

Школа ИШНПТ

Направление подготовки 15.03.01 Машиностроение

Отделение школы (НОЦ) Материаловедения

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Разработка технологического процесса изготовления гайки
УДК 621.81-2-047.84

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Л52	Шаехов Родион Вадимович		28.05.2020

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Коротков В.С.	к.т.н.		28.05.2020

Консультант

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
ст. преподаватель	Галин Н.Е.			28.05.2020

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Криницына З.В.	к.т.н.		27.05.2020

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Белоеенко Е.В.	к.т.н.		28.05.2020

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
15.03.01 Машиностроение	Ефременков Е.А.	к.т.н.		28.05.2020

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

Школа ИШНПТ
 Направление подготовки 15.03.01 Машиностроение
 Отделение школы (НОЦ) Материаловедения

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

ЗАДАНИЕ **на выполнение выпускной квалификационной работы**

В форме:

Бакалаврской работы

Студенту:

Группа	ФИО
3-8Л52	Шаехову Родиону Вадимовичу

Тема работы:

Разработка технологического процесса изготовления гайки	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	№59-58/с от 28.02.2020

Срок сдачи студентом выполненной работы:	22.05.2020
------------------------------------------	------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Объект проектирования – деталь «Гайка». Исходными данными являются чертеж детали, годовая программа выпуска.
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	1. Проектирование технологического процесса 2. Проектирование станочного приспособления 3. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение 4. Социальная ответственность 5. Заключение
Перечень графического материала	1. Чертеж детали «Гайка» 2. Размерная схема технологического процесса 3. Технологическая оснастка 4. Спецификация
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	

Раздел	Консультант
Технологический	Галин Николай Евгеньевич
Конструкторский	Галин Николай Евгеньевич
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Криницына Зоя Васильевна
Социальная ответственность	Белоенко Елена Владимировна

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

Задание выдал руководитель / консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Коротков В.С.	к.т.н.		16.12.2019
ст. преподаватель	Галин Н.Е.			16.12.2019

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Л52	Шаехов Родион Вадимович		16.12.2019

Результаты обучения

	Результат обучения
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 строительномонтажных 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, строительномонтажного 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.
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.
P12	Умение обеспечивать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий машиностроительного производства, осваивать новые технологические процессы производства продукции, применять методы контроля качества новых образцов изделий.

Реферат

Выпускная квалификационная работа состоит из 63 страниц, 26 таблицы, 7 рисунков, 8 источников, 3 приложения.

Ключевыми словами являются: гайка, деталь, заготовка, технологический процесс, обработка, размерный анализ.

Объектом исследования является деталь гайка и технологический процесс ее изготовления. Дипломная работа включает в себя введения, четыре раздела и заключение.

В введении раскрывает актуальность, цель и задачи исследования.

В первом разделе проектируется технологический процесс изготовления детали шкив ведущий.

Во втором разделе разрабатывается станочная оснастка для одной из операций технологического процесса.

В третьем разделе рассматривается финансовая актуальность производства детали «Гайка».

Четвертый раздел посвящён вопросам, связанным с организацией рабочего места механического участка, промышленного предприятия по изготовлению детали «Гайка».

Данная ВКР выполнена с помощью текстового редактора MicrosoftWord2016.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	11
Техническое задание	13
1 Технологическая часть	14
1.1 Определение типа производства	14
1.2 Анализ технологичности детали	15
1.3 Выбор исходной заготовки	16
1.4 Разработка технологии изготовления детали	16
1.5 Расчет припусков на механическую обработку	20
1.6 Расчет режимов и мощности резания	27
1.7 Выбор средств технологического оснащения	31
1.8 Нормирование технологических операций	34
Выводы по главе	38
2 Конструкторская часть	39
2.1 Анализ исходных данных	39
2.2 Принцип работы приспособления	39
2.3 Выводы по главе	40
3 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение ...	42
3.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	42
3.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования	42
3.1.2 Анализ конкурентных технических решений	43
3.1.3 SWOT-анализ	44
3.2 Планирование научно-исследовательских работ	47
3.2.1 Структура работ в рамках научного исследования	47
3.3 Бюджет научно-технического исследования	51
3.3.1 Расчет материальных затрат НТИ	51
3.3.2 Расчет затрат на специальное оборудование для НТИ	51
3.3.3 Основная заработная плата исполнителей темы	52

3.3.4	Дополнительная заработная плата	52
3.3.5	Отчисления во внебюджетные фонды	52
3.3.6	Накладные расходы	53
3.4	Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта ...	53
3.5	Определение ресурсоэффективности исследования	54
	Выводы по главе.....	55
4	Социальная ответственность	59
4.1	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	59
4.1.1	Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны исследователя	60
4.2	Производственная безопасность	61
4.3	Анализ опасных и вредных производственных факторов	62
4.4	Экологическая безопасность	65
4.5	Безопасность в чрезвычайных ситуациях	66
4.6	Пожарная безопасность	66
	Выводы по главе	67
	Заключение	68
	Список литературы	69
	Приложение А - Деталь гайка.....	70
	Приложение Б - Технологическая карта.....	72
	Приложение В - Размерный анализ.....	75
	Приложение Г - Сборочный чертёж.....	77

ВВЕДЕНИЕ

Машиностроение – отрасль народного хозяйства, необходимая для развития любого государства. В XXI веке повысились требования к качеству и количеству выпускаемой машиностроительной продукции. Это стало возможно с внедрением и использованием более современных технологий и методов механической, электромагнитной, термической, ультразвуковой и т.д., обработки материалов. Чтобы обеспечить требуемую точность и производительность изготовления деталей, необходимо повышать долю автоматизированного оборудования с числовым программным управлением (ЧПУ), а также заменять ручной труд механизированным, что в данное время и происходит. Для эффективного управления и использования такого оборудования требуются высококвалифицированные специалисты.

Модернизация машиностроительной отрасли должна проводиться заменой старого и устаревшего оборудования новым автоматическим оборудованием с ЧПУ. В нашей стране высокая доля производств с устаревшими станками советского времени, которые не способны обеспечивать необходимых требований.

Наиболее популярный метод обработки материалов – механическая обработка. Другие методы либо дорогостоящие, либо малопродуктивны, либо еще не распространены. Поэтому технологам и конструкторам необходима более полноценная теоретическая и практическая подготовка именно в этой области, но также важно знание и понимание более современных методов обработки, не получившие пока широкого распространения.

Руководство машиностроительных предприятий должно не только уметь адаптировать своё производство под современные нужды и рационально использовать свои возможности, но и следить за современными тенденциями и по возможности внедрять их своё производство.

Целью моей работы является – разработка технологического процесса на изготовления детали «Гайка» с применением оборудования с ЧПУ, для достижения которой решались следующие задачи: анализ технологичности, разработка технологического маршрута изготовления детали, выбор средств технологического оснащения, инструментов, расчет припусков на механическую обработку, расчет режимов обработки.

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ

Разработать технологический процесс изготовления детали «Гайка».

Чертёж детали представлен ниже. Годовая программа выпуска: 3000 шт.

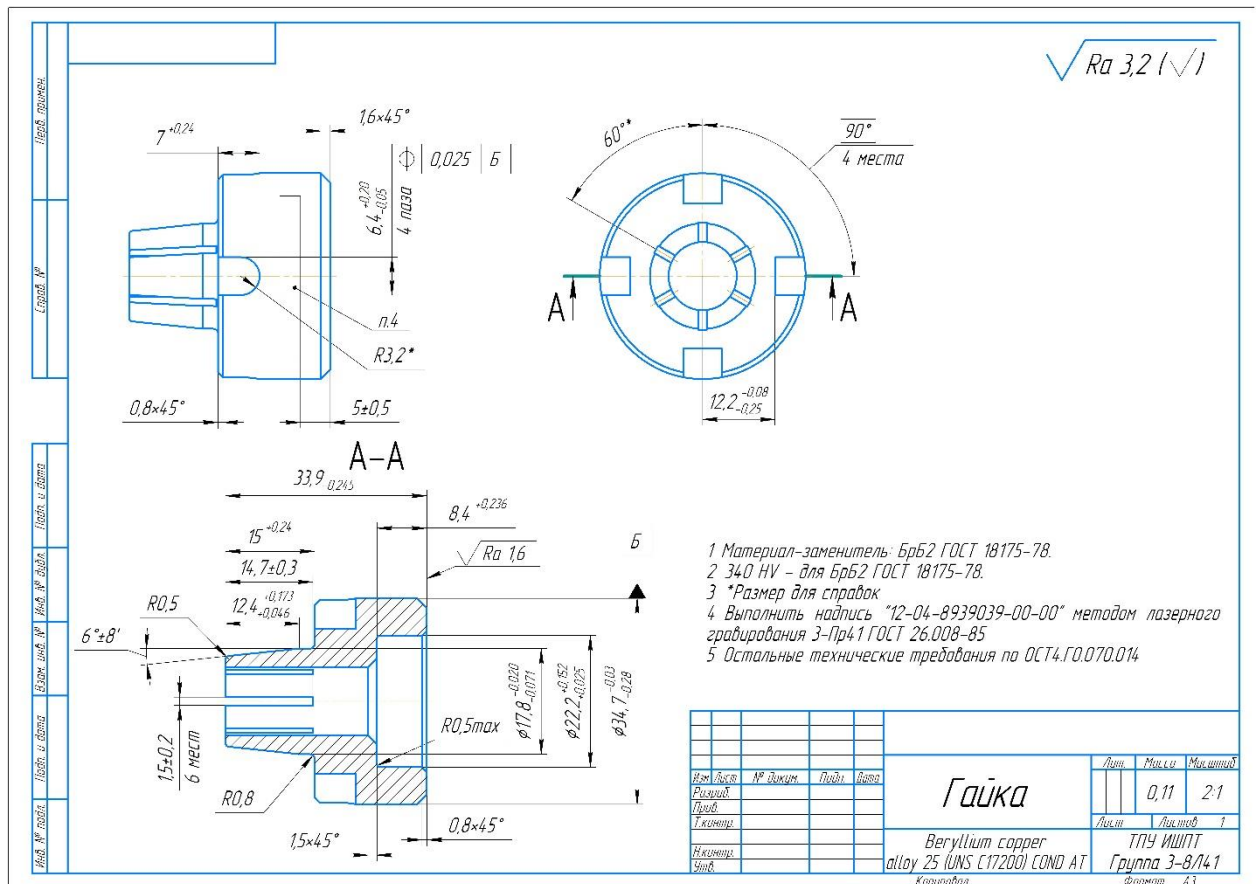


Рисунок 1 – Чертёж детали

1 Технологическая часть

1.1 Определение типа производства

Определим тип производства по коэффициенту закрепления операций:

$$K_{30} = \frac{t_B}{t_{шс}};$$

где: t_B – такт выпуска деталей, мин.;

$t_{шс}$ – среднее штучное время операций, мин.

Такт выпуска определим по формуле:

$$t_B = \frac{60F_T}{N_T};$$

где: F_T – годовой фонд времени работы оборудования, мин.;

N_T – годовая программа выпуска деталей.

Годовой фонд времени работы оборудования при двусменном режиме работы составляет: $F_T = 4015$ час.

Тогда:

$$t_B = \frac{60 \cdot 4015}{3000} = 81 \text{ мин.}$$

Среднее штучное время операций на выполнение операций технологического процесса:

$$t_{шс} = \sum_{i=1}^n T_{шк_i} / n = \frac{12}{4} = 3;$$

где: $T_{шк_i}$ – штучное время i -ой основной операции, мин.;

n – число основных операций.

Тогда коэффициент закрепления операций:

$$K_{30} = \frac{t_B}{t_{шс}} = \frac{81}{3} = 27;$$

Так как найденный коэффициент закрепления операций находится в интервале от 20 до 40, то производство – мелкосерийное.

1.2 Анализ технологичности детали

Деталь «Гайка», изготавливается из бронзы безоловянной «БрБ2 ГОСТ 18175-78». Химический состав данной бронзы: 96,9-98% меди; 1,8-2,1% бериллия; до 0,15% железа, кремния, алюминия; до 0,005% свинца; 0,2-0,5% никеля.

Деталь из себя представляет тело вращения со сквозным отверстием отверстиям и пазами. Анализируя параметры точности размеров детали, можно сказать, что на наружные и внутренние поверхности назначены допуски повышенной точности. Отклонения по чертежу варьируются от сотых миллиметров до десятых. На пазы заложен позиционный допуск в 25 микрометров относительно базовой поверхности. На чертеже указана минимальная шероховатость торца детали Ra1.6, а шероховатость всей детали Ra3.2. Деталь имеет резьбовое отверстие, а именно цилиндрическую дюймовую резьбу с мелким шагом и углом при вершине 60 градусов – 1/2-20 UNF-2B. Для достижения требуемой точности потребуются инструменты повышенной точности (сверла, расточные и проходные резцы, фрезы), оборудование (станки с ЧПУ) и инструменты контроля (калибры-пробки). Данная деталь имеет твёрдость 340 HV единиц по Виккерсу.

Положительные моменты технологичности конструкции: материал великолепно поддается механической обработке; деталь изготавливается за минимальное количество технологических операций. Отрицательными факторами является: точность некоторых размеров.

При обработке детали будут использоваться операции: точения, сверления, гравирования.

Применяемая технологическая оснастка: трехкулачковый патрон с комплектами каленых и расточенных кулачков, прижимы. Масса заготовки и ее габариты не требуют особых подъемных приспособлений.

1.3 Выбор исходной заготовки

Исходя из технологических свойств материала детали, её массы и габаритов, требований к механическим свойствам и типу производства, принимаем сортовой прокат из бериллиевой бронзы в состоянии поставки холоднодеформированным после закалки с твердостью 340 HV по ГОСТ 15835-70 в качестве исходной заготовки. Диаметр прутка равен $\varnothing 38_{-0,34}^{-0,17}$.

1.4 Разработка технологии изготовления детали

Маршрут технологии изготовления детали типа «Гайка» представлен в таблице 1. Предварительный маршрут включает в себя схемы базирования заготовки, выдерживаемые технологические размеры, а также тексты переходов и их эскизы.

Таблица 1 – Технологический процесс изготовления детали «Гайка»

005 Токарная с ЧПУ	
	<p>А. Установить заготовку в трехкулачковый патрон.</p> <p>0. Выдвинуть пруток до упора.</p> <p>1. Подрезать торец 1, выдерживая размер A_{11}.</p> <p>2. Сверлить отверстие 2 на проход D_{11}.</p>
	<p>3. Предварительно расточить отверстие 3 до D_{12}, выдерживая размер A_{12}.</p> <p>4. Окончательно расточить отверстие 4 до D_{13}, выдерживая размер A_{13}.</p>

Продолжение Таблица 1

<p>Technical drawing of a part. The drawing shows a cross-section with a hatched area on the left. Dimensions include D^* for the outer diameter, $1,2$ and $3,4$ for chamfers, A_{14} and A_{15} for horizontal distances, and 5 and 6 for vertical distances. Surface texture symbols are present. A surface finish requirement of $\sqrt{Ra\ 3,2}$ is indicated.</p>	<p>5. Точить фаску 5, выдерживая размер A_{14}. 6. Точить фаску 6, выдерживая размер A_{15}.</p>
<p>Technical drawing of a part. The drawing shows a cross-section with a hatched area on the left. Dimensions include D^* for the outer diameter, $1,2,3,4$ for chamfers, and A_{16} for a horizontal distance. A vertical distance of 5 is also shown. A surface finish requirement of $\sqrt{Ra\ 3,2}$ is indicated.</p>	<p>7. Отрезать деталь 7, выдерживая размер A_{16}.</p>
<p>010 Токарная с ЧПУ</p>	
<p>Technical drawing of a part. The drawing shows a cross-section with a hatched area on the left. Dimensions include D^* for the outer diameter, 1 for a chamfer, $2,3$ for a distance, $4,5$ for a distance, and A_{21} for a horizontal distance. A vertical distance of 5 is also shown. A surface finish requirement of $\sqrt{Ra\ 3,2}$ is indicated.</p>	<p>А. Установить заготовку в трехкулачковый патрон с расточенными кулачками. 1. Подрезать торец 1, выдерживая размер A_{21}.</p>
<p>Technical drawing of a part. The drawing shows a cross-section with a hatched area on the left. Dimensions include D_{21} and D^* for outer diameters, 1 for a chamfer, $2,3$ for a distance, $4,5$ for a distance, A_{22} and A_{23} for horizontal distances, 2 for a vertical distance, α_1 for an angle, and D_{22} for a diameter. A surface finish requirement of $\sqrt{Ra\ 3,2}$ is indicated.</p>	<p>2. Предварительно точить контур детали 2, выдерживая размеры D_{21}, D_{22}, α_1, A_{22} и A_{23}.</p>

Продолжение Таблица 1

	<p>3. Окончательно точить контур детали 3, выдерживая размеры D_{23}, D_{24}, α_1, A_{23} и A_{24}.</p>
	<p>4. Точить фаску 4, выдерживая размер A_{25}. 5. Точить фаску 5, выдерживая размер A_{26}. 6. Точить фаску 6, выдерживая размер A_{27}.</p>
	<p>7. Нарезать резьбу D_{25}, выдерживая размер A_{28}.</p>
	<p>8. Фрезеровать поочередно 6 пазов D_{26}, выдерживая размер A_{29}.</p>

Продолжение Таблица 1

<p>9. Предварительно фрезеровать поочередно 4 паза D_{27}, выдерживая размеры $A_{2.10}$ и $A_{2.11}$.</p> <p>10. Окончательно фрезеровать поочередно 4 паза D_{28}, выдерживая размеры $A_{2.12}$ и $A_{2.13}$.</p>	
<p>015 Слесарная</p> <p>1. Притупить острые кромки, зачистить заусенцы.</p>	
<p>020 Промывочная</p> <p>1. Промыть деталь.</p>	
<p>025 Гравировальная</p>	
	<p>1. Гравировать надпись «12-04-8939039-00-00» согласно чертежу.</p>
<p>025 Контрольная</p> <p>1. Контролировать размеры детали согласно чертежу.</p>	

1.5 Расчет припусков на механическую обработку

Для проверки обеспечения точности конструкторских размеров необходимо построить размерную схему отдельно в осевом и радиальном направлениях. На данную схему наносят все технологические размеры, припуски на обработку, а также конструкторские размеры. На основании построенной размерной схемы выделяют размерные цепи, замыкающимися звеньями в которых являются конструкторские размеры и припуски на обработку.

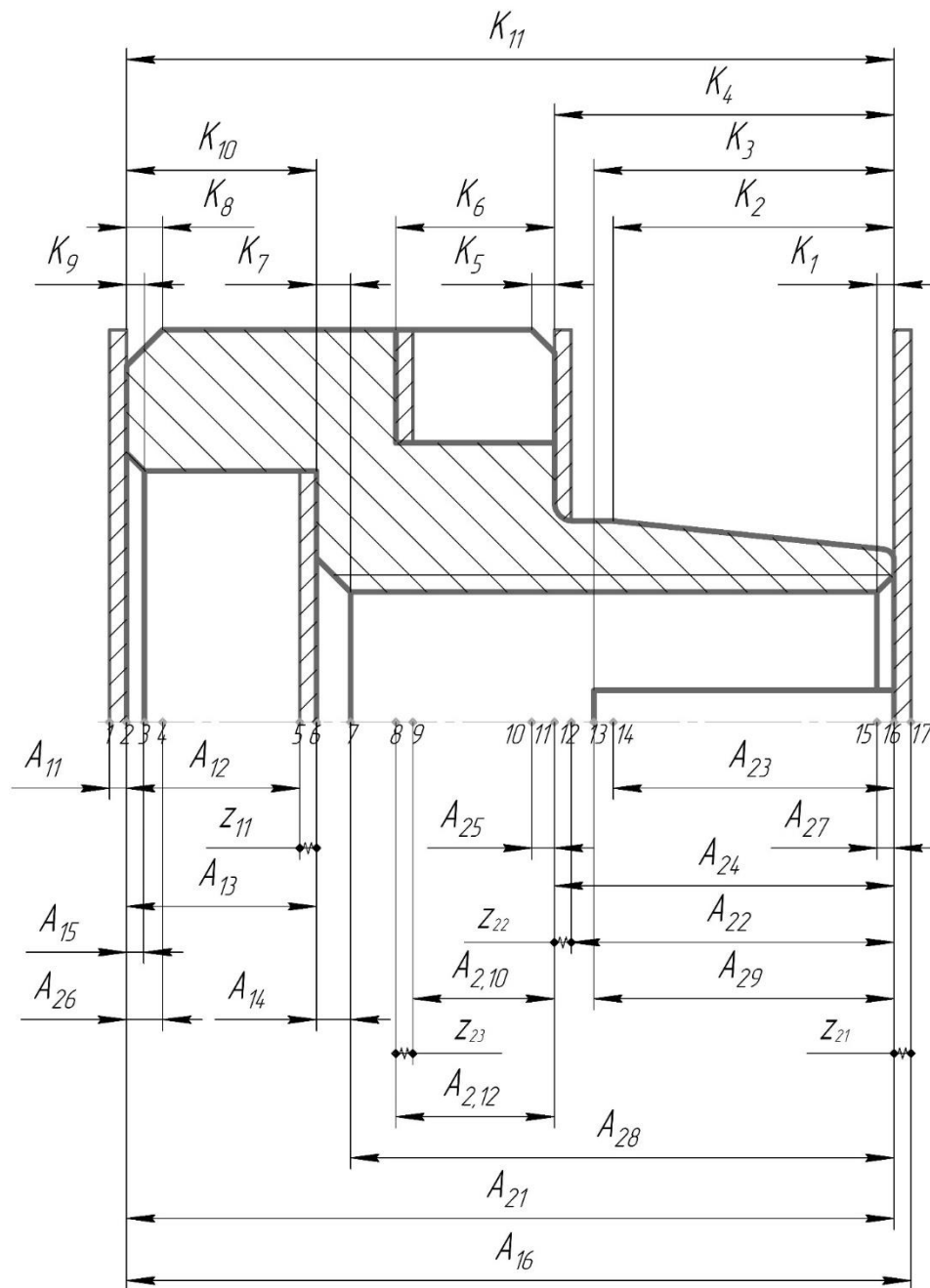


Рисунок 2 – Размерная схема (осевые размеры)

Конструкторские осевые размеры, выдерживаемые непосредственно:

$$\begin{aligned} K_1 &= A_{27}; & K_2 &= A_{23}; & K_3 &= A_{29}; \\ K_4 &= A_{24}; & K_5 &= A_{25}; & K_6 &= A_{2.12}; \\ K_7 &= A_{14}; & K_8 &= A_{26}; & K_9 &= A_{15}; \\ K_{10} &= A_{12}; & K_{11} &= A_{21}; & K_{12} &= A_{2.13}. \end{aligned}$$

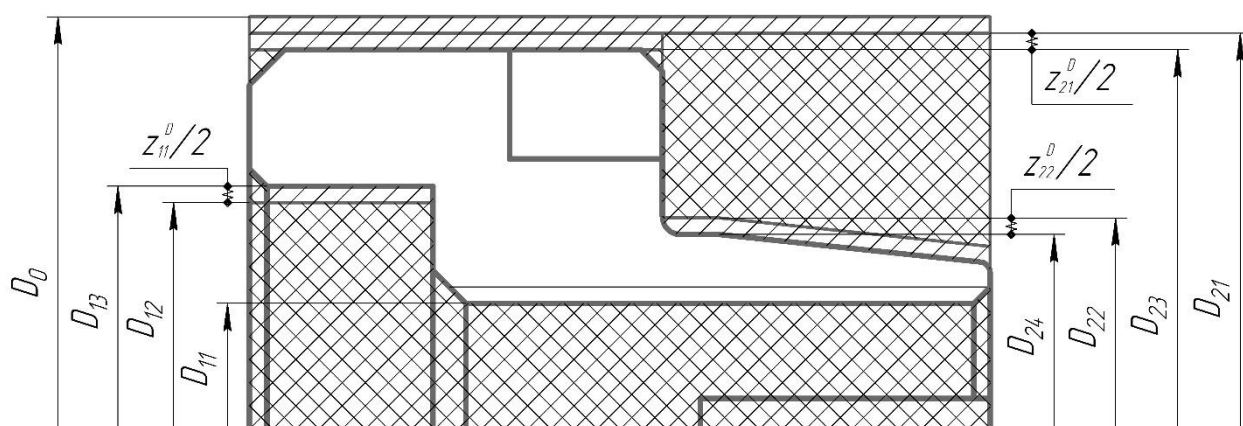


Рисунок 3 – Размерная схема (диаметральные размеры)

Конструкторские диаметральные размеры, выдерживаемые непосредственно:

$$D_{11}; D_{13}; D_{23}; D_{24}; D_{25}; D_{26}; D_{28}.$$

Данная технология обеспечивает точность всех конструкторских размеров.

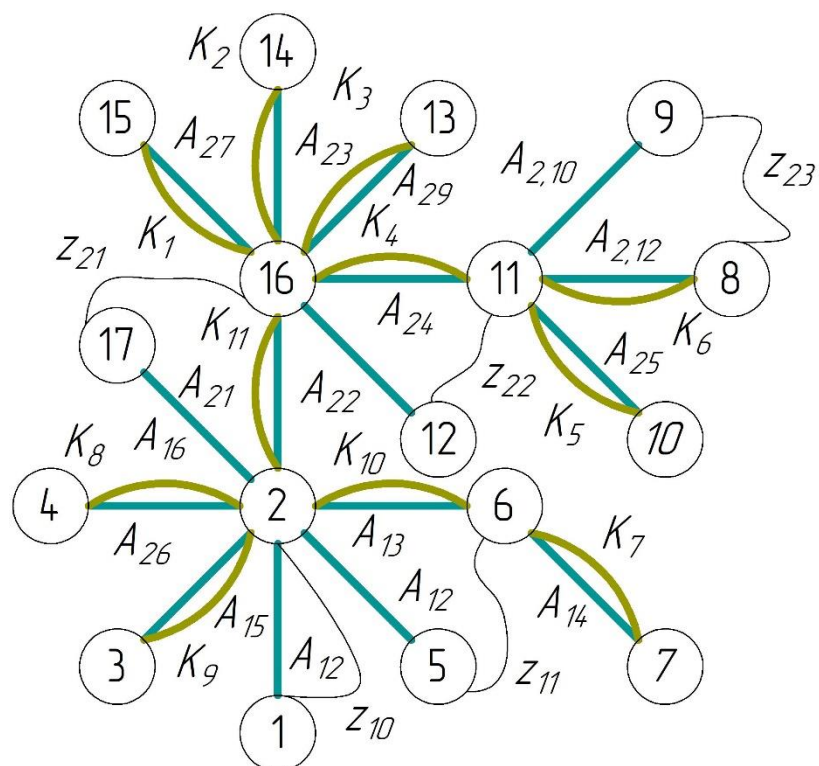


Рисунок 4 – Граф технологических размерных цепей

Выписываем допуски на конструкторские размеры и определяем допуски на осевые и диаметральные технологические размеры. Полученные данные представлены ниже.

Таблица 2 – Данные для определения припусков на механическую обработку

Размер	По грешности, мм			До пуск на значенный, мм	До пуск по че ртежу, мм
	ρ	ω_c	ε		
Осевые ра змеры					
A_{11}	0,26	0,08	0,038	0,38	-
A_{12}	-	0,08	-	0,08	-
A_{13}	-	0,04	-	0,04	$TK_{10} = 0,236$
A_{14}	-	0,08	-	0,08	$TK_7 = 0,25$
A_{15}	-	0,08	-	0,08	$TK_9 = 0,25$
A_{16}	-	0,08	-	0,08	-
A_{21}	-	0,04	-	0,08	$TK_{11} = 0,245$
A_{22}	-	0,08	-	0,08	-
A_{23}	-	0,08	-	0,08	$TK_2 = 0,127$
A_{24}	-	0,04	-	0,04	$TK_4 = 0,24$

Продолжение Таблица 2

A_{25}	-	0,08	-	0,08	$TK_5 = 0,25$
A_{26}	-	0,08	-	0,08	$TK_8 = 0,25$
A_{27}	-	0,08	-	0,08	$TK_1 = 0,25$
A_{28}	-	0,08	-	0,08	-
A_{29}	-	0,08	-	0,08	$TK_3 = 0,127$
$A_{2.10}$	-	0,08	-	0,08	-
$A_{2.11}$	-	0,08	-	0,08	-
$A_{2.12}$	-	0,04	-	0,04	$TK_6 = 0,24$
$A_{2.13}$	-	0,04	-	0,04	$TK_{12} = 0,242$
Диаметральные размеры					
D_{11}	-	0,08	-	0,08	$TK_1 = 0,1$
D_{12}	-	0,08	-	0,08	-
D_{13}	-	0,04	-	0,04	$TK_2 = 0,127$
D_{21}	0,26	0,08	0,038	0,38	-
D_{22}	-	0,08	-	0,08	-
D_{23}	-	0,04	-	0,04	$TK_3 = 0,25$
D_{24}	-	0,04	-	0,04	$TK_4 = 0,051$

Расчет минимальных значений для диаметральных и осевых припусков производим по формулам:

$$Z_{i \min}^D = 2 \left(Rz_{i-1} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2} \right);$$

$$Z_{i \min} = Rz_{i-1} + h_{i-1} + \rho_{i-1};$$

где: Rz_{i-1} – шероховатость с предыдущего перехода, мкм;

h_{i-1} – толщина дефектного поверхностного слоя, сформированного с предыдущего перехода, мкм;

ρ_{i-1} – суммарная погрешность формы, полученная на предшествующем переходе, мкм;

ε_i – погрешность установки заготовки на выполняемом переходе, мкм.

Суммарное пространственное отклонение формы и расположение поверхности определяется по формуле:

$$\rho = \sqrt{\rho_{\phi}^2 + \rho_p^2};$$

$$\rho_{\phi} = D\Delta K;$$

$$\rho_p = L\Delta K;$$

где: D – диаметр заготовки, мм;

L – длина заготовки, мм.

ΔK – кривизна профиля сортового проката.

Кривизна профиля $\Delta K = 0,5$. Тогда пространственное отклонение равно:

$$\rho_{\phi} = 38 \cdot 0,5 = 18 \text{ мкм};$$

$$\rho_p = 36 \cdot 0,5 = 19 \text{ мкм};$$

$$\rho = \sqrt{18^2 + 19^2} = 26 \text{ мкм}.$$

Погрешность установки и закрепления определяется по формуле:

$$\varepsilon = \sqrt{\varepsilon_1^2 + \varepsilon_2^2};$$

$$\varepsilon_1 = 38 \text{ мкм};$$

$$\varepsilon_2 = 0,25\sqrt{TD^2 + 1} = 0,25\sqrt{0,3^2 + 1} = 0,26 \text{ мкм};$$

$$\varepsilon = \sqrt{38^2 + 0,26^2} = 38 \text{ мкм}.$$

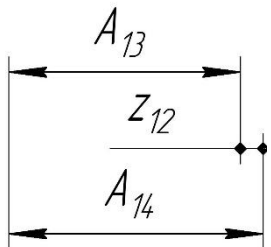
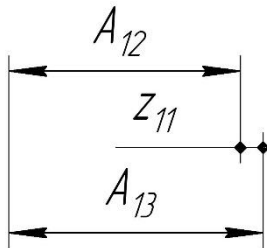
где: ε_1 – погрешность, зависящая от диаметра поверхности, мкм;

ε_2 – погрешность, зависящая от допуска на диаметр проката, мкм.

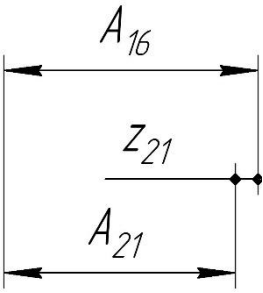
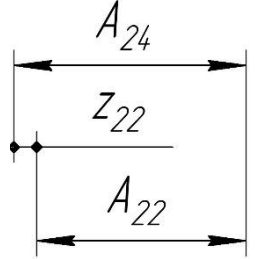
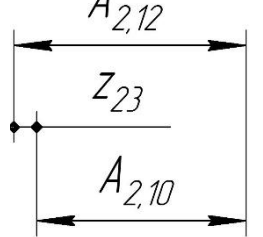
Таблица 3 – Расчет припусков на механическую обработку

Осевые минимальные припуски, мкм					
Z	Rz	h	ρ	ε	Z_{\min}
A_{11}	125	150	26	38	339
Z_{11}	32	30	0,013	-	62
Z_{12}	6,3	-	-	-	6,3
Z_{21}	32	30	0,013	-	62
Z_{22}	6,3	-	-	-	6,3
Z_{23}	6,3	-	-	-	6,3
Z_{24}	6,3	-	-	-	6,3

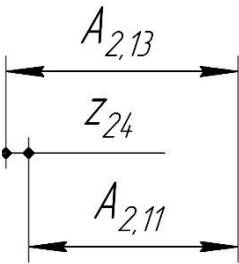
Продолжение Таблица 3

Расчет осевых технологических размеров	
A_{11}	$A_{11} = Z_{\min} = 0,34 \text{ мм.}$
	$TA_{13} = 0,04 \text{ мм}; \quad TA_{14} = 0,236 \text{ мм};$ $Z_{12\min} = 0,006 \text{ мм};$ $A_{14}^c = A_{14} + \frac{ES + EI}{2};$ $A_{14}^c = 8,4 + \frac{0,236 - 0}{2} = 8,518 \text{ мм};$ $Z_{12}^c = Z_{12\min} + \frac{TA_{13} + TA_{14}}{2};$ $Z_{12}^c = 0,006 + \frac{0,04 + 0,236}{2} = 0,156 \text{ мм.}$ $A_{13}^c = A_{14}^c - Z_{12}^c;$
	$A_{13}^c = 8,518 - 0,156 = 8,362 \text{ мм};$ $A_{13} = A_{13}^c - \frac{ES + EI}{2};$ $A_{13} = 8,362 - \frac{0,02 - 0,02}{2} \approx 8,36 \text{ мм.}$
	$TA_{12} = 0,08 \text{ мм}; \quad TA_{13} = 0,04 \text{ мм};$ $Z_{11\min} = 0,06 \text{ мм};$ $A_{13}^c = A_{13} + \frac{ES + EI}{2};$ $A_{13}^c = 8,36 \text{ мм};$ $Z_{11}^c = Z_{11\min} + \frac{TA_{12} + TA_{13}}{2};$ $Z_{11}^c = 0,06 + \frac{0,08 + 0,04}{2} = 0,12 \text{ мм.}$ $A_{12}^c = A_{13}^c - Z_{11}^c;$
	$A_{12}^c = 8,362 - 0,12 = 8,242 \text{ мм};$ $A_{12} = A_{12}^c - \frac{ES + EI}{2};$ $A_{12} = 8,242 - \frac{0,04 - 0,04}{2} \approx 8,24 \text{ мм.}$

Продолжение Таблица 3

	$TA_{16} = 0,04 \text{ мм}; \quad TA_{21} = 0,246 \text{ мм};$ $Z_{21\min} = 0,06 \text{ мм};$ $A_{21}^c = A_{21} + \frac{ES + EI}{2};$ $A_{21}^c = 33,9 + \frac{0 - 0,245}{2} = 33,778 \text{ мм};$ $Z_{21}^c = Z_{21\min} + \frac{TA_{16} + TA_{21}}{2};$ $Z_{21}^c = 0,06 + \frac{0,04 + 0,246}{2} = 0,2 \text{ мм.}$ $A_{16}^c = A_{21}^c + Z_{21}^c;$ $A_{16}^c = 33,778 + 0,2 = 33,978 \text{ мм};$ $A_{16} = A_{16}^c - \frac{ES + EI}{2};$ $A_{16} = 33,978 - \frac{0 - 0,04}{2} \approx 33,96 \text{ мм.}$
	$TA_{22} = 0,08 \text{ мм}; \quad TA_{24} = 0,24 \text{ мм};$ $Z_{22\min} = 0,006 \text{ мм};$ $A_{24}^c = A_{24} + \frac{ES + EI}{2};$ $A_{24}^c = 15 + \frac{0,24 + 0}{2} = 15,12 \text{ мм};$ $Z_{22}^c = Z_{22\min} + \frac{TA_{22} + TA_{24}}{2};$ $Z_{22}^c = 0,006 + \frac{0,08 + 0,24}{2} = 0,166 \text{ мм.}$ $A_{22}^c = A_{24}^c - Z_{22}^c;$ $A_{22}^c = 15,12 - 0,166 = 14,95 \text{ мм};$ $A_{22} = A_{22}^c - \frac{ES + EI}{2};$ $A_{22} = 14,95 - \frac{0,04 - 0,04}{2} \approx 14,9 \text{ мм.}$
	$TA_{2,10} = 0,08 \text{ мм}; \quad TA_{2,12} = 0,24 \text{ мм};$ $Z_{23\min} = 0,006 \text{ мм};$ $A_{2,12}^c = A_{2,12} + \frac{ES + EI}{2};$ $A_{2,12}^c = 7 + \frac{0,24 + 0}{2} = 7,12 \text{ мм};$

Продолжение Таблица 3

	$Z_{23}^c = Z_{23\min} + \frac{TA_{2,10} + TA_{2,12}}{2};$ $Z_{23}^c = 0,006 + \frac{0,08 + 0,24}{2} = 0,166 \text{ мм.}$ $A_{2,10}^c = A_{2,12}^c - Z_{23}^c;$ $A_{2,10}^c = 7,12 - 0,166 = 6,95 \text{ мм.}$ $A_{2,10} = A_{2,10}^c - \frac{ES + EI}{2};$ $A_{2,10} = 6,95 - \frac{0,04 - 0,04}{2} \approx 6,9 \text{ мм.}$
	$TA_{2,11} = 0,08 \text{ мм.}; \quad TA_{2,13} = 0,17 \text{ мм.};$ $Z_{24\min} = 0,006 \text{ мм.};$ $A_{2,13}^c = A_{2,13} + \frac{ES + EI}{2};$ $A_{2,13}^c = 12,2 + \frac{-0,08 - 0,25}{2} = 12,035 \text{ мм.};$
	$Z_{24}^c = Z_{24\min} + \frac{TA_{2,11} + TA_{2,13}}{2};$ $Z_{24}^c = 0,006 + \frac{0,08 + 0,17}{2} = 0,256 \text{ мм.}$ $A_{2,11}^c = A_{2,13}^c - Z_{24}^c;$ $A_{2,11}^c = 12,035 - 0,256 = 11,779 \text{ мм.};$ $A_{2,11} = A_{2,11}^c - \frac{ES + EI}{2};$ $A_{2,11} = 11,779 - \frac{0,04 - 0,04}{2} \approx 11,8 \text{ мм.}$

1.6 Расчет режимов и мощности резания

При назначении режимов резания следует учитывать вид обработки, тип и размеры инструмента, материал его режущей части, материал заготовки, тип и состояние станка [6].

Расчеты режимов резания проводились на сайте Sandvik по программе выбора инструмента и режимов резания ToolGuide.

005 Токарная с ЧПУ

Обработка торца

Державка SCLCL 2525K 12. Пластина CCGX 12 04 08-AL H10.

Скорость резания: $V = 453$ м/мин;

Глубина резания: $t = 0,5$ мм;

Подача: $f = 0,2$ мм/об.

Число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 453}{3,14 \cdot 36} = 4000 \text{ об/мин.}$$

Мощность резания примем из расчетов программы ToolGuide для выбранного инструмента:

$$N = 0,4 \text{ кВт.}$$

Сверление отверстия Ø11,5

Сверло 870-1150-9L16-5. Пластина 870-1150-9-PM 4334.

Скорость резания: $V = 181$ м/мин;

Глубина резания: $t = 5,75$ мм;

Подача: $f = 0,2$ мм/об.

Число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 181}{3,14 \cdot 11,5} = 5000 \text{ об/мин.}$$

Мощность резания примем из расчетов программы ToolGuide для выбранного инструмента:

$$N = 1,8 \text{ кВт.}$$

Растачивание (черновое)

Державка A08H-SCLCL 06-R. Пластина CCGX 06 02 04-AL H10.

Скорость резания: $V = 254$ м/мин;

Глубина резания: $t = 1,45$ мм;

Подача: $f = 0,2$ мм/об.

Число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 254}{3,14 \cdot 11,5} = 4000 \text{ об/мин.}$$

Мощность резания примем из расчетов программы ToolGuide для выбранного инструмента:

$$N = 0,76 \text{ кВт.}$$

Растачивание (чистовое)

Скорость резания: $V = 279 \text{ м/мин;}$

Глубина резания: $t = 0,5 \text{ мм;}$

Подача: $f = 0,2 \text{ мм/об.}$

Число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 254}{3,14 \cdot 20,2} = 4000 \text{ об/мин.}$$

Мощность резания примем из расчетов программы ToolGuide для выбранного инструмента:

$$N = 0,58 \text{ кВт.}$$

Отрезка детали

Державка QD-NR2E26-25A. Пластина QD-LE-0200-0502-СМ 1125.

Скорость резания: $V = 253 \text{ м/мин;}$

Глубина резания: $t = 2 \text{ мм;}$

Подача: $f = 0,08 \text{ мм/об.}$

Число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 232}{3,14 \cdot 36} = 4000 \text{ об/мин.}$$

Мощность резания примем из расчетов программы ToolGuide для выбранного инструмента:

$$N = 0,3 \text{ кВт.}$$

010 Токарная с ЧПУ

Обработка торца

Державка SCLCL 2525K 12. Пластина CCGX 12 04 08-AL H10.

Скорость резания: $V = 453 \text{ м/мин;}$

Глубина резания: $t = 0,2 \text{ мм;}$

Подача: $f = 0,2 \text{ мм/об.}$

Число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 453}{3,14 \cdot 36} = 4000 \text{ об/мин.}$$

Мощность резания примем из расчетов программы ToolGuide для выбранного инструмента:

$$N = 0,4 \text{ кВт.}$$

Наружное точение (черновое)

Державка SCLCL 2525K 12. Пластина CCGX 12 04 08-AL H10.

Скорость резания: $V = 420$ м/мин;

Глубина резания: $t = 1,28$ мм;

Подача: $f = 0,2$ мм/об;

Число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 304}{3,14 \cdot 36} = 4000 \text{ об/мин.}$$

Мощность резания примем из расчетов программы ToolGuide для выбранного инструмента:

$$N = 1,12 \text{ кВт.}$$

Наружное точение (чистовое)

Державка SCLCL 2525K 12. Пластина CCGX 12 04 08-AL H10.

Скорость резания: $V = 224$ м/мин;

Глубина резания: $t = 0,7$ мм;

Подача: $f = 0,2$ мм/об;

Число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 300}{3,14 \cdot 20,6} = 5368 \text{ об/мин.}$$

Мощность резания примем из расчетов программы ToolGuide для выбранного инструмента:

$$N = 0,64 \text{ кВт.}$$

Нарезание резьбы метчиком

Метчик T200-XM101DF-1/2 C110.

Скорость резания: $V = 24$ м/мин;

Глубина резания: $t = 5,75$ мм;

Подача: $f = 1,27$ мм/об;

Число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 24}{3,14 \cdot 11,5} = 601 \text{ об/мин.}$$

Фрезерование паза 1,5 мм

Монолитная твердосплавная фреза 1P221-0150-ХА 1630.

Скорость резания: $V = 19$ м/мин;

Глубина резания: $t = 2$ мм;

Подача: $f = 0,02$ мм/об;

Число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 19}{3,14 \cdot 1,5} = 4000 \text{ об/мин.}$$

Фрезерование паза 6,4 мм

Монолитная твердосплавная фреза P341-0635-ХА 1630.

Скорость резания: $V = 19$ м/мин;

Глубина резания: $t = 2$ мм;

Подача: $f = 0,02$ мм/об;

Число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 19}{3,14 \cdot 1,5} = 4000 \text{ об/мин.}$$

1.7 Выбор средств технологического оснащения

Используемые станки и необходимые технические характеристики:

1. Токарно-револьверный обрабатывающий центр Haas ST-10Y.



Рисунок 5 – Haas ST-10Y

Таблица 4 – Технические характеристики станка

Максимальный диаметр над станиной	Ø 641 мм	Количество инструментальных позиций	12 шт.
Макс. диаметр X длина обработки	Ø 413x305 мм	Сечение резца	25x25 мм
Сквозное отверстие шпинделя	Ø 44 мм	Точность позиционирования	±0,005 мм
Размер патрона	Ø 165 мм	Макс. количество приводных станций	6 шт.
Скорость вращения шпинделя	6000 об/мин	Макс. скорость вращения приводного инструмента	4000 об/мин
Мощность двигателя шпинделя	11,2 кВт	Вес станка	3585 кг
Скорость быстрых перемещений (X/Z)	30,5 м/мин	Габариты	2,580 x 1,760 мм
Перемещение по осям (X/Z)	165 мм	Система ЧПУ	HAAS

2. Лазерно-гравировальный станок BODOR BML30FT



Рисунок 6 – BODOR BML30FT

Таблица 5 – Технические характеристики станка

Мощность, Вт	30
Лазерный излучатель	MAX (MaxPhotonics)
Зона обработки, мм	200x200 (100x100, 300x300)
Минимальная толщина линии, мм	0,02
Скорость сканирования, мм/сек	0-7000
Ресурс лазерного излучателя, ч	100 000
Охлаждение лазерного излучателя	Воздушное
Длина волны, nm	1064
Частота излучения, кГц	20-60
Длина волны излучателя, нм	650 диодный лазер, видимый красный луч для целеуказания
Программа управления	EzCad2
Потребляемая мощность, Вт	500
Напряжение питания, В	220
Влажность, %	45-85 (без конденсата)
Температура эксплуатации, °C	0-40

1.8 Нормирование технологических операций

Основное время – время, затрачиваемое на движение инструмента на рабочей подаче.

Расчет основного времени производят на основании следующей зависимости:

$$t_0 = \frac{Li}{Sn};$$

где: L – расчетная длина обработки, мм;

i – число рабочих ходов;

n – частота вращения шпинделя, об/мин;

S – подача, мм/об.

Расчетную длину обработки определяют, как:

$$L = l_d + l_{\Pi} + l_c;$$

где: l_d – длина детали в направлении подачи, мм;

l_{Π} – длина подвода инструмента, мм;

l_c – длина сбегу инструмента, мм;

Величины подвода и сбегу для токарной и сверлильной принимаем равной 1...2 мм.

Вспомогательное время операции:

$$t_B = 0,18t_0.$$

Оперативное время:

$$t_{оп} = t_0 + t_B.$$

Время обслуживания рабочего места:

$$t_{об} = 0,14t_{оп}.$$

Время на личные потребности:

$$t_{об} = 0,025t.$$

Тогда штучное время определяется:

$$t_{шк} = t + t_B + t_{об} + t_{об} = 0,24 \text{ мин.}$$

005 Токарная с ЧПУ

Подрезка торца:

$$l_{\text{Д}} = 18 \text{ мм}; \quad l_{\text{П}} = l_{\text{С}} = 2 \text{ мм};$$

$$t_0 = \frac{22}{800} = 0,03 \text{ мин.}$$

Сверление отверстия:

$$l_{\text{Д}} = 37 \text{ мм}; \quad l_{\text{П}} = 2 \text{ мм};$$

$$t_0 = \frac{39}{1000} = 0,04 \text{ мин.}$$

Растачивание (черновое):

$$l_{\text{Д}} = 8,3 \text{ мм}; \quad l_{\text{П}} = 2 \text{ мм};$$

$$t_0 = \frac{10,3 \cdot 3}{800} = 0,04 \text{ мин.}$$

Растачивание (чистовое):

$$l_{\text{Д}} = 8,4 \text{ мм}; \quad l_{\text{П}} = 2 \text{ мм};$$

$$t_0 = \frac{10,4 \cdot 2}{800} = 0,03 \text{ мин.}$$

Точение фасок:

$$l_{\text{Д}} = 1,5 \text{ мм}; \quad l_{\text{П}} = 2 \text{ мм};$$

$$t_0 = \frac{3,5}{800} = 0,004 \text{ мин.}$$

Отрезание детали:

$$l_{\text{Д}} = 18 \text{ мм}; \quad l_{\text{П}} = 2 \text{ мм};$$

$$t_0 = \frac{20}{320} = 0,06 \text{ мин.}$$

Общее основное время операции:

$$\sum t_0 = 0,18 \text{ мин.}$$

Вспомогательное время операции:

$$t_{\text{в}} = 0,027 \text{ мин.}$$

Оперативное время:

$$t_{\text{оп}} = 20,7 \text{ мин.}$$

Время обслуживания рабочего места:

$$t_{\text{об}} = 0,029 \text{ мин}$$

Время на личные потребности:

$$t_{\text{об}} = 0,005 \text{ мин}$$

Тогда штучное время определяется:

$$t_{\text{шк}} = t + t_{\text{в}} + t_{\text{об}} + t_{\text{об}} = 0,24 \text{ мин.}$$

010 Токарная с ЧПУ

Подрезка торца:

$$l_{\text{д}} = 18 \text{ мм}; \quad l_{\text{п}} = l_{\text{с}} = 2 \text{ мм};$$

$$t_0 = \frac{22}{800} = 0,03 \text{ мин.}$$

Точение (черновое):

$$l_{\text{д}} = 16,9 \text{ мм}; \quad l_{\text{п}} = 2 \text{ мм};$$

$$t_0 = \frac{16,9 \cdot 6}{800} = 0,13 \text{ мин};$$

$$l_{\text{д}} = 34 \text{ мм}; \quad l_{\text{п}} = 2 \text{ мм};$$

$$t_0 = \frac{38}{800} = 0,05 \text{ мин.}$$

Точение (чистовое):

$$l_{\text{д}} = 17 \text{ мм}; \quad l_{\text{п}} = 2 \text{ мм};$$

$$t_0 = \frac{19 \cdot 2}{800} = 0,05 \text{ мин};$$

$$l_{\text{д}} = 34 \text{ мм}; \quad l_{\text{п}} = l_{\text{с}} = 2 \text{ мм};$$

$$t_0 = \frac{38}{800} = 0,05 \text{ мин.}$$

Точение фасок:

$$l_{\text{д}} = 1,6 \text{ мм}; \quad l_{\text{п}} = 2 \text{ мм};$$

$$t_0 = \frac{3,2}{800} = 0,004 \text{ мин.}$$

Нарезание резьбы

$$l_{\text{д}} = 26 \text{ мм}; \quad l_{\text{п}} = l_{\text{с}} = 2 \text{ мм};$$

$$t_0 = \frac{30}{767} = 0,39 \text{ мин.}$$

Фрезерование паза (6 шт.):

$$l_{\text{д}} = 14,7 \text{ мм}; \quad l_{\text{п}} = 2 \text{ мм};$$

$$t_0 = \frac{16,7 \cdot 6}{80} = 1,25 \text{ мин.}$$

Фрезерование паза (4 шт.):

$$l_{\text{д}} = 5,12 \text{ мм}; \quad l_{\text{п}} = 2 \text{ мм};$$

$$t_0 = \frac{7,12 \cdot 4}{800} = 0,04 \text{ мин.}$$

$$l_{\text{д}} = 5,15 \text{ мм}; \quad l_{\text{п}} = 2 \text{ мм};$$

$$t_0 = \frac{7,15 \cdot 4}{2240} = 0,02 \text{ мин.}$$

$$l_{\text{д}} = 0,03 \text{ мм}; \quad l_{\text{п}} = 2 \text{ мм};$$

$$t_0 = \frac{2,03 \cdot 4}{800} = 0,01 \text{ мин.}$$

Общее основное время операции:

$$\sum t_0 = 2,02 \text{ мин.}$$

Вспомогательное время операции:

$$t_{\text{в}} = 0,3 \text{ мин.}$$

Оперативное время:

$$t_{\text{оп}} = 2,32 \text{ мин.}$$

Время обслуживания рабочего места:

$$t_{\text{об}} = 0,32 \text{ мин}$$

Время на личные потребности:

$$t_{\text{об}} = 0,05 \text{ мин}$$

Тогда штучное время определяется:

$$t_{\text{шк}} = t + t_{\text{в}} + t_{\text{об}} + t_{\text{об}} = 2,7 \text{ мин.}$$

025 Гравировальная

Общее основное время операции:

$$\sum t_0 = 5 \text{ мин.}$$

Вспомогательное время операции:

$$t_{\text{в}} = 0,75 \text{ мин.}$$

Оперативное время:

$$t_{\text{оп}} = 5,75 \text{ мин.}$$

Время обслуживания рабочего места:

$$t_{\text{об}} = 0,8 \text{ мин}$$

Время на личные потребности:

$$t_{\text{об}} = 0,125 \text{ мин}$$

Тогда штучное время определяется:

$$t_{\text{шк}} = t + t_{\text{в}} + t_{\text{об}} + t_{\text{об}} = 6,68 \text{ мин.}$$

Выводы по главе

В данной главе был разработан технологический процесс изготовления детали «Гайка», проведен анализ технологичности детали, рассчитаны припуски на механическую обработку, определены режимы резания для обработки и подобрано технологическое оснащение. В заключение было проведено нормирование технологического процесса. Заготовкой для изготовления детали «Гайкой» служит сортовой прокат.

2 Конструкторская часть

2.1 Анализ исходных данных

Исходные данные:

Спроектировать поворотное приспособление, состоящего из регулируемого привода и планшайбы, для лазерно-гравировального станка BODOR BML30FT. Материал обрабатываемой заготовки – БрБ2 ГОСТ 18175-78.

2.2 Принцип работы приспособления

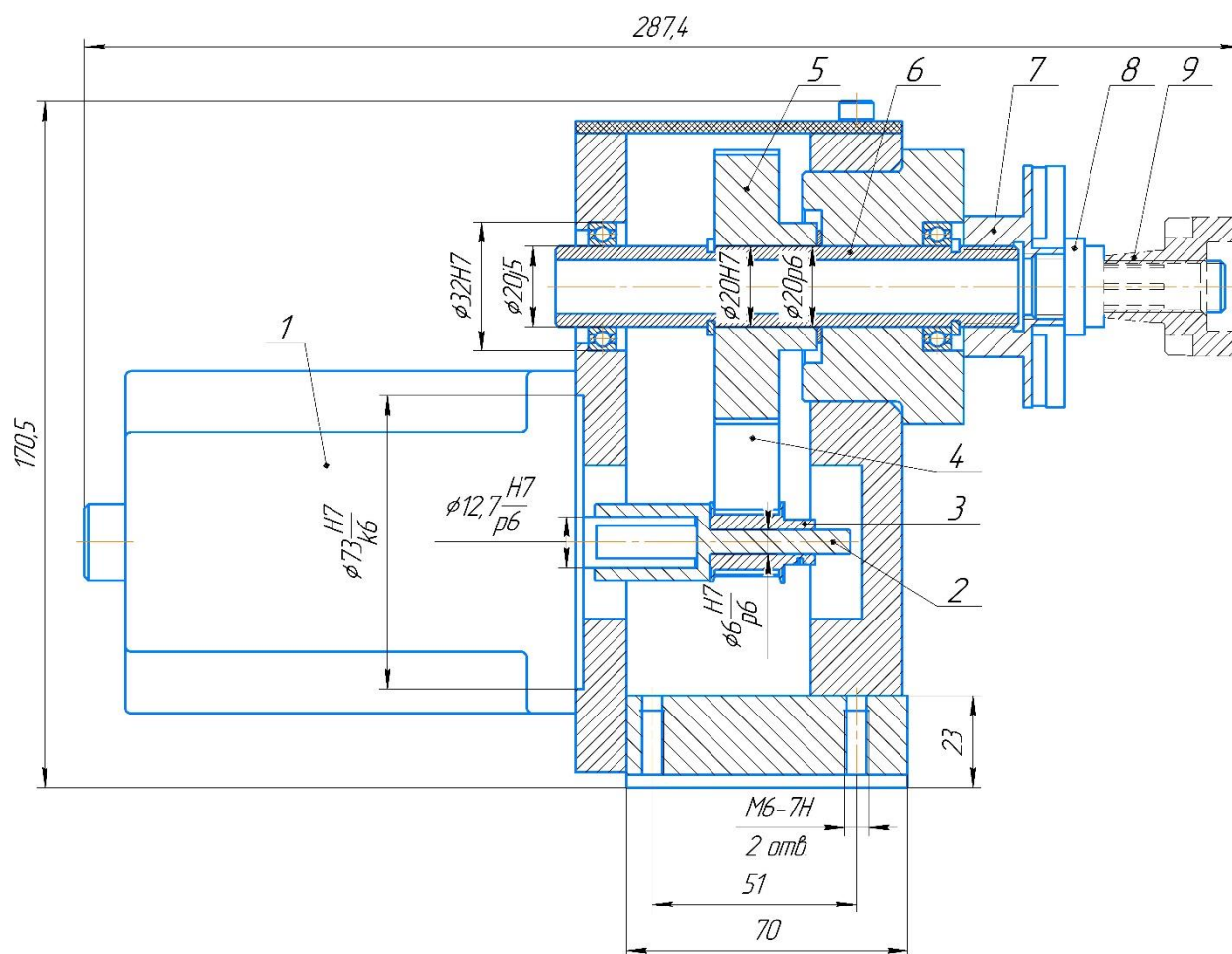


Рисунок 7 – Поворотное приспособление

Поворотное приспособление позволяет обрабатывать нестандартные заготовки, изготавливая изделия сложной формы. Оборудование дает возможность осуществления полноценной 3D и 4D обработки на станках с ЧПУ.

Разработанное поворотное приспособление применяется для операции «Гравировальная». Данное приспособление является универсальным и может применяться для различных операций (фрезерования, сверления, выборки карманов/плоскостей)

За работу оси отвечает двигатель (1) посредством которого через муфту (2) вращательное движение передается на шкив (3). От ременной передачи (3-4-5) осуществляется вращение шпинделя (6) на котором установлена планшайба (7). В планшайбе (7) имеется резьбовое отверстие, в отверстие ввинчивается оправка (8). На оправку (8) устанавливается деталь (9) посредством резьбового соединения.

Поворотное приспособление может работать в режиме индексной и непрерывной обработки. Поворот приспособления на определенный угол осуществляется с помощью энкодера установленного в двигателе приспособления (1).

2.3 Выводы по главе

В данной главе было спроектировано поворотное приспособление для операции «Гравировальная». Данное приспособление является универсальным и может быть применено для других изготавливаемых деталей. В пункте 2.2 расписан принцип работы приспособления и изображен эскиз приспособления.

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

Группа	ФИО
3-8Л52	Шаехову Родиону Вадимовичу

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 30,2%

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; Интегральный показатель эффективности; Сравнительная эффективность вариантов исполнения.

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)

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

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	16.12.2019
------------------------------------------------------	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Криницына З.В.	к.т.н.		16.12.2019

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Л52	Шаехов Родион		16.12.2019

3 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

В данном разделе приводятся организация и планирование работ по составлению технологического процесса изготовления детали «Гайка», 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.

Цель работы – разработать и подготовить производство для изготовления детали «Гайка».

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

3.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования

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

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

Таблица 6 – Карта сегментирования рынка

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

Как видно из таблицы 6, наиболее перспективной является фирма 1, так как она задействована во всех сегментах рынка.

3.1.2 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 «Гайка»: ОАО «Томская электронная компания» и ООО «Томский машиностроительный завод».

В таблице 7 приведена оценочная карта, включающая конкурентные технические разработки в области производства детали.

Таблица 7 – Оценочная карта

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б _ф	Б _{к1}	Б _{к2}	К _ф	К _{к1}	К _{к2}
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
Производительность	0,2	4	4	5	0,8	0,8	1
Срок службы	0,4	4	4	5	1,6	1,6	2

Продолжение таблицы 7

Экономические критерии оценки эффективности							
Цена	0,2	5	4	4	1	0,8	0,8
Уровень проникновения на рынок	0,1	4	4	4	0,4	0,4	0,4
Финансирование научной разработки	0,1	3	5	5	0,3	0,5	0,5
Итого	1	20	21	23	4,1	4,1	4,7

где: Б_ф – продукт проведенной исследовательской работы;

Б_{к1} – ОАО «Томская электронная компания»;

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

Таким образом, на основании таблицы 7 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 довольно высокая производительность и срок службы при относительно низкой цене.

3.1.3 SWOT-анализ

На основе анализа, проведенного в предыдущих разделах бакалаврской работы, был составлен SWOT-анализ научно-исследовательского проекта.

Таблица 8 – Результаты первого этапа SWOT-анализа

	Сильные стороны	Слабые стороны
	<p>С1. Высокое качество получаемой продукции;</p> <p>С2. Широкая область применения;</p> <p>С3. Более низкая стоимость производства;</p> <p>С4. Актуальность проекта;</p>	<p>Сл1. Отсутствие квалифицированного персонала;</p> <p>Сл2. Обработка станками с ЧПУ;</p> <p>Сл3. Отсутствие необходимого оборудования для проведения</p>

--	--	--

Продолжение таблицы 8

	С5. Требуется малая номенклатура станков.	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 9 – Интерактивная матрица возможностей и сильных сторон проекта

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

Таблица 10 – Интерактивная матрица возможностей и слабых сторон проекта

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

	B4	+	-	-
--	----	---	---	---

Таблица 11 – Интерактивная матрица угроз и сильных сторон проекта

Сильные стороны проекта						
Угрозы		C1	C2	C3	C4	C5
	У1	0	+	-	+	+
	У2	-	+	-	+	-
	У3	+	0	0	0	-

Таблица 12 – Интерактивная матрица угроз и слабых сторон проекта

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

Таблица 13 – Итоговая матрица SWOT-анализа

	Сильные стороны С1. Высокое качество получаемой продукции; С2. Широкая область применения; С3. Более низкая стоимость производства; С4. Актуальность проекта; С5. Требуется малая номенклатура станков	Слабые стороны 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;	В результате получения высокого качества продукции возможно повышение стоимости	Отсутствие квалифицированного персонала влияет на возможность удешевления ТП

В2. Возможность удешевления ТП; В3. Повышение стоимости	конкурентных разработок	
------------------------------------------------------------	-------------------------	--

Продолжение таблицы 13

конкурентных разработок В4. Увеличение такта выпуска деталей.		
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

3.2 Планирование научно-исследовательских работ

3.2.1 Структура работ в рамках научного исследования

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

Таблица 14 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Длительности, дни	Содержание работ	Должность исполнителя
Создание темы проекта	1	5	Составление и утверждение темы проекта	Научный руководитель
	2	10	Анализ актуальности темы	Инженер
	3	30	Подбор и изучение	Инженер

Выбор направления исследований			материалов по теме	
	4	3	Выбор направления исследований	Научный руководитель, инженер

Продолжение таблицы 14

	5	12	Календарное планирование работ по теме	
Теоретические и экспериментальные исследования	6	16	Изучение литературы по теме	Инженер
	7	5	Подбор нормативных документов	
	8	3	Составление технологического процесса изготовления детали «Гайка»	
Обобщение и оценка полученных результатов	9	7	Оценка эффективности полученных результатов	Научный руководитель, инженер
	10	3	Определение целесообразности проведения ВКР	
Проведение НИР				
Разработка технической документации и проектирование	11	4	Анализ и оценка финансовой составляющей	Инженер
	12	4	Анализ и оценка социальной ответственности	
	13	4	Составление технологической документации	

Оформление комплекта документации по ВКР	14	14	Составление пояснительной записки	
---------------------------------------------------	----	----	-----------------------------------------	--

Диаграмма Ганта – это тип столбчатых диаграмм (гистограмм), который используется для иллюстрации календарного плана проекта, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ.

Календарный план-график проведения НИОКР по теме



3.3 Бюджет научно-технического исследования

3.3.1 Расчет материальных затрат НТИ

Данная статья расходов включает стоимость всех материалов, используемых при разработке проекта.

Таблица 15 – Материальные затраты НТИ

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 (1 год)	1500	1	1500
Всего за материалы, руб.			4300
Транспортно-заготовительные расходы, руб.			4000
Итого по статье, руб.			8300

3.3.2 Расчет затрат на специальное оборудование для НТИ

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

Таблица 16 – Затраты на специальное оборудование

№	Наименование оборудования	Кол-во, шт.	Срок полезного использования, лет	Общая стоимость обор., тыс. руб.
1	Токарно-фрезерный станок с ЧПУ, Haas ST-10Y	1	5	7 280 000
2	Лазерно-гравировальный станок	1	5	350 000
Итого		7 630 000 руб.		

3.3.3 Основная заработная плата исполнителей темы

В настоящую статью включается основная заработная плата научных и инженерно-технических работников, непосредственно участвующих в выполнении работ по данной теме. Расходы по заработной плате определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы окладов и тарифных ставок в НИ ТПУ.

Таблица 17 – Затраты на основную заработную плату

Испол.	З _б	К _{пр}	К _д	К _р	З _м	З _{дн}	Т _{раб}	З _{осн}	К _д	З _{доп}
	руб.	-	-	-	руб.	руб.	р.дн.	руб.	-	руб.
Руков.	26300	1	0,1	1,3	37609	1709	15	25642	0,1	2564,25
Испол.	17000	1	0,1	1,3	24310	1105	105	116025	0,1	11602,5
Итого, руб.								141667,5		14166,75

3.3.4 Дополнительная заработная плата

Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы учитывают величину предусмотренных Трудовым кодексом РФ доплат за отклонение от нормальных условий труда, а также выплат, связанных с обеспечением гарантий и компенсаций. Коэффициент дополнительной заработной платы составляет 10%.

Таблица 18 – Затраты на дополнительную заработную плату

Испол.	З _{осн}	К _д	З _{доп}
	руб.	-	руб.
Руков.	25642	0,1	2564,25
Испол.	116025	0,1	11602,5
Итого, руб.			14166,75

3.3.5 Отчисления во внебюджетные фонды

Статья включает в себя отчисления во внебюджетные фонды. Коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды составляет 30,2%.

Таблица 19 – Затраты на отчисления во внебюджетные фонды

Испол.	З _{осн}	З _{доп}	К _{внеб}	С _{внеб}
	руб.	руб.	-	руб.
Руков.	25642	2564,25	0,302	8518,44
Испол.	116025	11602,5	0,302	38543,51
Итого, руб.				47061,94

3.3.6 Накладные расходы

Накладные расходы составляют 80-100% от суммы основной и дополнительной заработной платы работников, непосредственно участвующих в выполнении задания.

Таблица 20 – Накладные расходы

Испол.	З _{осн}	З _{доп}	К _{накл}	С _{накл}
	руб.	руб.	-	руб.
Руков.	25642	2564,25	0,8	22565,4
Испол.	116025	11602,5	0,8	102102
Итого, руб.				124667,4

3.4 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект по каждому варианту исполнения приведен в Таблица 21 – Итоговый бюджет НТИ

Таблица 21 – Итоговый бюджет НТИ

Наименование статей затрат	Сумма, руб.
Материальные затраты НТИ	8 300
Затраты на специальное оборудование	7 630 000
Основная заработная плата	141 667,5
Дополнительная заработная плата	14 166,75
Отчисления во внебюджетные фонды	47 061,94
Накладные расходы	124 667,4
Итого	7 965 863,59

3.5 Определение ресурсоэффективности исследования

Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования. Его нахождение связано с определением двух средневзвешенных величин: финансовой эффективности и ресурсоэффективности.

Интегральный финансовый показатель для двух вариантах исполнения равен:

$$I_{\text{фин1}} = 7\,965\,863,59/8000000 = 0,99;$$

$$I_{\text{фин2}} = 7\,965\,863,59/15000000 = 0,53.$$

Таблица 22 – Сравнительная оценка характеристик проекта

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

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности:

$$I_{p1} = 5 \cdot 0,3 + 5 \cdot 0,15 + 4 \cdot 0,1 + 3 \cdot 0,05 + 4 \cdot 0,2 + 4 \cdot 0,2 = 4,4;$$

$$I_{p2} = 5 \cdot 0,3 + 4 \cdot 0,15 + 5 \cdot 0,1 + 5 \cdot 0,05 + 5 \cdot 0,2 + 4 \cdot 0,2 = 4,65.$$

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

$$I_{\text{исп1}} = 4,4/0,99 = 4,44;$$

$$I_{\text{исп2}} = 4,65/0,53 = 8,77.$$

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки позволит определить сравнительную эффективность проекта. Сравнительная эффективность проекта:

$$\mathcal{E}_{\text{ср}} = 4,44/8,77 = 0,5.$$

Таблица 23 – Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Исп.1	Исп.2
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,99	0,53
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,4	4,65
3	Интегральный показатель эффективности	4,4	8,77
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1,97	

Выводы по главе

Таким образом, в результате проведенных исследований, установлено, что разработанный технологический процесс изготовления детали «Гайка» экономичен, энергоэффективен, характеризуется низкой материалоемкостью, высокой производительностью труда, поэтому данный научно-исследовательский проект является конкурентоспособным.

Задачи, поставленные в данном разделе выпускной квалификационной работы, решены в полном объеме. А именно:

- 1) была выявлена конкурентоспособность 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 15 рабочих дней, инженеру 105 рабочих дней;
- 4) при планировании комплекса работ по проекту была построена диаграмма Ганта, которая позволяет координировать работу исполнителей в ходе выполнения исследования;

5) Подсчитан бюджет проектирования, позволяющий оценить затраты на реализацию проекта, которые составляют 7 965 863,59 рублей.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-8Л52	Шасхову Родиону Вадимовичу

Школа	ИШНПТ	Отделение (НОЦ)	Материаловедения
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	Машиностроение

Тема ВКР:

Разработка технологического процесса изготовления гайки	
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 учебная аудитория 16А корпуса НИ ТПУ. В аудитории проводится проектирование технологического процесса изготовления детали «Гайка». Область применения – машиностроительная, нефтегазовая отрасль. Работа проводится за компьютерной техникой, что влечет за собой ряд вредных и опасных факторов.
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны	1. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 01.04.2020) 2. ГОСТ 12.2.032-78 ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования.
2. Производственная безопасность: – Анализ выявления вредных и опасных факторов – Обоснование мероприятий по снижению воздействия	В ходе исследовательской работы, проводимой в аудитории, могут возникать следующие вредные и опасные факторы: 1. Отклонения показателей микроклимата на рабочем месте; 2. Превышение уровня шума; 3. Недостаточная освещенность рабочей зоны; 4. Нервно-психические и физические нагрузки
3. Экологическая безопасность:	Использование освещения, в котором присутствует тяжелый металл, печатные палаты, в состав которых входят вредные и токсичные вещества, загрязнение окружающей среды.
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	Перечень возможных ЧС: взрыв, пожар, наводнение, утечка ядовитых газов. Наиболее типичной ЧС является пожар, может быть вызван довольно частым

	происшествием, таким как короткое замыкание.
--	----------------------------------------------

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	17.12.2019
-------------------------------------------------------------	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Белоев Е.В.	к.т.н.		17.12.2019

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Л52	Шаехов Родион Вадимович		17.12.2019

4 Социальная ответственность

Объектом выпускной квалификационной работы является проектирование процесса изготовления «Гайка».

При выполнении задания основная часть работы проводилась за компьютерной техникой в 16А корпусе НИ ТПУ. При работе с компьютерной техникой технолог испытывает психоэмоциональные и физические нагрузки. В этом разделе рассматриваются вредные и опасные факторы на стадии разработки, изготовления и эксплуатации, а также проводится анализ и оценка выше перечисленных пунктов, которые могут оказывать негативное и пагубное влияние на инженера-технолога. Даются рекомендации по обеспечению оптимальных рабочих условий труда и охране окружающей среды.

4.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Одним из факторов комфортности рабочей среды является организация рабочего места. Рабочее место технолога, разрабатывающего технологический процесс изготовления детали «Гайка» должно соответствовать требованиям ГОСТ 12.2.032-78. Каждый день в помещениях, в которых располагаются ПК, должна проводиться влажная уборка, а также систематическое проветривание помещения.

Для интерьера помещений рекомендуется использовать материалы пастельных тонов. Окраска ПК и прилегающий к нему техники должны иметь темные цвета с высококонтрастными органами управления и надписями к ним. Технологическое бюро имеет следующую окраску: потолок - белый; стены - сплошные, персикового цвета; пол - бежевый.

Для отделки полов наиболее приемлемыми считаются гладкие, нескользящие материалы, которые имеют антисептические свойства.

При организации рабочих мест необходимо учитывать, что расстояние между боковыми поверхностями мониторов должно составлять не менее 1,2 метров, между экраном монитора и тыльной частью другого – не менее 2 метров. Высота рабочего стола должна составлять 680 – 800 мм.

Режим труда и отдыха работников установлен трудовым кодексом. Согласно трудовому законодательству в течение восьмичасового рабочего дня отводится время для перерывов на отдых и питание. Продолжительность перерывов на отдых и питание варьируется от 30 до 60 минут. Работающим женщинам с детьми в возрасте до 1,5 года предоставляются помимо перерывов на питание и отдых, дополнительные перерывы для кормления ребенка не реже чем каждые три часа и не короче 30 мин.

4.1.1 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны исследователя

ГОСТ 12.2.032-78 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования» устанавливает общие эргономические требования к рабочим местам при выполнении работ в положении сидя при проектировании нового и модернизации действующего оборудования и производственных процессов. Рабочее место должно быть по высоте таким, чтобы при выполнении технологических операций (токарной с ЧПУ, фрезерной с ЧПУ, гравировальной) не было необходимости сгибать корпус или приседать.

Недопустимо выполнение работ в согнутом положении, стоя на коленях, лежа. Рациональный режим чередования труда и отдыха снижает утомляемость и травматизм, повышает производительность труда. В работе, требующей тонкой координации движений и не столько физического, сколько нервного напряжения, желательны короткие (3...5 мин) частые перерывы. Для борьбы с монотонностью работы, которая ускоряет наступление усталости и приводит к быстрому нервному истощению, надо менять ритм работы, позу,

вводить кратковременные перерывы и использовать их для упражнений производственной физкультуры.

4.2 Производственная безопасность

Для определения опасных факторов изготовления детали «Гайка» воспользуемся классификацией опасных и вредных производственных факторов по ГОСТ 12.0.003-2015. Проанализировав возможные опасные и вредные факторы на данном производстве, занесем их в таблицу 24.

Таблица 24 – Опасные и вредные факторы производства

Факторы	Этапы работ			Нормативные документы
	Разраб.	Изготов.	Эксп.	
1. Отклонение показателей микроклимата	+	+	+	Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. СанПиН 2.2.4.548–96
2.Отсутствие или недостаток естественного света	+	+	+	Уровень освещенности СП 52.13330.2016
3.Повышенный уровень шума на рабочем месте		+	+	Уровень шума на рабочих местах. СН 2.2.4/2.1.8.562–96
4.Нервнопсихические и физические нагрузки	+	+		Уровень физически нагрузок Р 2.2.200605
5. Опасный уровень напряжения в электрической цепи, замыкание которой может пройти через человека	+	+		Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов. ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ

4.3 Анализ опасных и вредных производственных факторов

1. Отклонение от показателей микроклимата в помещении.

Состояние здоровья человека, его работоспособность в большей степени зависят от микроклимата на рабочем месте.

В помещениях, предназначенных для разработки и производства детали «Гайка» должны соблюдаться определенные оптимальные параметры микроклимата в соответствии с СанПиНом 2.2.4.548-96. Эти нормы устанавливаются в зависимости от времени года, характера трудового процесса и характера производственного помещения (табл. 25).

Таблица 25 – Оптимальные параметры микроклимата на рабочих местах

Период года	Температура воздуха, °С	Скорость движения воздуха, м/с	Относительная влажность воздуха, %
Теплый	22-24	0,2-0,5	40-60
Холодный	21-23	0,2-0,4	40-60

Для создания этих условий необходимо проводить такие мероприятия как естественная вентиляция помещения, кондиционирование воздуха в теплый период, а в холодный отопление воздуха.

2. Недостаточная освещенность рабочей зоны

Следует очень четко соблюдать требования по санитарным нормативам освещенности в административных, учебных и иных учреждениях. От освещенности также зависит здоровье всего организма, сопротивляемость стрессам, усталости, физическим и умственным нагрузкам.

Требования к освещению на рабочих местах, которые представлены в СП 52.13330.2016, организованны в таблицу 3 для большего удобства.

3. Повышенный уровень шума на рабочем месте

Таблица 26 – требования к освещению на рабочих местах

Освещенность на рабочем месте	300-500 лк.
Освещенность на экране	не выше 300лк.
Блики на экране	не выше 40 кд/м ²
Прямая блескость источника света	200 кд/м ²
Показатель ослепленности	не более 20
Показатель дискомфорта	не более 15
Коэффициент пульсации	не более 5%

Длительное воздействие шума на организм человека приводит к неблагоприятным последствиям: снижается острота зрения и слуха, повышается кровяное давление, притупляется внимание.

Здание, в котором расположено технологическое бюро, удалено от сильных источников шума, таких как центральные улицы, автомобильные и железных дороги и т.д.

Шум на производстве детали «Гайка» создается внутренними источниками, такими как устройства кондиционирования воздуха и другим техническим оборудованием. Уровень шума на рабочем месте пользователя персонального компьютера не должен превышать значений, установленных СанПиН 2.2.4/2.1.8.562-96 (не должен превышать 50 дБА).

Для снижения уровня шума следует применять рациональное расположение оборудования, а также средства для ослабления шума самих источников, в частности, необходимо предусмотреть применение в их конструкциях акустических экранов, звукоизолирующих кожухов. Для снижения уровня шума стены и потолок помещений, где установлено оборудование, должны быть облицованы звукопоглощающими материалами. Для стен и потолка коэффициент звукопоглощения таких материалов определяется в области частот 63-8000 Гц.

В технологическом бюро уровень внутренних шумов не превышает предельно допустимого значения, установленного в ГОСТ 12.1.003-2014.

4. Нервно-психические и физические нагрузки

При выполнении работ на компьютере технолог во время разработки технологического процесса детали «Гайка» связан с такими физическими и нервно-психическими перегрузками, как зрительное напряжение, монотонность трудового процесса, нервно-эмоциональные перегрузки. Продолжительная работа на дисплее компьютера, может привести к нервно-эмоциональному перенапряжению, нарушению сна, ухудшению состояния, снижению концентрации внимания и работоспособности, хронической головной боли, повышенной возбудимости нервной системы, депрессии.

Повышенные статические и динамические нагрузки у пользователей ПК приводят к жалобам на боли в спине, шейном отделе позвоночника и руках.

Для существенного снижения таких нагрузок необходимы частые перерывы в работе и эргономические усовершенствования, в том числе оборудование рабочего места так, чтобы исключать неудобные позы и длительные напряжения. Физические перегрузки, умственное перенапряжение, монотонность труда устанавливаются Р 2.2.2006-05. Работа по допустимому классу условий труда с напряженностью труда средней степени предусматривает продолжительность дня 8-9 часов, продолжительность перерывов от 3 до 7 % рабочего времени.

5. Электробезопасность

Источниками электрического тока выступает технологическое оборудование (станки с ЧПУ). Опасность поражения электрическим током существует всегда, если имеется контакт с устройством, питаемым напряжением 36 В и выше, тем более от электрической сети 220 В.

Для предотвращения поражений электрическим током при работе с компьютером следует установить дополнительные оградительные устройства, обеспечивающие недоступность токоведущих частей для прикосновения. Обязательным во всех случаях является наличие защитного заземления или зануления (защитного отключения) электрооборудования. Для качественной работы компьютеров создается отдельный заземляющий контур.

Соблюдение правил и требований электробезопасности позволяет максимально обеспечить защиту пользователя от поражения электрическим током.

4.4 Экологическая безопасность

Охрана окружающей среды – это комплексная проблема и наиболее активная форма её решения – это сокращение вредных выбросов промышленных предприятий через полный переход к безотходным или малоотходным технологиям производства. Охрану природы можно представить как комплекс государственных, международных и общественных мероприятий, направленных на рациональное использование природы, восстановление, улучшение и охрану природных ресурсов.

Технический прогресс постоянно увеличивает возможности воздействия на окружающую среду и создает предпосылки для возникновения экологических кризисов. Поэтому в настоящее время вопросы охраны окружающей среды и рационального использования природных ресурсов имеют первостепенное значение.

Технологический процесс изготовления детали «Гайка» не представляет опасности для экологической обстановки, поскольку отсутствует использование токсичных материалов. Все операции являются сугубо механическими, без выделения вредных газов и веществ, однако, в процессе металлообработки снимается слой металлической стружки, которая должна правильно утилизироваться для переработки (переплавки). Стружку необходимо разделить на цветной и черный лом, спрессовать, упаковать и отправить на переплавку. Ртутные лампы сдать в соответствующую фирму на утилизацию. Смазочно-охлаждающую жидкость фильтровать и вернуть в цикл, взвеси собрать и сдать в строительную или дорожную промышленность в качестве инертного материала.

4.5 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Производственное помещение находится в городе Томск с резко-континентальным климатом. Природные явления (землетрясения, наводнения, засухи, ураганы и т.д.) в данном городе отсутствуют. Возможными ЧС могут быть: природного характера – сильные морозы, техногенного характера – шпионаж, диверсия.

Критически низкие температуры могут привести к авариям систем теплоснабжения и жизнеобеспечения, приостановке работы, обморожениям и даже жертвам среди населения. В случае заморозки труб в помещении предусмотрены запасные электрообогреватели. Электропитание для обогревателей обеспечивает генератор. Данное оборудование хранится на складе и их техническое состояние постоянно проверяется.

ЧС, возникающие в результате диверсий, возникают все чаще. Зачастую такие угрозы оказываются ложными, однако, работы в данном случае все равно прекращаются. Для предупреждения вероятности осуществления диверсии предприятие необходимо оборудовать системой видеонаблюдения, круглосуточной охраной, пропускной системой, надежной системой связи, а также исключения распространения информации о системе охраны объекта, расположений помещений и оборудования в помещениях, сигнализаторах, их местах установки и количестве. Должностные лица обязаны раз в полгода проводить тренировки по отработке действий на случай ЧС.

4.6 Пожарная безопасность

Пожарная безопасность предусматривает обеспечение безопасности людей и сохранения материальных ценностей предприятия на всех стадиях его жизненного цикла. Основными системами пожарной безопасности являются системы предотвращения пожара и противопожарной защиты, включая организационно-технические мероприятия.

Помещение, в котором осуществляется процесс изготовления изделия, по взрывопожарной и пожарной опасности относится к категории ВЗ.

В помещении необходимо иметь 2 огнетушителя марки ОП-5, исходя из размеров помещения, а также силовой щит, который позволяет мгновенно обесточить помещение. Огнетушители должны всегда содержаться в исправном состоянии, периодически осматриваться, проверяться и своевременно перезаряжаться. Желательно помещать на стенах инструкции по пожарной безопасности и план эвакуации в случае пожара. В случаях, когда не удастся ликвидировать пожар самостоятельно, необходимо вызвать пожарную охрану и покинуть помещение, руководствуясь разработанным и вывешенным планом эвакуации.

Выводы по главе

При анализе производственного помещения, в которой выполнялись работы по изготовлению детали «Гайка», было выявлено, что микроклимат в помещении соответствует нормам в теплое и холодное время года при соблюдении соответствующих требований. А именно в холодное время применяется водяное отопление, в теплый период – искусственная вентиляция. Определены требования к световому потоку которые должны соответствовать нормам. Также нормам соответствует уровень шума в помещении, который не превышает 80дБ.

Были выявлены факторы производственной безопасности: повышенный уровень шума и вибрации, недостаточная освещенность рабочего места, пониженная влажность воздуха наличие мелкой стружки итд.

Помещение, в котором осуществляется процесс изготовления детали «Гайка», по взрывопожарной и пожарной опасности относится к категории Д: негорючие вещества и материалы находятся в холодном состоянии. Помещение оборудовано пожарной сигнализацией, огнетушителем и планом эвакуации. Все электронные приборы подключены к сети питания, имеющей защитное заземление.

Заключение

В данной выпускной квалификационной работы был разработан технологический процесс детали «Гайка», а также проделана следующая работа: определен тип производства, спроектирован технологический процесс изготовления детали, выполнен размерный анализ и произведен расчет припусков на обработку, были рассчитаны режимы резания и выбрано станочное оснащение, произведены расчеты штучно-калькуляционного времени для всех операций технологического процесса, разработана станочная оснастка для одной операции «Гравировальная» технологического процесса. Разработанная станочная оснастка является многофункциональной и может быть использована для различных операций.

В ходе работы также рассмотрена финансовая актуальность и вопросы, связанные с организацией рабочего места механического участка, промышленного предприятия по изготовлению детали «Гайка». Таким образом, поставленная цель – разработка технологического процесса детали «Гайка» – выполнена.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

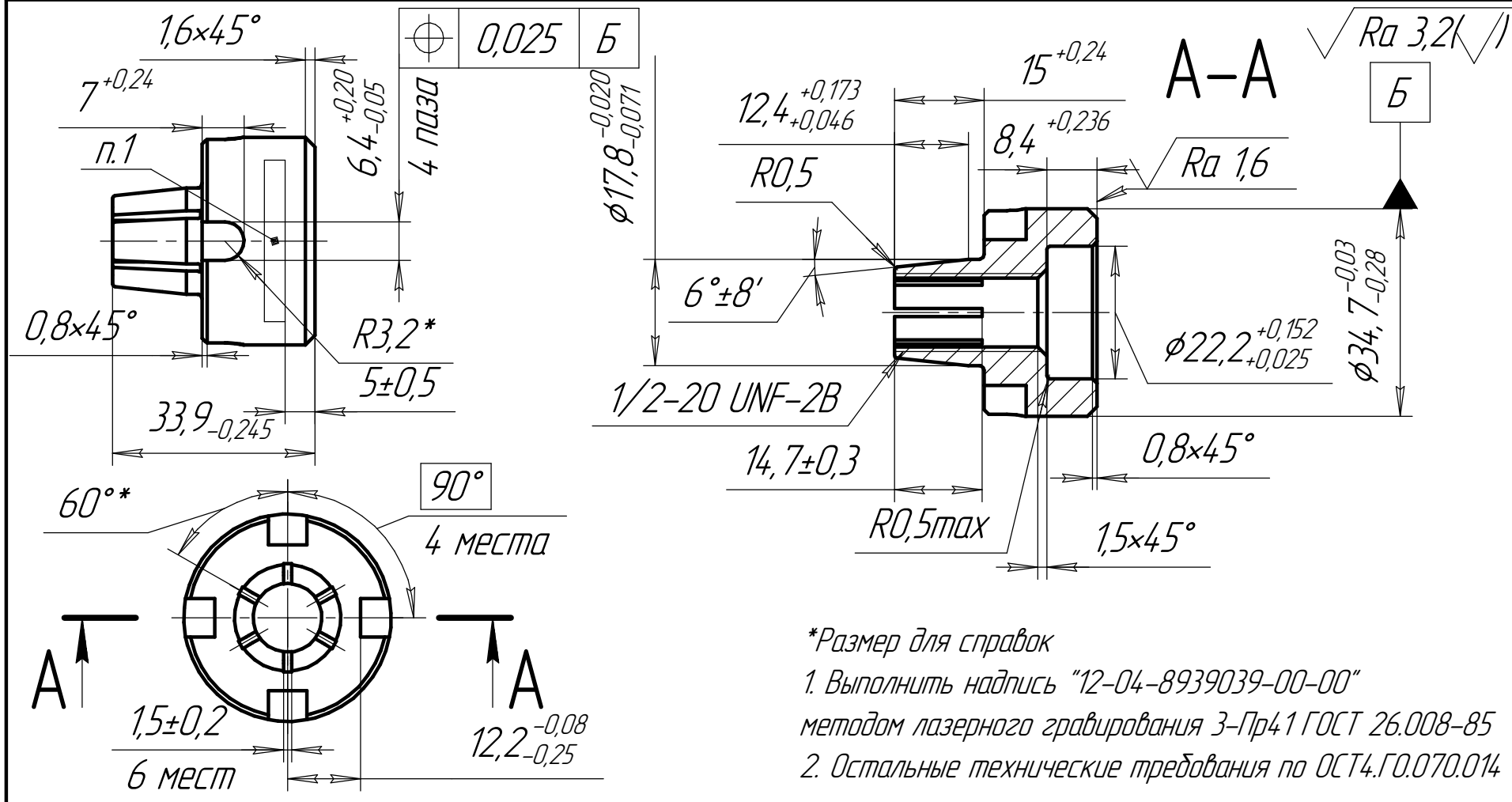
1. Скворцов В.Ф. Основы размерного анализа конструкций изделий: учебное пособие. – Изд-во Томского политехнического университета, 2012. – 80с.
2. Размерный анализ в машиностроении: учебное пособие / С.Г. Емельянов, А.М. Рудской, П.Н. Учаев и др. – Старый Оскол: ТНТ, 2010. – 332с.
3. Цепи размерные. Основные понятия, методы расчета линейных и угловых цепей: методические указания / И.М. Колесов, Е.И. Луцков, А.И. Кубарев и др. – М.: Изд-во стандартов, 1987. – 45с.
4. Аверьянов И.Н., Болотеин А.Н Проектирование и расчет станочных и контрольно- измерительных приспособлений в курсовых и дипломных проектах: учебное пособие. – Рыбинск: РГАТА, 2010. – 220с.
5. Ансеров М.А. Зажимные приспособления для токарных и круглошлифовальных станков. – Государственное научно-техническое издательство машиностроительной литературы, Москва, 1948. – 92с.
6. Косилова А.Г., Мещеряков Р.К Справочник технолога-машиностроителя Том 2. - Москва «Машиностроение», 2003. – 943 с.
7. Стружестрах Е.И. Справочник нормировщика-машиностроителя Том 2. – Москва, 1961. – 892 с.
8. Стружестрах Е.И. Справочник нормировщика-машиностроителя Том 3. – Москва, 1961. – 566 с.

Приложение А – Деталь гайка

$\sqrt{Ra\,3,2}(\sqrt{})$

					ИШНПТ-38/15217.01.00.000				
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Гаўка	Лист	Масса	Масштаб	
Разраб.							0,11	2:1	
Пров.									
Т.контр.						Лист	Листов	1	
Н.контр.						ТПУ ИШПТ			
Утв.					Beryllium copper alloy 25 (UNS C17200) COND AT	Грунна 3-8/152			
					Копировал	Формат А3			

Приложение Б – Технологическая карта



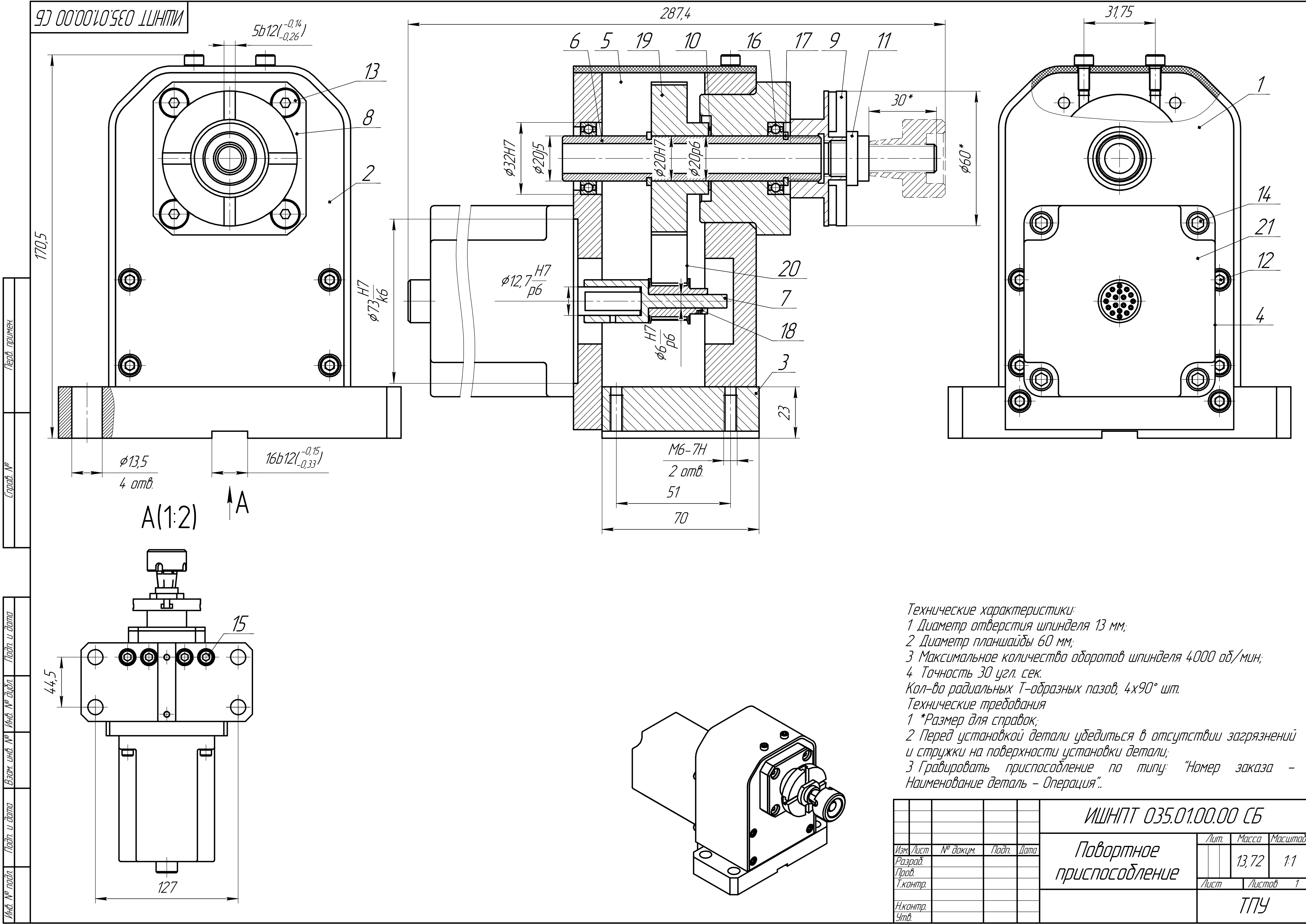
Томский политехнический университет										Кафедра ТАМП										
Карта технологического процесса										Литера										
Материал		Код ед. величины	Масса детали, кг	Заготовка																
Наименование, марка				Код и вид	Профиль Размеры	Кол.	Масса, кг													
БрБ2 ГОСТ 18175–78			0,11	Прокат	Пруток 38 ГОСТ 15835–78	3000	0,11													

Номер		Наименование операций и содержание переходов	Операционный эскиз	Оборудование	Приспособление	Инструмент		Наличие одобрен. обраб. деталей	Число рабочих ходов	Диаметр или ширина, мм	Длина в направлении подачи, мм	Глубина резания, мм	Режим обработки		Нормы времени						Разряд работы	
операций	перехода					режущий	измерительный						Подача		Частота, об./мин	Скорость резания, м./мин	T _а , мин	T _{вс}	T _{пз}	T _{шт}		T _{шт.к}
													мм/об	мм/мин								
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
005	A	005 Токарная с ЧПУ Выдвинуть пруток до упора и закрепить.		Токарно-револьверный центр Haas ST-10Y	Трехкулачковый самоцентрирующий патрон Ø160 с калеными кулачками HASS	Пластина CCGX 12 04 08-AL H10 Державка SCLCL 2525K 12 Пластина 870-1150-9-PM 4334 Сверло 870-1150-9L 16-5	Штангенциркуль MITUTOYO 500-721-20 0-150 мм; с=0.02 мм		1	36	18	0,5	0,2	531	2653	300	0,1	0,02	0,01	0,14		4
	1	Подрезать торец 1, выдерживая размер 1±0.125 мм.					1	11,5	37	5,75	0,2	1000	5000	181	0,04	0,01	0,01	0,06		4		
	2	Сверлить отверстие 2 на проход Ø115 ^{+0.18} мм.				Пластина CCGX 06 02 04-AL H10 Державка A08H-SCLCL 06-R	Штангенциркуль MITUTOYO 500-721-20 Нутромер MITUTOYO 468-166 20-25 мм; с=0.001 мм		3	11,5	8,3	1,45	0,2	800	4000	254	0,03	0,01	0,01	0,05		4
	3	Расточить отверстие 3 до Ø22,2 ^{+0.152} мм, выдерживая размер 8,4 ^{+0.236} мм.					2	20,2	8,4	0,5	0,2	800	4000	279	0,02	0,01	0,01	0,04		4		
4	5	Точить фаску 4, выдерживая размер 1,5±0,1х45° мм.				Пластина CCGX 06 02 04-AL H10 Державка A08H-SCLCL 06-R	Штангенциркуль MITUTOYO 500-721-20 0-150 мм; с=0.02 мм		1	11,5	1,5	1,5	0,2	800	4000	254	0,01	0,01	0,01	0,03		4
		Точить фаску 5, выдерживая размер 0,8±0,1х45° мм.					1	22,2	0,8	1,5	0,2	735	3675	279	0,01	0,01	0,01	0,03		4		
6	Отрезать деталь 5, выдерживая размер 35,9 _{-0.5} мм.				Пластина QD-LE-0200-0502-СМ 1125 Державка QD-NR2E26-25A	Штангенциркуль MITUTOYO 500-721-20 0-150 мм; с=0.02 мм		1	36	18	2	0,08	164	2051	232	0,2	0,01	0,01	0,22		4	
010	A	010 Токарная с ЧПУ Установить и снять заготовку.																				

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
010	6	Нарезать резьбу 1/2-20 UNF-2B, выдерживая размер 25,5* мм.		Токарно-револьверный обрабатывающий центр Haas ST-10Y	Трехкулачковый самоцентрирующий патрон Ø160 с рассточенными кулачками HASS	Метчик T200-XM1010F-1/2 C110	Штангенциркуль MITUTOYO 500-721-20 0-150 мм; с=0,02 мм. Резьбовая пробка ПР-НБ 1/2-20 UNF-2B		1	11,5	5,75	26	1,27	767	601	24	0,2	0,01	0,01	0,22			4
	7	Фрезеровать поочередно 7 пазов 1,5±0,2 мм, выдерживая размер 14,7±0,3 мм.				Фреза IP221-0150-XA 1630	Штангенциркуль MITUTOYO 500-721-20 0-150 мм. с=0,02 мм Концевые мерные плиты ГОСТ 9038-90		6	1,5	14,7	2	0,02	80	960	190	4,6	0,01	0,01	4,8			4
	8	Фрезеровать поочередно 4 паза 6,4 ^{+0,2} _{-0,05} мм, выдерживая размеры 7 ^{+0,24} _{-0,008} мм и 12,2 ^{-0,008} _{-0,250} мм.				Фреза P341-0635-XA 1630	Штангенциркуль MITUTOYO 500-721-20 0-150 мм. с=0,02 мм Концевые мерные плиты ГОСТ 9038-90		1	6,35	7	5,12	0,2	800	4000	80	0,1	0,01	0,01	0,12			4
									1	6,35	7	0,03	0,2	800	4000	80	0,1	0,01	0,01	0,12			4
									1	0,03	7	5,15	0,56	2240	4000	80	0,1	0,01	0,01	0,12			4
015	1	015 Слесарная Притупить острые кромки, зачистить заусенцы.																					
020	1	020 Промывочная Промыть деталь																					
025	1	025 Гравировальная Гравировать надпись «12-04-8939039-00-00» согласно чертежу.																					
030	1	030 Контрольная Контролировать размеры, согласно чертежу																					

Приложение В – Размерный анализ

Приложение Г – Сборочный чертеж



Перв. примен.		Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	
Справ. №						Документация			
		A2			ИШНПТ 035.01.00.00 СБ	Сборочный чертеж			
						Детали			
		БЧ		1	ИШНПТ 035.01.00.01	Плита задняя	1		
		БЧ		2	ИШНПТ 035.01.00.02	Плита передняя	1		
		БЧ		3	ИШНПТ 035.01.00.03	Плита нижняя	1		
		БЧ		4	ИШНПТ 035.01.00.04	Плита боковая	2		
		БЧ		5	ИШНПТ 035.01.00.05	Кожух	1		
		БЧ		6	ИШНПТ 035.01.00.06	Шпindel	1		
		БЧ		7	ИШНПТ 035.01.00.07	Муфта	1		
		БЧ		8	ИШНПТ 035.01.00.08	Фланец	1		
		БЧ		9	ИШНПТ 035.01.00.09	Планшайба	1		
		БЧ		10	ИШНПТ 035.01.00.10	Кольцо	1		
		БЧ		11	ИШНПТ 035.01.00.11	Оправка	1		
		Подп. и дата						Стандартные изделия	
				12		Винт М5х27	10		
						ГОСТ 11738-84			
Взам. инв. №									
				13		Винт М6х16	4		
						ГОСТ Р ИСО 10642-2012			
Подп. и дата									
Инв. № подл.									
		Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ИШНПТ 035.01.00.00		
		Разраб.					Поворотное приспособление		
		Пров.							
					Лит.	Лист	Листов		
						1	2		
					ТПУ				

