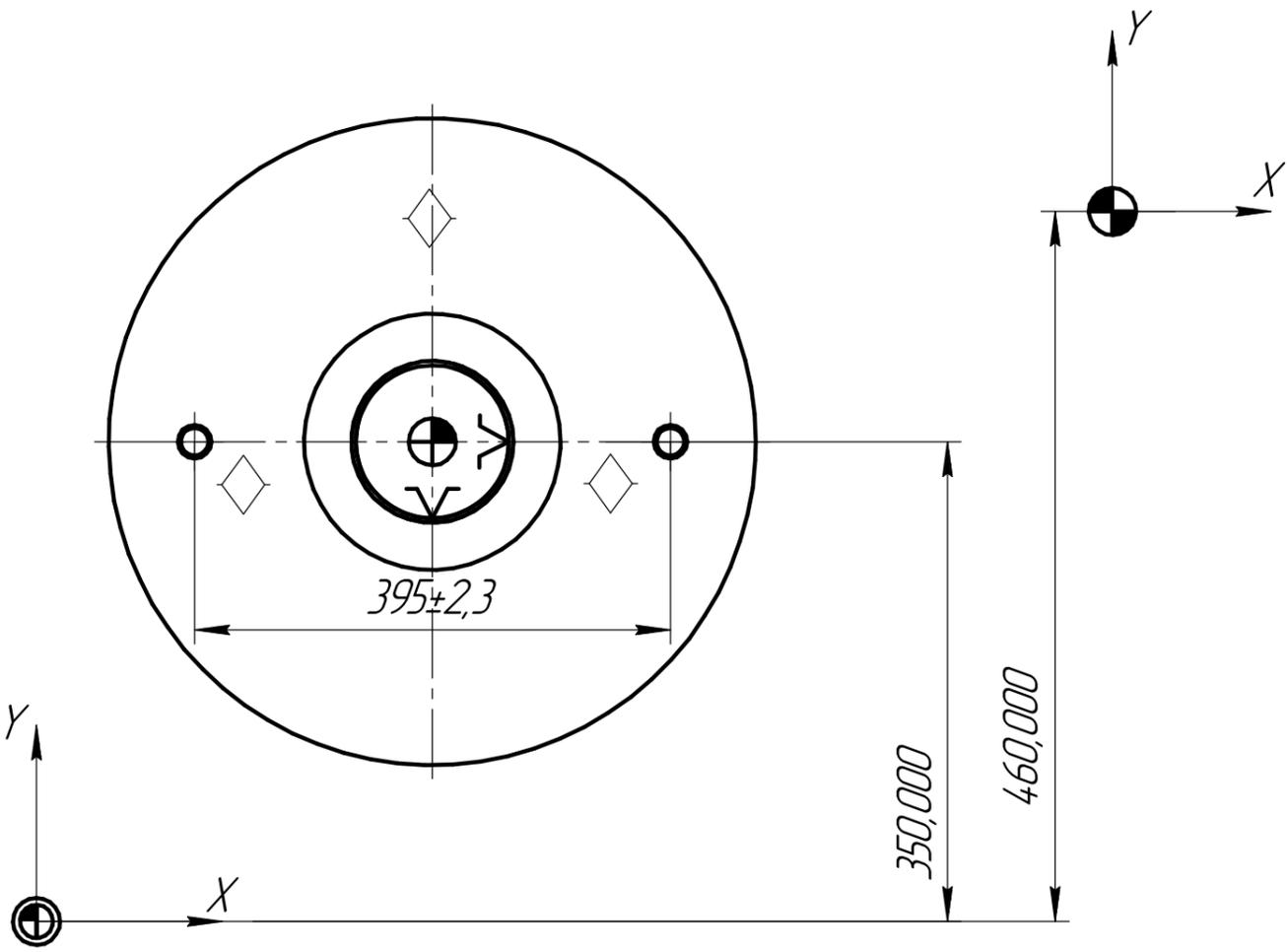
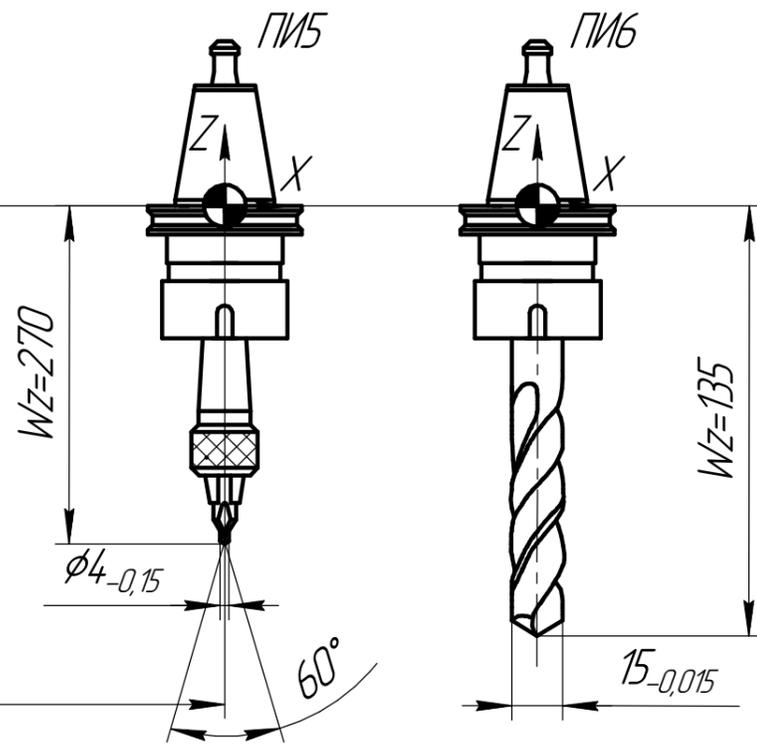
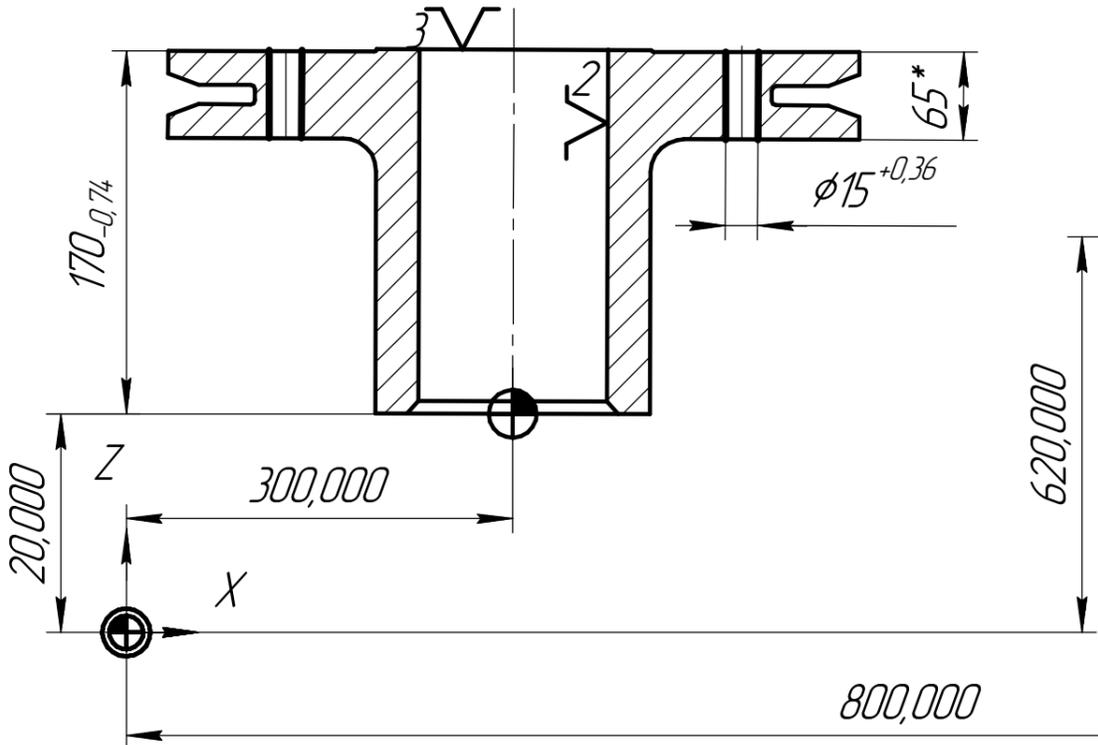
Копировал

Формат А3

ИШНПТ-4А51007.00.00.03

Установ. А

√ Ra 3,2



- ⊕ - Нуль станка
- ⊗ - Нуль детали
- ⊙ - Нуль инструмента

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Герасимов В.Ю.		
Проб.		Ефременков Е.А.		
Т.контр.				
Н.контр.				
Утв.				

ИШНПТ-4А51007.00.00.03

Карта наладки
для фрезерной
операции

Лит.	Масса	Масштаб
		1:1
Лист	Листов	1

ТПУ ИШНПТ
Группа 4А6А

Копировал

Формат А3

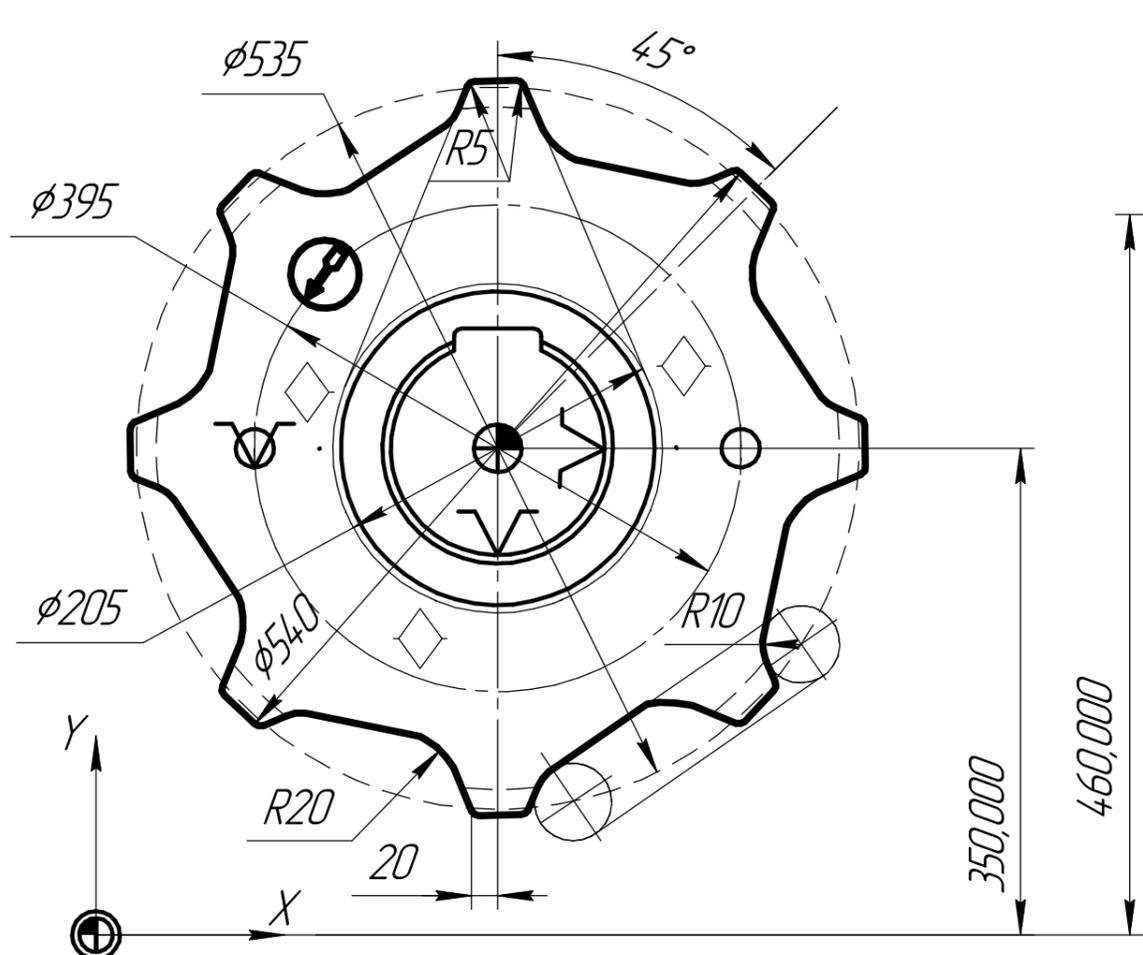
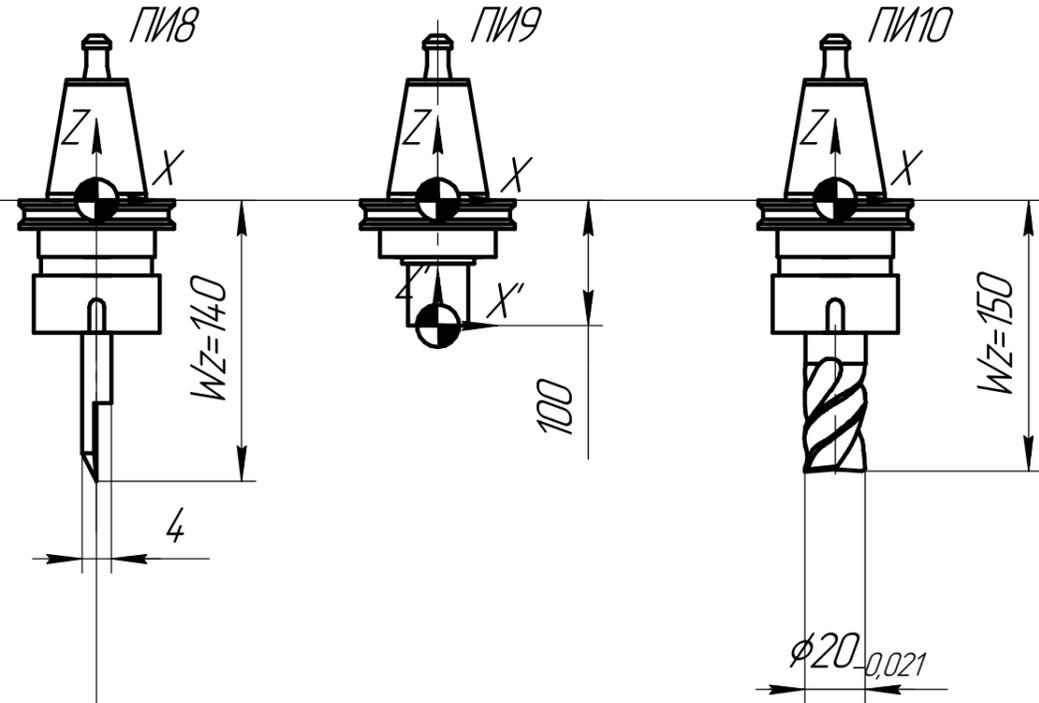
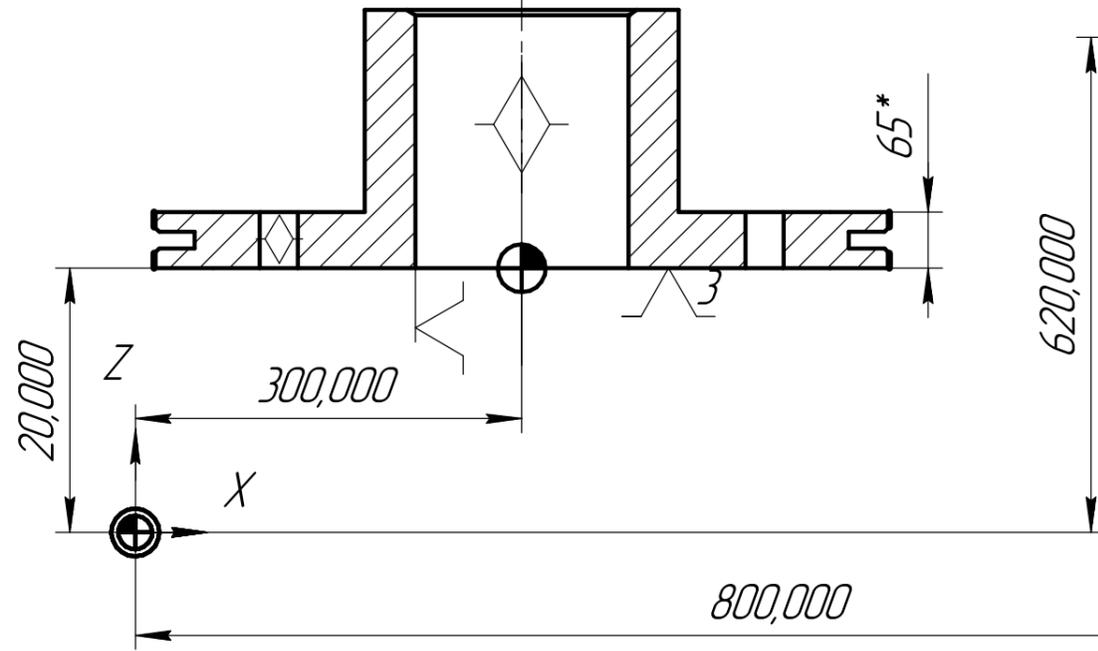
КМУПАС-ЭД ИВ1 Учебная версия © 2019 ООО "АКЮН-Системы проектирования", Россия Все права защищены
 Имя, № подл. Подп. и дата
 Имя, № подл. Подп. и дата
 Имя, № подл. Подп. и дата
 Имя, № подл. Подп. и дата

Не для коммерческого использования

Перв. примен.

Справ. №

Установ В



- ⊕ - Нуль станка
- ⊕ - Нуль детали
- ⊕ - Нуль инструмента

*Размер для справок

				ИШНПТ-4А51007.00.00.04				
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Карта наладки для фрезерной операции	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.	Герасимов В.Ю.							1:1
Проб.	Ефременков Е.А.					Лист	Листов	1
Т.контр.					ТПУ ИШНПТ Группа 4А6А			
Н.контр.					Копировал			
Утв.					Формат А3			

КМУПАС-ЭД ИВ1 Учебная версия © 2019 ООО "АКОН-Системы проектирования", Россия Все права защищены
 Имя, № подл. Подп. и дата Взам. инв. № Инв. № дубл. Подп. и дата

КОМПАС-3D v18.1 Учебная версия © 2019 ООО "АКЮН-Системы проектирования", Россия Все права защищены

Перв. примен.		Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
						<u>Документация</u>		
		A3			ИШНПТ-4А51007.01.00.00 СБ	Специальное приспособление	1	
						<u>Детали</u>		
Справ. №				1	ИШНПТ-4А51007.01.00.01 СБ	Корпус	1	
						<u>Стандартные изделия</u>		
				2		Болт М30х3,5 ГОСТ 7798-70	1	
				3		Штифт 16х100 ГОСТ 3128-70	1	
				4		Шайба А.314.08кп.016 ГОСТ 11371-78	1	
				5		Шпонка 40х22х300 ГОСТ 23360-78	2	
				6		Шайба 30 3Х13 ГОСТ 6402-70	1	
Подп. и дата		ИШНПТ-4А51007.01.00.00 СБ						
Взам. инв. №		Изм. Лист № докум. Подп. Дата						
Инв. № дубл.		Разрад. Герасимов В.Ю.						
Подп. и дата		Пров. Ефременков Е.А.						
Инв. № подл.		Лит. Лист Листов						
		ч 1 1 1						
		ТПУ ИШНПТ						
		Группа 4А6А						
		Формат А4						