

Школа - Инженерная школа новых производственных технологий
 Направление подготовки 15.03.01 Машиностроение
 Отделение школы – Отделение материаловедения

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Разработка технологии изготовления детали «Стержень»

УДК 621.81-2-047.84

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4А7Б	Хамунаквди Т.Л.		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент (ОМ, ИШНПТ)	Алфёрова Е.А.	канд. физ.- мат.наук		

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент (ОСГН, ШБИП)	Маланина В.А.	канд. экон. наук		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент (ООД, ШБИП)	Черемискина М.А.			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОМ	Ефременков Е.А.	к.т.н.		

Запланированные результаты обучения по программе:

Код результата	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 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.
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.

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

Школа - Инженерная школа новых производственных технологий
 Направление подготовки 15.03.01 Машиностроение
 Отделение школы – 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
4А7Б	Хамунаквали Т.Л.

Тема работы:

Разработка технологии изготовления детали «Стержень»	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	111-35/С от 21.04.21

Срок сдачи студентом выполненной работы:	11.06.21
--	----------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе</p> <p><i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на</i></p>	<p>Техническое задание:</p> <p>Чертёж детали «Стержень»</p> <p>2000 шт./год</p> <p>Сталь 20 ГОСТ 1050-88</p>
--	--

<i>окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i>		
<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</p> <p><i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<p>Технологическая часть: Определение типа производства, анализ технологичности конструкции детали, разработка маршрутного техпроцесса, размерный анализ, расчёт режимов резания, подбор оборудования, расчёт основного времени.</p> <p>Конструкторская часть: проектирование оснастки</p>	
<p>Перечень графического материала</p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<p>Чертеж детали, размерный анализ, операционная карта, сборочный чертеж приспособления.</p>	
<p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</p> <p><i>(с указанием разделов)</i></p>		
	Раздел	Консультант
	Технологическая часть	Алфёрова Е.А.
	Конструкторская часть	Алфёрова Е.А.
	Социальная ответственность	Черемискина М.С.
	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Маланина В.А.
<p>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</p>		
<p>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</p>		16.12.2020

Задание выдал руководитель :

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент (ОМ, ИШНПТ)	Алфёрова Е.А.	канд. физ.- мат.наук		16.12.2020

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4А7Б	Хамунаквали Т.Л.		16.12.2020

Реферат

Выпускная квалификационная работа содержит: 148 страниц пояснительной записки, 20 рисунков, 29 таблиц, 20 источников, 2 листа графического материала А4, 1 лист графического материала А3, 3 листа графического материала А1, 2 лист графического материала А0.

Ключевые слова: стержень, технологический процесс, изготовление, деталь, приспособление, технология

Объектом исследования является технологический процесс изготовления детали «Стержень»

Целью ВКР является разработка технологического процесса изготовления детали «Стержень»

В процессе разработки проводились: построение размерных схем, определение типа производства, выбор исходной заготовки, определение припусков на обработку детали, расчет режимов резания, расчет норм времени, проектирование приспособления, расчет бюджета проекта, анализ безопасности технологического процесса, анализ полученных результатов.

В результате проектирования были определены припуски, подобраны режимы резания и назначены нормы времени для обработки детали, сконструировано приспособление для контроля радиального биения детали, проанализирован безопасности проекта в разделе «Социальная ответственность», а также составлен бюджет проекта в разделе «Финансовый менеджмент»

Область применения: машиностроение

Степень внедрения: полученные результаты могут применяться в среднесерийном производстве.

Экономическая эффективность/значимость работы: подобран оптимальный вариант для изготовления стержня, который удовлетворяет всем требованиям.

Перспективы исследования – В будущем планируется применение проектированного технологического процесса на предприятии ООО «Промышленная компания МИОН» г. Томска.

Содержание

Введение	12
1. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	13
1.1 Исходные данные	13
1.2 Назначение и конструкция детали	14
1.3 Качественный анализ технологичности конструкции детали.....	15
1.4 Определение типа производства	16
1.5 Выбор исходной заготовки	21
1.6 Разработка технологического маршрута изготовления стержня	22
1.7 Размерный анализ технологического процесса	25
1.7.1 Назначение допусков на технологические размеры	27
1.7.2. Расчет минимальных припусков на обработку.....	29
1.7.3 Расчет технологических размеров	33
1.8 Расчет режимов резания.....	44
1.8.1 Режимы резания при заготовительной операции	44
1.8.2 Расчет режимов резания для фрезерно-центровальной операции.....	45
1.8.3 Расчет режимов резания для токарной операции с ЧПУ	51
1.8.4 Расчет режимов резания для токарнофрезерной операции с ЧПУ	55
1.8.5 Расчет режимов резания для центрo-шлифовальной операции	63
1.8.6 Расчет режимов резания для круглошлифовальной операции	65
1.9 Расчет норм времени технологического процесса	69
1.9.1 Расчет норм времени для фрезерно-центровальной операции	71
1.9.2 Расчет норм времени для токарной операции с ЧПУ	74
1.9.3 Расчет норм времени токарно-фрезерной операции с ЧПУ	80
1.9.4 Расчет норм времени для круглошлифовальной операции.....	83
1.9.5 Расчет норм времени для отрезной операции.....	86
1.10 Выбор средств измерения	87
2. КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ.....	89
2.1 Описание конструкции приспособления.....	89
2.2 Технические требования к конструкции приспособления	91

2.3	Ход измерения радиального биения	91
	Результаты исследования	92
3.	ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ	93
	Введение	96
3.1	Оценка коммерческого потенциала и перспективного проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения.....	97
3.1.1	Потенциальные потребители результатов исследования	97
3.1.2	Анализ конкурентных технических решений.....	98
3.1.3	SWOT-Анализ.....	101
3.2	Планирование научно-исследовательской работы.....	104
3.2.1	Структура работ в рамках научного исследования	105
3.2.2	Определение трудоемкости выполнения работ	106
3.2.3	Разработка графика проведения научного исследования.....	107
3.2.4	Бюджет научно-технического исследования	112
3.2.4.1	Расчет материальных затрат НТИ.....	112
3.2.4.2	Расчет затрат на специальное оборудование для научных работ.....	113
3.2.4.3	Заработная плата исполнителей проекта.....	115
3.2.4.4	Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления).....	120
3.2.4.5	Накладные расходы	122
3.2.4.6	Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта	122
3.3	Определение ресурсной, финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	124
3.3.1	Интегральный показатель финансовой эффективности	124
3.3.2	Интегральный показатель ресурсоэффективности.....	125
3.3.3	Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки.....	126
	Выводы по разделу.....	128
4.	СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ	129
	Введение	132

4.1 Правовые-организационные вопросы обеспечения проектируемой рабочей зоны.....	133
4.1.1 Специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства.	133
4.1.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны	134
4.2 Производственная безопасность	134
4.2.1 Анализ опасных и вредных производственных факторов.....	136
4.2.2 Обоснование мероприятий по снижению уровней воздействия опасных и вредных факторов	140
4.3 Экологическая безопасность	141
4.3.1 Анализ влияния объекта исследования на окружающую среду	141
4.3.2 Анализ влияния процесса эксплуатации объекта на окружающую среду	142
4.3.3 Обоснование мероприятий по защите окружающей среды.	143
4.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	144
4.4.1. Анализ вероятных ЧС, которые может инициировать объект исследований	144
4.4.2. Анализ вероятных ЧС, которые могут возникнуть на производстве при внедрении объекта исследований.....	144
4.4.3 Обоснование мероприятий по предотвращению ЧС и разработка порядка действия в случае возникновения ЧС	145
Вывод по разделу	146
Заключение	147
Список источников	149

Введение

Цель работы является разработка технологии изготовления детали «Стержень». Актуальность исследования в том, что современные тенденции развития машиностроения направлены на повышение производительности обработки деталей и сокращение затрат на изготовление детали. Поэтому необходимо разработать оптимальный вариант технологического процесса изготовления стержня, при этом экономя время и финансовые ресурсы. Актуальность работы также связана с высоким спросом на данную деталь в различных сферах промышленности. Над исследуемой в ВКР проблемой работали преподаватели и студенты отделения материаловедения инженерной школы новых производственных технологий в помещениях ТПУ.

Объект исследования: Технологический процесс изготовления детали «Стержень»

Практическая значимость результатов ВКР: Результаты работы применяются на машиностроительных предприятиях

Разработанная технология, позволяет изготовить стержень согласно чертежу в условиях среднесерийного производства.

1. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

1.1 Исходные данные

Спроектировать технологический процесс изготовления детали «Стержень». Чертеж детали предоставлен на формате А3. Годовая программа выпуска $N = 2000$ шт.

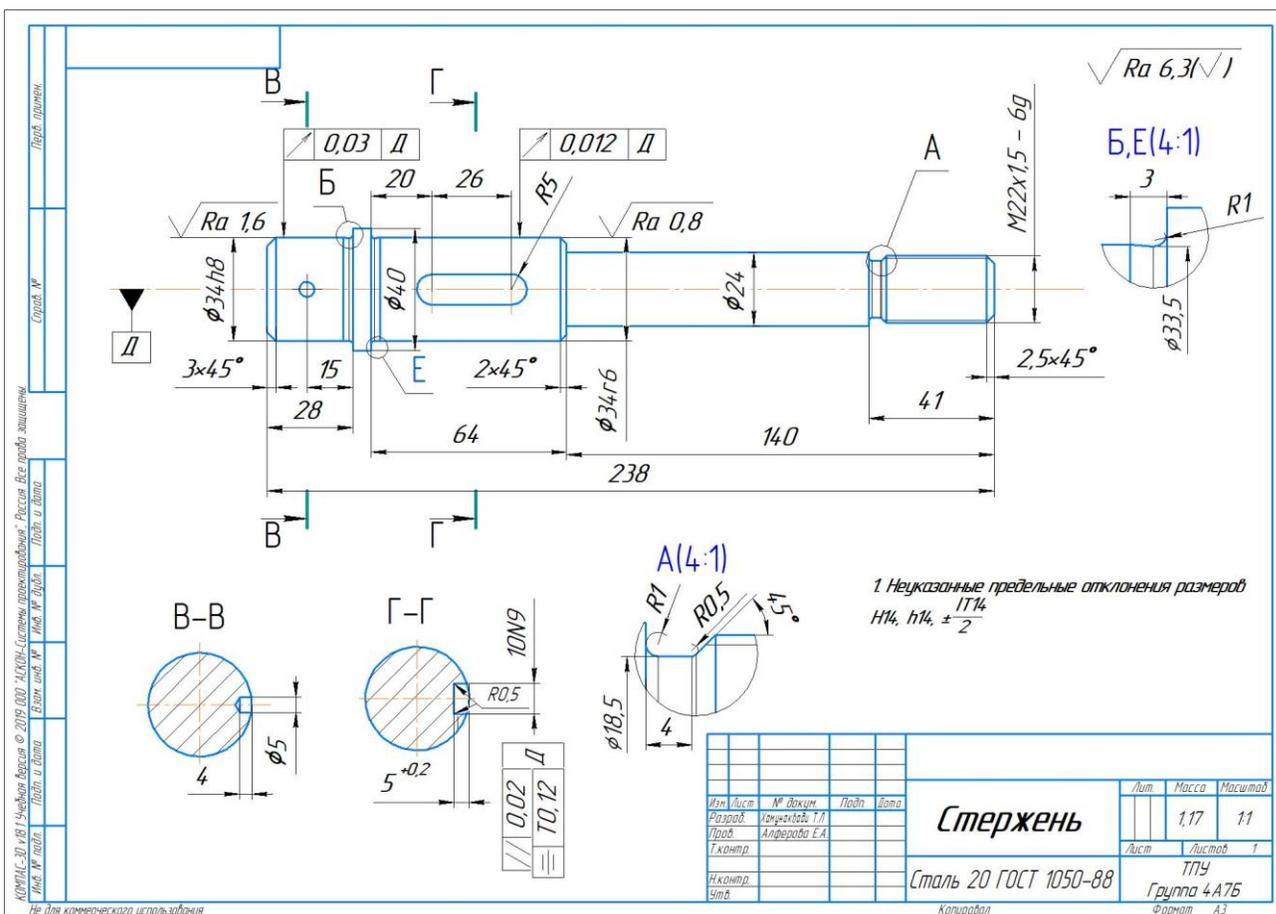


Рисунок 1.1 – Чертеж детали

1.2 Назначение и конструкция детали

Деталь является телом вращения и она относится к деталям типа «Вал». Вал ступенчатый, сплошной и нежесткий. Стержень предназначен для передачи крутящего момента, так как имеется шпоночный паз на цилиндрической поверхности. Стержень соединяется с другой деталью резьбой М22 х 1,5.

Посадочные поверхности $\varnothing 34h8$ и $\varnothing 34r6$ относятся к классу нормальной относительной геометрической точности (А), используемой для поверхностей без особых требований к точности формы при низкой скорости вращения или перемещения и применяемой наиболее часто в машиностроении. Деталь изготавливается из материала Сталь 20 ГОСТ 1050-88 согласно техническому заданию.

Таблица 1 - Химический состав стали 20 ГОСТ 1050-88

Массовая доля элементов, %									
C	Si	Mn	Cr	S	P	Ni	Cu	As	Fe
0,17- 0,24	0,17- 0,37	0,35- 0,65	не более 0,25	до 0,04	до 0,04	до 0,25	до 0,25	до 0,08	~98

Таблица 2 - Механические свойства стали 20

σ_{τ} , МПа	$\sigma_{вр}$, МПа	σ_s , МПа	ψ , %	a_n , Дж/см ²	НВ не более	
					горячекатаный	отжиг
245	410	25	55	-	163	-

Данная марка стали подходит для создания детали такого типа при условии работы со сравнительно небольшим нагружением. В техническом задании

требования к термообработке или ХТО отсутствуют. Это означает, что данная деталь работает при низких нагрузках

1.3 Качественный анализ технологичности конструкции детали

Стержень состоит из проточек, шпоночного паза, фасок и резьбы, которые являются стандартными. Выход шлифовального круга и выход резьбообразующего инструмента улучшают технологичность детали. Данная деталь можно изготавливать из стандартной заготовки, например прокат стальной круглой. Стержень изготавливается из конструкционной стали (Сталь 20), обладающая хорошей обрабатываемостью особенно в горячекатаном состоянии.

Конструкция детали проста и обеспечивает возможность применения типовых и стандартных технологических процессов и стандартных режущих и измерительных инструментов. Самые точные размеры – это диаметры $\varnothing 34h8$ с Ra 1,6, точность и шероховатость которого добываются шлифованием и $\varnothing 34g6$ с Ra 0,8, которые также добываются шлифованием соответствующей цилиндрической поверхности. Также требуется высокой точности базирования так как эти поверхности имеют допуски радиального биения. Это касается также шпоночного паза, допуски симметричности и параллельности которого равны T0,12мм и 0,02мм соответственно. Резьбу M22 x 1,5 – 6g можно получить нарезанием резцом.

Не предъявляется особых требований к точности и шероховатости остальных размеров, поэтому эти размеры не представляют технологических трудностей. Необходимо создать центровые отверстия для базирования детали в центрах, так как стержень не достаточно жесткая. Основываясь на этом анализе, можно сделать вывод о том, что деталь технологична.

1.4 Определение типа производства

Тип производства характеризуется коэффициентом закрепления операций, который рассчитывается по формуле,

$$K_{з.о} = \frac{t_{в}}{t_{штс}} \quad (1.4.1)$$

где $t_{в}$ – такт выпуска деталей;

$t_{штс}$ – среднее штучное время операций.

Определим такт выпуска деталей по формуле:

$$t_{в} = \frac{60\Phi_{д}}{N} \quad (1.4.2)$$

где $\Phi_{д}$ – действительный годовой фонд времени оборудования, ч;

$N = 2000$ шт – годовой объем выпуска деталей.

Годовой фонд времени оборудования определяем по таблице 2.1 [1, с. 22]

При условии работы оборудования в две смены $\Phi_{д} = 4029$ ч.

Определим среднее штучное время по формуле

$$t_{штс} = \frac{\sum_{i=1}^n t_{шти}}{n} \quad (1.4.3)$$

где $t_{шти}$ – штучное время i -ой операции изготовления детали, мин;

n – число основных операций в технологическом процессе.

Штучное время каждой операции определяем по формуле;

$$t_{шт} = \varphi_{к} \cdot T_{о} \quad (1.4.4)$$

где $\varphi_{к}$ – коэффициент, зависящий от вида станка

T_0 – основное технологическое время, рассчитываемое по формулам, приведенным в приложении 1 [1, с. 146].

Таблица 3 – Предварительный технологический процесс изготовления детали

Номер операции	Наименование и содержание операции
005	<p>Заготовительная: установить и закрепить заготовку</p> <p>1. Отрезать заготовку $\varnothing 44$ мм в размер 246 мм</p>
010	<p>Фрезерно-центровальная: установить и закрепить заготовку</p> <p>1. Подрезать торцы 1 и 2 в размер 238 мм</p> <p>2. Центровать торец 1 $\varnothing 4$ мм на глубину 10 мм</p> <p>3. Центровать торец 2 $\varnothing 6.3$ мм на глубину 15 мм</p>
015	<p>Токарная: установить и закрепить заготовку</p> <p>1. Точить поверхность $\varnothing 24$ мм на длину 140 мм начерно</p> <p>2. Точить поверхность $\varnothing 34$ мм на длину 64 мм</p> <p>3. Точить поверхность $\varnothing 22$ мм на длину 41 мм</p> <p>4. Точить канавку А для выхода резьбообразующего инструмента</p> <p>5. Точить фаску выдерживая размеры 2,5 мм х 45°</p> <p>6. Точить фаску выдерживая размеры 2 мм х 45°</p> <p>7. Нарезать резьбу M22x1,5 – 6g</p>
015Б	<p>1. Точить поверхность $\varnothing 40$ мм на длину 34 мм</p>

	<p>2. Точить поверхность $\varnothing 34$ мм на длину 28 мм начерно</p> <p>3. Точить канавку Е для выхода шлифовального круга</p> <p>4. Точить канавку Б для выхода шлифовального круга</p> <p>5. Точить фаску выдерживая размеры 3 мм х 45°</p> <p>6. Точить поверхность $\varnothing 34$ мм на длину 64 мм начисто</p> <p>7. Точить поверхность $\varnothing 34$ мм на длину 28 мм начисто</p>
020	<p>Вертикально-фрезерная</p> <p>1. Фрезеровать шпоночный паз 36 мм х 10 мм х 5 мм выдерживая размер 20мм</p>
025	<p>Вертикально-сверлильная</p> <p>1. Сверлить отверстие $\varnothing 5$мм на глубину 4мм выдерживая размер 15мм</p>
030	<p>Центрошлифовальная: Установить и закрепить заготовку</p> <p>1. Исправить центровые отверстия</p>
035	<p>Круглошлифовальная : Установить и закрепить заготовку</p> <p>1. Шлифовать поверхность $\varnothing 34$ мм на длину 28 мм</p> <p>2. Шлифовать поверхность $\varnothing 34$ мм на длину 64 мм</p>
040	<p>Слесарная:</p> <p>зачистить заусенцы, притупить острые кромки</p>
045	<p>Контрольная</p>

Определим основное технологическое время для операций, имеющих большее количество переходов т.е для фрезерно-центровальной, токарной, токарно-фрезерной (токарная, фрезерная и сверлильная операции) и круглошлифовальной операций.

$$T_{O-1.1} = 0,037(D^2 - d^2) = 0,037 \cdot 44^2 \cdot 10^{-3} = 71,6 \cdot 10^{-3} \text{мин}$$

$$T_{O-1.2} = 0,52dl \cdot 10^{-3} = 0,52 \cdot 6,3 \cdot 15 \cdot 10^{-3} = 49,14 \cdot 10^{-3} \text{мин}$$

$$\begin{aligned} T_{O-2.1} &= [0,17dl + 0,037(D^2 - d^2)] \cdot 10^{-3} \\ &= [0,17 \cdot 24 \cdot 140 + 0,037(44^2 - 24^2)] \cdot 10^{-3} = 621,52 \cdot 10^{-3} \text{мин} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} T_{O-2.2} &= [0,17dl + 0,037(D^2 - d^2)] \cdot 10^{-3} \\ &= [0,17 \cdot 34 \cdot 64 + 0,037(44^2 - 34^2)] \cdot 10^{-3} = 398,78 \cdot 10^{-3} \text{мин} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} T_{O-2.3} &= [0,17dl + 0,037(D^2 - d^2)] \cdot 10^{-3} \\ &= [0,17 \cdot 22 \cdot 41 + 0,037(24^2 - 22^2)] \cdot 10^{-3} = 156,74 \cdot 10^{-3} \text{мин} \end{aligned}$$

$$T_{O-2.6} = 0,63(D^2 - d^2) \cdot 10^{-3} = 0,63(22^2 - 18,5^2) \cdot 10^{-3} = 89,3 \cdot 10^{-3} \text{мин}$$

$$T_{O-2.7} = 19dl \cdot 10^{-3} = 19 \cdot 22 \cdot 33 \cdot 10^{-3} = 13794 \cdot 10^{-3} \text{мин}$$

$$T_{O-2Б.1} = 0,17dl \cdot 10^{-3} = 0,17 \cdot 40 \cdot 34 \cdot 10^{-3} = 231,2 \cdot 10^{-3} \text{мин}$$

$$\begin{aligned} T_{O-2Б.2} &= [0,17dl + 0,037(D^2 - d^2)] \cdot 10^{-3} \\ &= [0,17 \cdot 34 \cdot 28 + 0,037(40^2 - 34^2)] \cdot 10^{-3} = 178,27 \cdot 10^{-3} \text{мин} \end{aligned}$$

$$T_{O-3.1} = 0,1dl \cdot 10^{-3} = 0,1 \cdot 34 \cdot 64 \cdot 10^{-3} = 217,6 \cdot 10^{-3} \text{мин}$$

$$T_{O-3.2} = 0,1dl \cdot 10^{-3} = 0,1 \cdot 34 \cdot 28 \cdot 10^{-3} = 95,2 \cdot 10^{-3} \text{мин}$$

$$T_{O-3.3} = 0,63(D^2 - d^2) \cdot 10^{-3} = 0,63(34^2 - 33,5^2) \cdot 10^{-3} = 21,26 \cdot 10^{-3} \text{мин}$$

$$T_{O-3.4} = 0,63(D^2 - d^2) \cdot 10^{-3} = 0,63(34^2 - 33,5^2) \cdot 10^{-3} = 21,26 \cdot 10^{-3} \text{мин}$$

$$T_{0-3.5} = 4l \cdot 10^{-3} = 4 \cdot 36 \cdot 10^{-3} = 144 \cdot 10^{-3}$$

$$T_{0-3.6} = 0,52dl \cdot 10^{-3} = 0,52 \cdot 5 \cdot 4 \cdot 10^{-3} = 10,4 \cdot 10^{-3} \text{мин}$$

$$T_{0-4.1} = 0,1dl \cdot 10^{-3} = 0,1 \cdot 34 \cdot 28 \cdot 10^{-3} = 95,2 \cdot 10^{-3} \text{мин}$$

$$T_{0-4.2} = 0,1dl \cdot 10^{-3} = 0,1 \cdot 34 \cdot 64 \cdot 10^{-3} = 217,6 \cdot 10^{-3} \text{мин}$$

$$T_{0-4.3} = 0,15dl \cdot 10^{-3} = 0,15 \cdot 34 \cdot 64 \cdot 10^{-3} = 326,4 \cdot 10^{-3} \text{мин}$$

Рассчитаем основное технологическое время каждой из выбранных операций:

$$T_{01} = (71,6 + 49,14) \cdot 10^{-3} = 120,74 \cdot 10^{-3} \text{мин}$$

$$T_{02} = (621,52 + 398,78 + 156,74 + 89,3 + 13794 + 231,2 + 178,27) \cdot 10^{-3} \\ = 15469 \cdot 10^{-3} \text{мин}$$

$$T_{03} = (217,6 + 95,2 + 21,26 + 21,26 + 144 + 10,4) \cdot 10^{-3} = 509,72 \cdot 10^{-3} \text{мин}$$

$$T_{04} = (95,2 + 217,6 + 326,4) \cdot 10^{-3} = 639,2 \cdot 10^{-3} \text{мин}$$

По формуле (1.4.4) определим штучное время каждой операции:

$$t_{ш1} = \varphi_k \cdot T_{01} = 1,84 \cdot 0,121 = 0,23 \text{мин}$$

$$t_{ш2} = \varphi_k \cdot T_{02} = 2,14 \cdot 15,469 = 33,1 \text{мин}$$

$$t_{ш3} = \varphi_k \cdot T_{03} = 2,14 \cdot 0,510 = 1,09 \text{мин}$$

$$t_{ш4} = \varphi_k \cdot T_{04} = 2,10 \cdot 0,639 = 1,34 \text{мин}$$

Определим среднее штучное время по формуле (1.4.3):

$$t_{шс} = \frac{0,23 + 33,1 + 1,09 + 1,34}{4} = 8,94 \text{мин}$$

Произведем расчет такта выпуска по формуле (1.4.2)

$$t_{\text{в}} = \frac{60\Phi_{\text{д}}}{N} = \frac{60 \cdot 4029}{2000} = 120,87 \text{ мин}$$

Тогда коэффициент закрепления операций будет равен $K_{3.0} = \frac{t_{\text{в}}}{t_{\text{шс}}} = \frac{120,87}{8,94} = 13,5$, что соответствует среднесерийному типу производства.

1.5 Выбор исходной заготовки

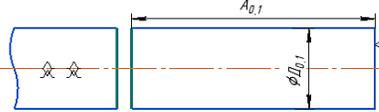
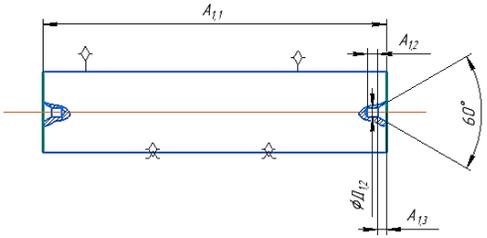
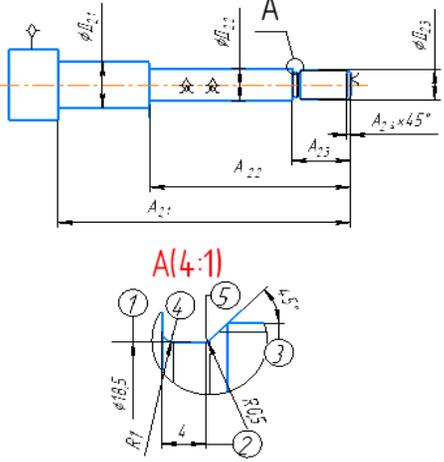
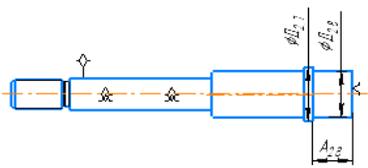
В качестве способа получения заготовок выбираем сортовой прокат (рис 1.5). Выбор обоснован тем, что стержень изготавливается из стали 20 ГОСТ 1050-88 согласно ТЗ и она имеет простую форму и небольшие перепады диаметров ступеней, а также производство среднесерийное. Целесообразно выбрать горячекатаный прокат с экономической точки зрения.



Рисунок 1.5 – Эскиз заготовки

1.6 Разработка технологического маршрута изготовления стержня

Таблица 4 – Предварительный маршрут обработки стержня

Операция (номер и наименование)	Установ	Приспособление	Переход (номер)	Содержание операций и переходов	Операционный эскиз
1	2	3	4	5	6
0. Отрезная	A		1	Отрезать заготовку $\phi D_{0,1}$, выдерживая размер $A_{0,1}$	
1. Фрезерно-центральная	A	Тиски самоцентрирующие с призматическими губками	1 2	1 Подрезать торцы в размер $A_{1,1}$ 2 Центровать торцы $\phi D_{1,2}$, выдерживая размеры $A_{1,2}$, $A_{1,3}$	
2. Токарная с ЧПУ	A	Поводковый патрон	1	Точить поверхность $\phi D_{2,1}$ начерно с подрезкой торца, выдерживая размер $A_{2,1}$	
			2	Точить поверхность $\phi D_{2,2}$ с подрезкой торца, выдерживая размер $A_{2,2}$	
	3		Точить поверхность $\phi D_{2,3}$ с подрезкой торца, выдерживая размер $A_{2,3}$		
	4		Снять фаску $A_{2,4} \times 45^\circ$		
	5		Точить канавку $\phi D_{2,5}$, выдерживая размер $A_{2,5}$ и $A_{2,3}$		
	6		Нарезать резьбу $\phi D_{2,3}$ напроход		
	B		7	Точить поверхность $\phi D_{2,7}$	
		8	Точить поверхность $\phi D_{2,8}$ начерно с подрезкой торца, выдерживая размер $A_{2,8}$		

3. Токарно-фрезерная с ЧПУ	А	Поводковый патрон	1	Точить поверхность ϕD_{31} начисто,	
			2	Точить поверхность ϕD_{32} начисто	
			3	Точить канавки ϕD_{33} , выдерживая размеры A_{33} , A_{22} и A_{28}	
			4	Фрезеровать шпоночный паз, выдерживая размеры A_{34}^1 , A_{34}^2 , A_{34}^3 , A_{34}^4	
			5	Сверлить отверстие ϕD_{35} , выдерживая размеры A_{35} и A_{35}^2	
			6	Снять фаску $A_{36} \times 45^\circ$	
			7	Снять фаску $A_{37} \times 45^\circ$	

4. Центр-шлифовальная	А	Самоцентрирующий люнет	1	Шлифовать центральное отверстие $\phi D_{4,1}$, выдерживая размеры $A_{4,1}^1$ и $A_{4,1}^2$	
	Б		2	Шлифовать центральное отверстие $\phi D_{4,2}$, выдерживая размеры $A_{4,2}^1$ и $A_{4,2}^2$	

5. Круглошлифовальная	А	Поводковый патрон	1	Шлифовать поверхность $\phi D_{5,1}$	
			2	Шлифовать поверхность $\phi D_{5,2}$ предварительно	
			3	Шлифовать поверхность $\phi D_{5,3}$ чисто	
6. Слесарная			1	Зачистить заусенцы, притупить острые кромки	
7. Контрольная			1	Контролировать размеры согласно чертежу	

1.7 Размерный анализ технологического процесса

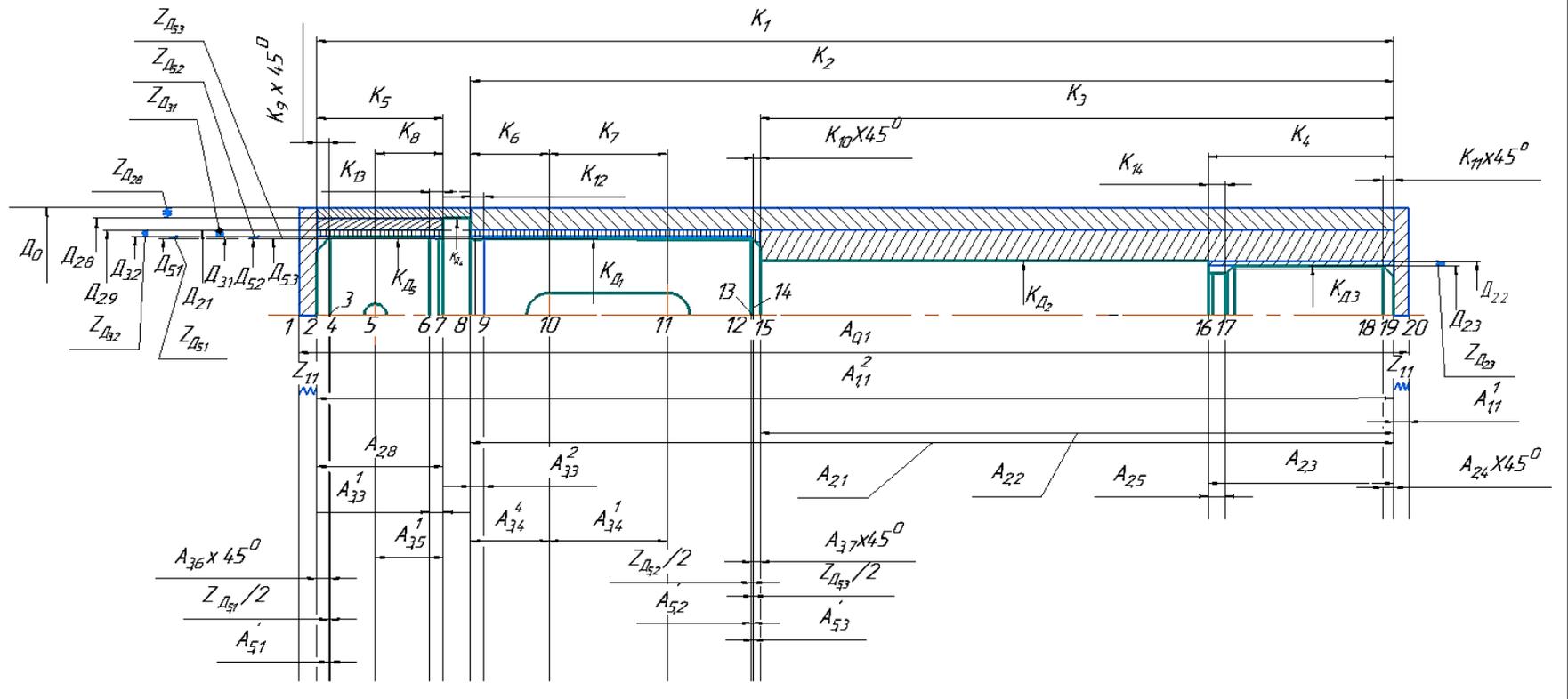


Рис 1.7а - Размерная схема технологического процесса изготовления стержня

Число поверхностей $\Pi = 20$, число технологических размеров $A = 19$, число конструкторских размеров $K = 14$, число припусков $= 5$. Следовательно размерная схема построена правильно.

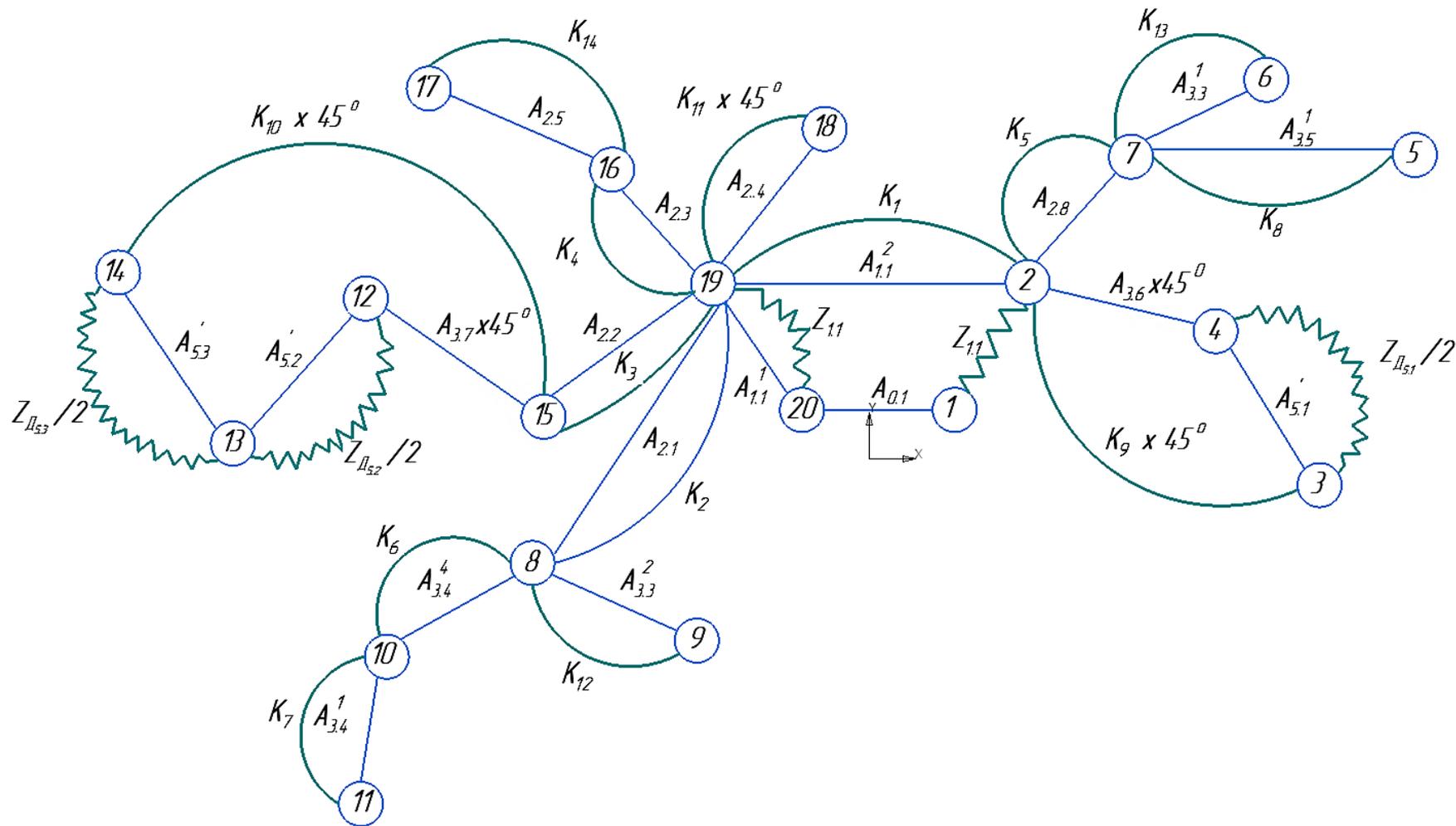


Рис 1.76 – Граф технологических размерных цепей, формирующихся при изготовлении стержня (продольное направление)

1.7.1 Назначение допусков на технологические размеры

а) в диаметральном направлении :

$$T_{D_i} = \omega_{C_i} \quad (1.7.1)$$

где T_{D_i} – допуск на диаметральный технологический размер, получаемый на i -том переходе;

ω_{C_i} – статистическая погрешность механической обработки, мм.

$$T_{D_{2.1}} = 0,39 \text{ мм}$$

$$T_{D_{2.2}} = 0,33 \text{ мм}$$

$$T_{D_{2.3}} = 0,33 \text{ мм}$$

$$T_{D_{2.7}} = 0,39 \text{ мм}$$

$$T_{D_{2.8}} = 0,39 \text{ мм}$$

$$T_{D_{3.1}} = 0,10 \text{ мм}$$

$$T_{D_{3.2}} = 0,10 \text{ мм}$$

$$T_{D'_{5.1}} = 0,039 \text{ мм}$$

$$T_{D'_{5.2}} = 0,039 \text{ мм}$$

$$T_{D_{5.2}} = 0,016 \text{ мм}$$

б) в продольном направлении:

$$T_{A_i} = \omega_{C_i} + \rho_{\text{и}} + \varepsilon_6 \quad (1.7.2)$$

где T_{A_i} – допуск на осевой технологический размер, мм;

ω_{C_i} – статистическая погрешность механической обработки, мм;

$\rho_{и}$ – пространственные отклонения измерительной(технологической) базы, мм:

ε_{δ} – погрешность базирования, мм

При этом должно выполняться условие $TA_i \leq TK_i$,

где TK_i – допуск на соответствующий конструкторский размер.

При обработке детали в центрах в нашем случае погрешность установки может быть принята равной нулю [2, стр.42]. Следовательно $\varepsilon_{\delta} = 0$. Значение $\rho_{и} = 0$, так как базируют ось заготовки при обработке детали в центрах.

$$TA_{1.1}^1 = 0,20 \text{ мм}$$

$$TA_{1.1}^2 = 0,25 < TK_1 = 1,15 \text{ мм}$$

$$TA_{2.1} = 0,25 < TK_2 = 1,15 \text{ мм}$$

$$TA_{2.2} = 0,25 < TK_3 = 1 \text{ мм}$$

$$TA_{2.3} = 0,20 < TK_4 = 0,62 \text{ мм}$$

$$TA_{2.4} = 0,20 < TK_{11} = 0,25 \text{ мм}$$

$$TA_{2.5} = 0,20 < TK_{14} = 0,30 \text{ мм}$$

$$TA_{2.8} = 0,20 < TK_5 = 0,52 \text{ мм}$$

$$TA_{3.3}^1 = 0,20 < TK_{13} = 0,25 \text{ мм}$$

$$TA_{3.3}^2 = 0,20 < TK_{12} = 0,25 \text{ мм}$$

$$TA_{3.4}^1 = 0,20 < TK_7 = 0,52 \text{ мм}$$

$$TA_{3.4}^4 = 0,20 < TK_6 = 0,52 \text{ мм}$$

$$TA_{3.5}^1 = 0,20 < TK_8 = 0,43 \text{ мм}$$

$$TA_{3.6} = 0,20 < TK_9 = 0,25 \text{ мм}$$

$$TA_{3.7} = 0,20 < TK_{10} = 0,25 \text{ мм}$$

$$TA_{0.1} = 3,2 \text{ мм}$$

С целью увеличения производительности обработки детали примем допуски на технологические размеры равными допускам на конструкторские размеры

1.7.2. Расчет минимальных припусков на обработку

а) в диаметральном направлении:

Минимальный припуск на обработку поверхности вращения определяется по формуле;

$$Z_{i \min} = 2(Rz_{i-1} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_{yi}^2}) \quad (1.7.2.1)$$

где Rz_{i-1} – шероховатость поверхности, полученная на предшествующем переходе(операции) обработки данной поверхности, мкм;

h_{i-1} – толщина дефектного слоя, сформированного на предшествующем переходе(операции) обработки данной поверхности, мкм;

ρ_{i-1} – пространственные отклонения обрабатываемой поверхности; ε_y – погрешность установки, мкм

Пространственные отклонения находим по формуле;

$$\rho_{i-1} = \sqrt{\rho_{\phi i-1}^2 + \rho_{p-1}^2} \quad (1.7.2.2)$$

где $\rho_{\phi i-1}$ – погрешность формы обрабатываемой поверхности, полученная на предшествующем переходе(операции), мкм;

ρ_{pi-1} – погрешность расположения обрабатываемой поверхности относительно технологических баз.

Погрешность установки на выполняемом переходе рассчитываем по формуле;

$$\varepsilon_y = \sqrt{\varepsilon_{6i}^2 + \varepsilon_{3i}^2} \quad (1.7.2.3)$$

где $\varepsilon_6, \varepsilon_3$ – погрешности базирования и закрепления на этом переходе, мкм.

При обработке цилиндрической заготовки, установленной в центрах $\varepsilon_y = 0$.

Рассчитываем значения пространственного отклонения по формуле (1.7.2.2)

значения минимальных припусков по формуле (1.7.2.1);

i) $Z_{Д2.3} \text{ min}$:

$$Rz_{i-1} = 115, \rho_{pi-1} = 75, h_{i-1} = 75, \rho_{\phi i-1} = 30$$

$$\rho_{i-1} = \sqrt{30^2 + 75^2} = 80,78$$

$$Z_{Д2.3} \text{ min} = 2(115 + 75 + 80,78) = 541,6 \text{ мкм}$$

ii) $Z_{Д2.8} \text{ min}$:

$$Rz_{i-1} = 115, \rho_{pi-1} = 75, h_{i-1} = 75, \rho_{\phi i-1} = 30$$

$$\rho_{i-1} = \sqrt{30^2 + 75^2} = 80,78$$

$$Z_{Д2.8} \text{ min} = 2(115 + 75 + 80,78) = 541,6 \text{ мкм}$$

iii) $Z_{Д3.1} \text{ min}$:

$$Rz_{i-1} = 115, \rho_{pi-1} = 75, h_{i-1} = 75, \rho_{\phi i-1} = 30$$

$$\rho_{i-1} = \sqrt{30^2 + 75^2} = 80,78$$

$$Z_{Д3.1} \text{ min} = 2(115 + 75 + 80,78) = 541,6\text{MKM}$$

iv) $Z_{Д3.2} \text{ min}$:

$$Rz_{i-1} = 115, \rho_{pi-1} = 75, h_{i-1} = 75, \rho_{\phi i-1} = 30$$

$$\rho_{i-1} = \sqrt{30^2 + 75^2} = 80,78$$

$$Z_{Д3.2} \text{ min} = 2(115 + 75 + 80,78) = 541,6\text{MKM}$$

v) $Z_{Д5.1} \text{ min}$:

$$Rz_{i-1} = 20, \rho_{pi-1} = 45, h_{i-1} = 25, \rho_{\phi i-1} = 11$$

$$\rho_{i-1} = \sqrt{11^2 + 45^2} = 46,32$$

$$Z_{Д5.1} \text{ min} = 2(20 + 25 + 46,32) = 182,64\text{MKM}$$

v) $Z_{Д5.2} \text{ min}$:

$$Rz_{i-1} = 20, \rho_{pi-1} = 45, h_{i-1} = 25, \rho_{\phi i-1} = 11$$

$$\rho_{i-1} = \sqrt{11^2 + 45^2} = 46,32$$

$$Z_{Д5.2} \text{ min} = 2(20 + 25 + 46,32) = 182,64\text{MKM}$$

vi) $Z_{Д5.3} \text{ min}$:

$$Rz_{i-1} = 30, \rho_{pi-1} = 37,5, h_{i-1} = 40, \rho_{\phi i-1} = 5,25$$

$$\rho_{i-1} = \sqrt{5,25^2 + 37,5^2} = 37,87$$

$$Z_{Д5.3} \min = 2(20 + 25 + 46,32) = 215,74 \text{ мкм}$$

vii) $Z_{Д2.7} \min$:

$$Rz_{i-1} = 115, \rho_{pi-1} = 28, h_{i-1} = 125$$

$\rho_{\phi i-1} = \Delta_k \cdot l$, где Δ_k – кривизна проката, l – вылет заготовки

$$\rho_{\phi i-1} = 1,5 \cdot 243 = 364,5 \text{ мкм}$$

$$\rho_{i-1} = \sqrt{364,5^2 + 28^2} = 365,57$$

$$Z_{Д2.7} \min = 2(115 + 125 + 365,57) = 1211,14 \text{ мкм}$$

б) в продольном направлении:

При обработке плоскостей пространственное отклонения определяется по формуле;

$$\rho_{i-1} = \rho_{\phi i-1} + \rho_{pi-1} \quad (1.7.2.4)$$

а минимальный припуск по формуле;

$$z_i \min = 2(Rz_{i-1} + h_{i-1} + \rho_{i-1}) \quad (1.7.2.5)$$

Рассчитываем значения пространственных отклонений по формуле (1.7.2.4) и минимальных припусков по формуле (1.7.2.5);

i) $Z_{1.1}^1 \min$:

$$Rz_{i-1} = 120, \rho_{pi-1} = 40, h_{i-1} = 125, \rho_{\phi i-1} = 140$$

$$\rho_{i-1} = 140 + 40 = 180$$

$$Z_{1.1}^1 \text{ min} = 2(120 + 125 + 180) = 850 \text{ мкм}$$

ii) $Z_{1.1}^2 \text{ min}$:

$$Rz_{i-1} = 120, \rho_{pi-1} = 40, h_{i-1} = 125, \rho_{\phi i-1} = 140$$

$$\rho_{i-1} = 140 + 40 = 180$$

$$Z_{1.1}^2 \text{ min} = 2(120 + 125 + 180) = 850 \text{ мкм}$$

1.7.3 Расчет технологических размеров

а) диаметрального направление:

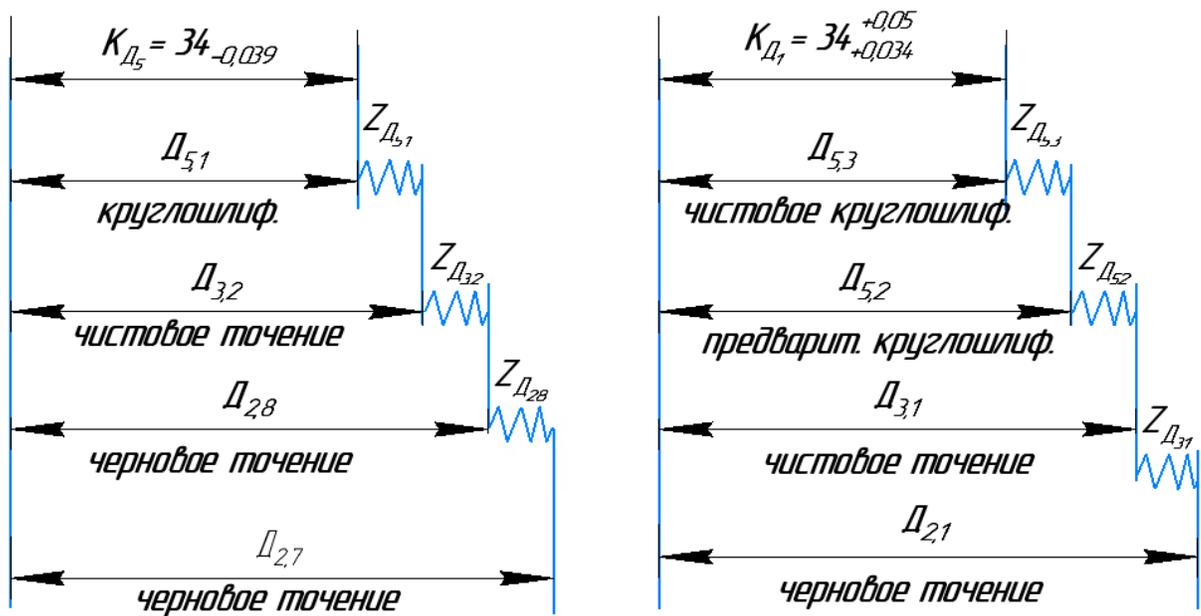


Рис 1.7.3а – Технологические размеры схемы, формирующиеся при изготовлении стержня

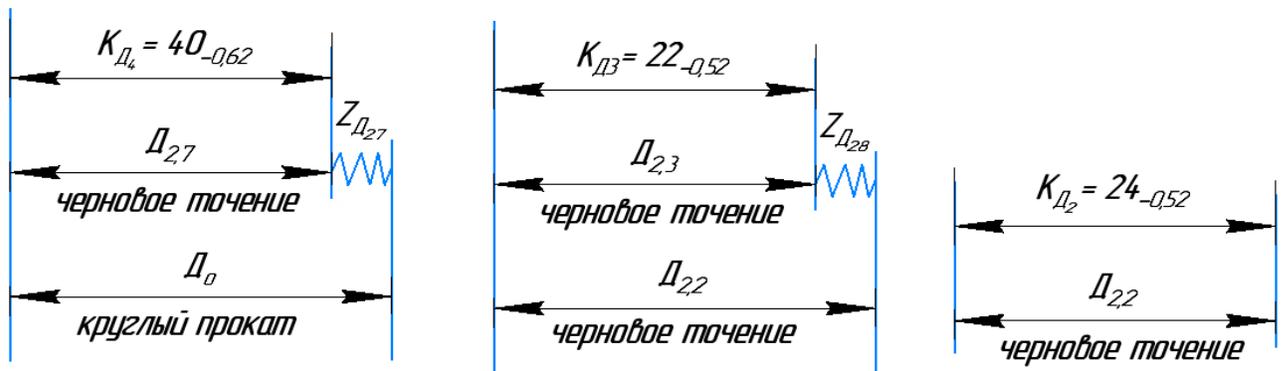


Рис 1.7.36 – Технологические размеры схемы, формирующиеся при изготовлении стержня

1) Расчет технологических размеров при обработке наружной поверхности $\varnothing 40^{0}_{-0,62}$

$$D_{2.7}^C = D_{2.7} + \frac{ВОД_{2.7} + НОД_{2.7}}{2} = 40 + \frac{0 - 0,62}{2} = 39,69$$

$$D_{2.7} = 39,69 \pm 0,31 = 40_{-0,62} \text{ мм}$$

$$ТД_0 = ВОД_0 - НОД_0 = 0,4 - (-0,7) = 1,1 \text{ мм}$$

$$Z_{D_{2.7}}^C = Z_{D_{2.7}} \text{ min} + \frac{ТД_{2.7} + ТД_0}{2} = 1,211 + \frac{0,62 + 1,1}{2} = 2,071 \text{ мм}$$

$$D_0^C = D_{2.7}^C + Z_{D_{2.7}}^C = 39,69 + 2,071 = 42,391$$

$$D_0 = D_0^C - \frac{ВОД_0 + НОД_0}{2} = 42,391 - \frac{0,4 - 0,7}{2} = 42,541 \text{ мм}$$

Выбираем прокат диаметром $43^{+0,4}_{-0,7}$ мм по ГОСТ 2590 -2006

Определяем фактическое значение припуска ;

$$Z_{D_{2.7}\Phi} = D_{\text{оф}} - D_{2.7} = 43^{+0,4}_{-0,7} - 40_{-0,62} = 3^{+1,62}_{-0,7} \text{ мм}$$

2) Расчет технологических размеров при обработке наружной поверхности $\emptyset 34h8(0_{-0,039})$

$$D_{5.1} = K_{D5} = 34_{-0,039}\text{мм}$$

$$D_{5.1}^C = D_{5.1} + \frac{ВОД_{5.1} + НОД_{5.1}}{2} = 34 + \frac{0 - 0,039}{2} = 33,9805\text{мм}$$

$$Z_{D_{5.1}}^C = Z_{D_{5.1}}\text{min} + \frac{T_{D_{5.1}} + T_{D_{3.2}}}{2} = 0,183 + \frac{0,039 + 0,10}{2} = 0,2525\text{мм}$$

$$D_{3.2}^C = D_{5.1}^C + Z_{D_{5.1}}^C = 33,9805 + 0,2525 = 34,233$$

$$D_{3.2} = 34,233 \pm 0,05 = 34,283_{-0,10}\text{мм}$$

$$Z_{D_{3.2}}^C = Z_{D_{3.2}}\text{min} + \frac{T_{D_{2.8}} + T_{D_{3.2}}}{2} = 0,542 + \frac{0,39 + 0,10}{2} = 0,787\text{мм}$$

$$D_{2.8}^C = D_{3.2}^C + Z_{D_{3.2}}^C = 34,233 + 0,787 = 35,02$$

$$D_{2.8} = 35,02 \pm 0,195 = 35,215_{-0,39}\text{мм}$$

3) Расчет технологических размеров при обработке наружной поверхности $\emptyset 34r6(+0,050_{+0,034})$

$$D_{5.3} = K_{D1} = 34_{+0,034}^{+0,050}\text{мм}$$

$$D_{5.3}^C = D_{5.3} + \frac{ВОД_{5.3} + НОД_{5.3}}{2} = 34 + \frac{0,05 + 0,034}{2} = 34,042\text{мм}$$

$$Z_{D_{5.3}}^C = Z_{D_{5.3}}\text{min} + \frac{T_{D_{5.3}} + T_{D_{5.2}}}{2} = 0,216 + \frac{0,016 + 0,039}{2} = 0,2435\text{мм}$$

$$D_{5.2}^C = D_{5.3}^C + Z_{D_{5.3}}^C = 34,042 + 0,2435 = 34,285\text{мм}$$

$$D_{5.2} = 34,285 \pm 0,0195 = 34,305_{-0,039}$$

$$Z_{D_{5.2}}^C = Z_{D_{5.2}} \min + \frac{T_{D_{5.2}} + T_{D_{3.1}}}{2} = 0,183 + \frac{0,039 + 0,10}{2} = 0,2525 \text{ мм}$$

$$D_{3.1}^C = D_{5.2}^C + Z_{D_{5.2}}^C = 34,2855 + 0,2525 = 34,538 \text{ мм}$$

$$D_{3.1} = 34,538 \pm 0,05 = 34,588_{-0,10} \text{ мм}$$

$$Z_{D_{5.2}}^C = Z_{D_{5.2}} \min + \frac{T_{D_{5.2}} + T_{D_{3.1}}}{2} = 0,183 + \frac{0,039 + 0,10}{2} = 0,2525 \text{ мм}$$

$$Z_{D_{3.1}}^C = Z_{D_{3.1}} \min + \frac{T_{D_{3.1}} + T_{D_{2.1}}}{2} = 0,542 + \frac{0,10 + 0,39}{2} = 0,787 \text{ мм}$$

$$D_{2.1}^C = D_{3.1}^C + Z_{D_{3.1}}^C = 34,538 + 0,787 = 35,325 \text{ мм}$$

$$D_{2.1} = 35,325 \pm 0,195 = 35,52_{-0,39} \text{ мм}$$

4) Расчет технологических размеров при обработке наружной поверхности $\emptyset 22 \text{ h}14_{(-0,52)}$

$$D_{2.3} = K_{D3} = 22_{-0,52}^0 \text{ мм}$$

$$D_{2.2} = 24_{-0,52} \text{ мм}$$

$$Z_{D_{2.3}} = D_{2.2} - D_{2.3} = 24_{-0,52}^0 - 22_{-0,52}^0 = 2_{-1,04}^0 \text{ мм}$$

б) продольное направление:

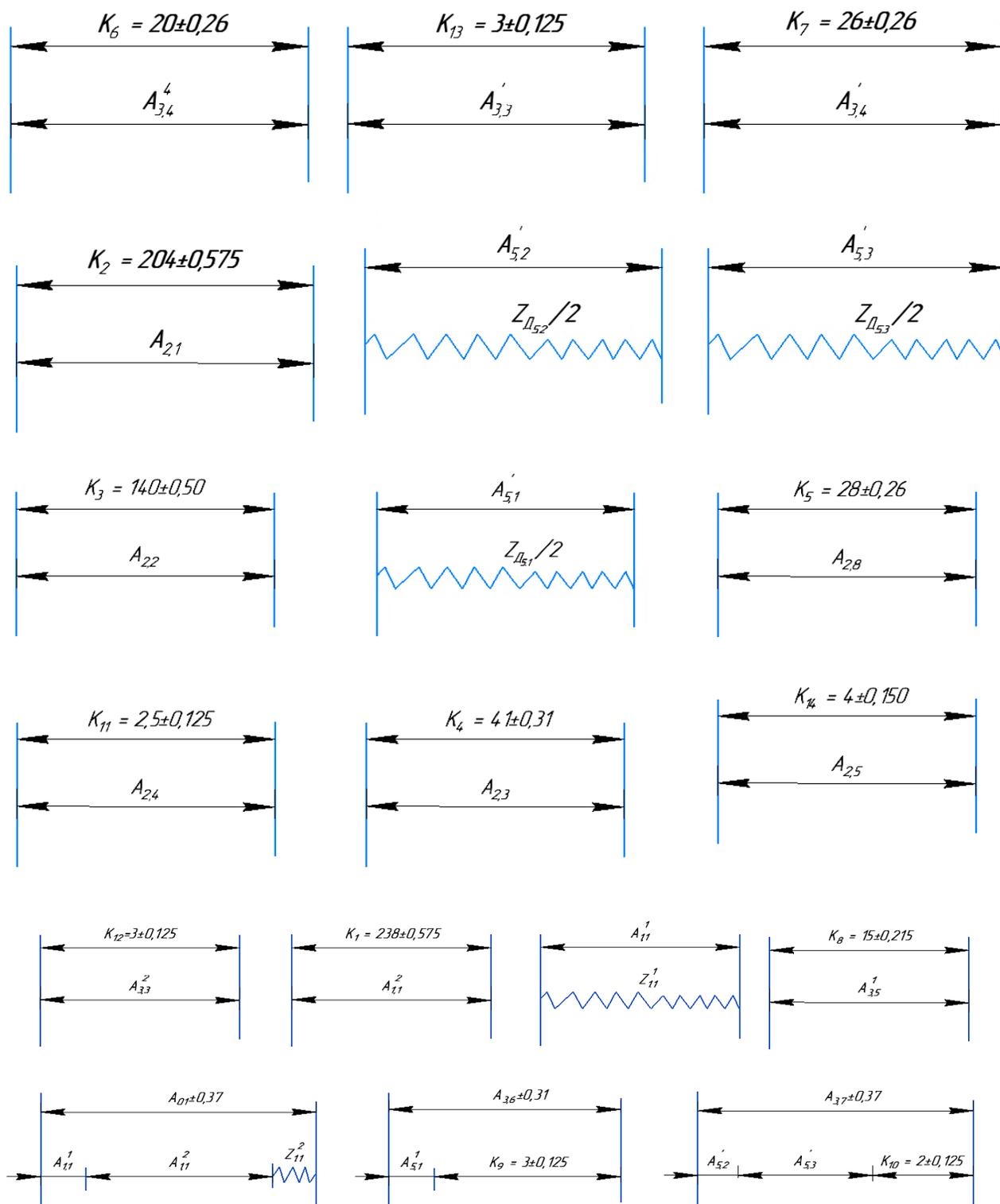


Рис 1.7.3в – Технологические размеры схемы, формирующиеся при изготовлении стержня

1) $A_{1,1}^2$:

$$A_{1,1}^2 = K_1 = 238_{-1,15} \text{ мм}$$

При обработке на фрезерно-центровальном станке подрезают два торца одновременно. Одна торцовая фреза служит упором для заготовки. Данная фреза снимает припуск $Z_{1,1}^1$, значение которого одновременно является технологическим размером $A_{1,1}^1$.

2) $A_{1,1}^1$:

$$A_{1,1}^1 = Z_{1,1}^1 = 3 \pm 0,10 \text{ мм}$$

3) A_{01} :

$$Z_{1,1}^{2CP} = Z_{1,1}^2 \min + \frac{TA_{0,1} + TA_{1,1}^2 + TA_{1,1}^1}{2} = 0,85 + \frac{3,2 + 0,25 + 0,20}{2} = 2,675 \text{ мм}$$

$$A_{01}^C = A_{1,1}^{1C} + A_{1,1}^{2C} + Z_{1,1}^{2CP} = 3 + 238 + 2,675 = 243,675$$

$$A_{01} = 243,675 \pm 1,6 \text{ мм} = 245,275_{-3,2} \text{ мм}$$

$$Z_{1,1}^2 = A_{01} - (A_{1,1}^1 + A_{1,1}^2)$$

$$= 243,675_{-1,6}^{+1,6} - (3_{-0,10}^{+0,10} + 238_{-0,575}^{+0,575})$$

$$= 243,675_{-1,6}^{+1,6} - 241_{-0,675}^{+0,675} = 2_{-2,275}^{+2,275} \text{ мм}$$

4) $A'_{5,1}$:

$$Z_{Д5,1} = D_{3,2} - D_{5,1} = 34,283_{-0,10}^0 - 34_{-0,039}^0 = 0,283_{-0,10}^{+0,039} \text{ мм}$$

$$A'_{5,1} = \frac{Z_{Д5,1}}{2} = \frac{0,283}{2} = 0,1415 \pm 0,0695 \text{ мм}$$

5) $A'_{5,2}$:

$$Z_{D_{5.2}} = D_{3.1} - D_{5.2} = 34,588_{-0,10}^0 - 34,305_{-0,039}^0 = 0,283_{-0,10}^{+0,039} \text{ мм}$$

$$A'_{5.2} = \frac{Z_{D_{5.2}}}{2} = \frac{0,283}{2} = 0,1415 \pm 0,0695 \text{ мм}$$

6) $A'_{5.3}$:

$$Z_{D_{5.3}} = D_{5.2} - D_{5.3} = 34,305_{-0,039}^0 - 34_{+0,034}^{+0,050} = 0,305_{-0,089}^{-0,034} \text{ мм}$$

$$A'_{5.3} = \frac{Z_{D_{5.3}}}{2} = \frac{0,2435}{2} = 0,12175 \pm 0,0615 \text{ мм}$$

7) $A_{3.7}$:

$$A_{3.7}^C = A'_{5.2}^C + A'_{5.3}^C + K_{10}^C = 0,1415 + 0,1525 + 2 = 2,294$$

$$A_{3.7} = 2,294 \pm 0,125 \text{ мм}$$

8) $A_{3.6}$:

$$A_{3.6}^C = A_{5.1}^C + K_9^C = 0,283 + 3 = 3,283$$

$$A_{3.6} = 3,283 \pm 0,245 \text{ мм}$$

9) $A_{2.8}$:

$$A_{2.8} = K_5 = 28 \pm 0,260 \text{ мм}$$

10) $A_{3.3}^1$:

$$A_{3.3}^1 = K_{13} = 3 \pm 0,125\text{MM}$$

11) $A_{3.5}^1$:

$$A_{3.5}^1 = K_8 = 15 \pm 0,215\text{MM}$$

12) $A_{2.4}$:

$$A_{2.4} = K_{11} = 2,5 \pm 0,125\text{MM}$$

13) $A_{2.3}$:

$$A_{2.3} = K_4 = 41 \pm 0,31\text{MM}$$

14) $A_{2.5}$:

$$A_{2.5} = K_{14} = 4 \pm 0,150\text{MM}$$

15) $A_{2.2}$:

$$A_{2.2} = K_3 = 140 \pm 0,50\text{MM}$$

16) $A_{2.1}$:

$$A_{2.1} = K_2 = 204 \pm 0,575 \text{ MM}$$

17) $A_{3.4}^4$:

$$A_{3.4}^4 = K_6 = 20 \pm 0,260\text{мм}$$

18) $A_{3.4}^1$:

$$A_{3.4}^1 = K_7 = 26 \pm 0,260\text{мм}$$

19) $A_{3.3}^2$:

$$A_{3.3}^2 = K_{12} = 3 \pm 0,125\text{мм}$$

Рассчитанные значения припусков заносим в таблицу 5

Таблица 5 – Значения припуска на обработку детали

Обозначение припуска	Расчетный минимальный припуск, мкм	Значение припуска, мм
в диаметральном направлении:		
$Z_{Д2.3}$	541,6	$2 \pm 0,52$
$Z_{Д2.7}$	1121,14	$3_{-0,7}^{+0,162}$
$Z_{Д2.8}$	541,6	$4,785_{-0,62}^{+0,39}$
$Z_{Д3.1}$	541,6	$0,932_{-0,39}^{0,10}$
$Z_{Д3.2}$	541,6	$0,932_{-0,39}^{0,10}$
$Z_{Д5.1}$	182,64	$0,283_{-0,10}^{+0,039}$
$Z_{Д5.2}$	182,64	$0,283_{-0,10}^{+0,039}$
$Z_{Д5.3}$	215,74	$0,305_{-0,089}^{-0,034}$

в продольном направлении:		
$Z_{1.1}^1$	850	$3 \pm 0,10$
$Z_{1.1}^2$	850	$2^{+2,275}_{-2,275}$

Рассчитанные значения технологических размеров заносим в таблицу 6

Таблица 6 – Результаты расчета технологических размеров

Обозначение технологического размера	Среднее значение технологического размера, мм	Принятое номинальное значение и предельные отклонения технологического размера, мм
Диаметральные технологические размеры		
D_0	43	$43^{+0,4}_{-0,7}$
$D_{2.1}$	35,325	$35,52_{-0,39}$
$D_{2.2}$	23,74	$24_{-0,52}$
$D_{2.3}$	21,74	$22_{-0,52}$
$D_{2.7}$	39,69	$40_{-0,62}$
$D_{2.8}$	35,02	$35,215_{-0,39}$
$D_{3.1}$	34,538	$34,588_{-0,10}$
$D_{3.2}$	34,233	$34,283_{-0,10}$
$D_{5.1}$	33,9805	$34_{-0,039}$
$D_{5.2}$	34,2855	$34,305_{-0,039}$
$D_{5.3}$	34,042	$34^{+0,050}_{-0,034}$
Продольные технологические размеры		
$A_{0.1}$	243,675	$245,275_{-3,2}$

Продолжение таблицы 6

$A_{1.1}^1$	238	$238_{-1,15}$
$A_{1.1}^2$	3	$3 \pm 0,10$
$A'_{5.1}$	0,1415	$0,1415 \pm 0,0695$
$A'_{5.2}$	0,1415	$0,1415 \pm 0,0695$
$A'_{5.3}$	0,12175	$0,12175 \pm 0,0615$
$A_{3.7}$	2,294	$2,294 \pm 0,125$
$A_{3.6}$	3,283	$3,283 \pm 0,245$
$A_{2.8}$	28	$28 \pm 0,260$
$A_{3.3}^1$	3	$3 \pm 0,125$
$A_{3.5}^1$	15	$15 \pm 0,215$
$A_{2.4}$	2,5	$2,5 \pm 0,125$
$A_{2.3}$	41	$41 \pm 0,31$
$A_{2.5}$	4	$4 \pm 0,150$
$A_{2.2}$	140	$140 \pm 0,5$
$A_{2.1}$	204	$204 \pm 0,575$
$A_{3.4}^4$	20	$20 \pm 0,26$
$A_{3.4}^1$	26	$26 \pm 0,26$
$A_{3.3}^2$	3	$3 \pm 0,125$

Можно сделать вывод о том, что при данном технологическом процессе возможно выполнить заданные на чертежи размеры, так как выполняется условие $T_A \leq T_K$. Были определены размеры исходной заготовки, технологические размеры и значения припусков, которые позволяют выдерживать конструкторские размеры, представленные на чертеже в продольном и в диаметральном направлениях.

1.8 Расчет режимов резания

При назначении элементов режимов резания учитываются характер обработки, материал режущей части инструмента, тип и размеры инструмента, тип и состояния оборудования и материал и состояние заготовки.

1.8.1 Режимы резания при заготовительной операции

Отрезание заготовок осуществляется на ленточной пиле – JET MBS -708CSV

Таблица 7 – техническая характеристика станка – JET MBS -708CSV

Наименование параметра	Значение
Макс. \varnothing обработки при 90°	$\varnothing 175$ мм
Размеры ленточного полотна	20 x 0,9 x 2085 мм
Скорость движения полотна, м/мин	30 - 75
Мощность двигателя, кВт	2
Габариты станка, мм	1280 x 550 x 1480
Масса станка, кг	220

Назначаем режимы резания по таблицам 108 и 109 [3, стр. 425]. Разрезаемый материал Сталь 20. Предел прочности $\sigma_B = 450$ МПа.

1) Минутная подача

$$s_m = 50 \text{ мм/мин}$$

2) Скорость резания

$$V_{\text{рез}} = 12 \text{ м/мин}$$

1.8.2 Расчет режимов резания для фрезерно-центровальной операции

А)Переход 1.1(Подрезка торцов):

Выбираем фрезерно-центровальный станок 2Г942

Таблица 8 – Технические характеристики станка 2Г942

Наименование параметра	Значение
Класс точности станка	Н
Пределы длины обрабатываемых деталей, мм	100..1000
Пределы диаметров применяемых центровочных сверл типа А и R, мм	3,15..10,12
Наибольший диаметр фрезерования, мм	150
Пределы частот вращения сверлильного шпинделя, об/мин	290..2300
Пределы частот вращения фрезерного шпинделя, об/мин	125..712
Электродвигатель привода фрезерных головок, кВт	11 x 2
Электродвигатель привода сверлильно-обточных головок, кВт	4 x 2
Габариты станка	3970...5470 x 1750 x 2000
Масса станка, кг	6500

При торцовом фрезеровании диаметр фрезы находится по формуле;

$$D = (1,25 \dots 1,5) \cdot B \quad (1.8.2.1)$$

где B – ширина фрезерования, мм.

$$D = 1,5 \cdot 43 = 64,5 \text{ мм}$$

Выбираем торцовую фрезу 2210-0081 ГОСТ9304-69. $D = 63$ мм, $z = 8$, материал режущей части инструмента – Р6М5

1) Назначаем подачу на зуб по таблице 76 [3, с.403]:

$$S_z = 0,25$$

2) Глубина резания $t = z_{1.1}^1 = 3$ мм

3) Скорость резания определяется по формуле;

$$v = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z^p} \cdot K_v \quad (1.8.2.2)$$

Выбираем коэффициенты и показатели степени по таблице 81 [3, с.407] :

$$C_v = 41, \quad q = 0,25, \quad x = 0,1, \quad y = 0,4, \quad u = 0,15, \quad p = 0, \quad m = 0,2$$

Стойкость инструмента $T = 180$

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{nv} \cdot K_{iv}, \quad (1.8.2.3)$$

$$K_{MV} = K_r \cdot \left(\frac{750}{\sigma^B} \right)^{n_v} \quad (1.8.2.4)$$

Выбираем коэффициент K_r и показатели степени n по таблице 2 [3, с.359]:

$$K_r = 1, \quad n_v = -0,9$$

Предел прочности на растяжение для стали 20, $\sigma^B = 450$ МПа

Подставляя значения в формулу 1.8.2.4, получим;

$$K_{mv} = \left(\frac{750}{450}\right)^{-0,9} = 0,631$$

Выбираем поправочные коэффициенты по таблицам 5 и 6 [3, с.361]:

$$K_{nv} = 0,9, K_{iv} = 1$$

Подставляя значения в формулу 1.8.2.2, получим;

$$v = \frac{41 \cdot 63^{0,25}}{180^{0,2} \cdot 3^{0,1} \cdot 0,25^{0,4} \cdot 43^{0,15} \cdot 8^0} \cdot 0,631 = 22,89 \text{ м/мин}$$

4) Определяем частоту вращения фрезерного шпинделя

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 22,89}{\pi \cdot 63} = 115,65 \text{ об/мин}$$

По паспорту станка выбираем частоту вращения 100 об/мин

Значение фактической скорости резания определяем по формуле:

$$v_{\phi} = \frac{n_{\phi} \cdot \pi \cdot D}{1000} = \frac{100 \cdot \pi \cdot 63}{1000} = 19,79 \text{ м/мин}$$

5) Окружная сила фрезерования определяется по формуле:

$$P_z = \frac{10C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot Z}{D^q \cdot n_{ст}^w} \cdot K_{mp} \quad (1.8.2.5)$$

Значения коэффициента C_p и показателей степени выбираем по таблице 83 [3, с.412]:

$$C_p = 82,5; x = 0,95; y = 0,8; u = 1,1; q = 1,1; w = 0$$

Поправочный коэффициент, учитывающий влияние качества обрабатываемого материала на силовые зависимости определяется по формуле;

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma^B}{750} \right)^n$$

где n – показатель степени (n = 0,3 по таблице 9 [3, с.362])

$$K_{mp} = \left(\frac{450}{750} \right)^{0,3} = 0,85$$

Подставляя значения в формулу 1.8.2.5, получим;

$$P_z = \frac{10 \cdot 82,5 \cdot 3^{0,95} \cdot 0,25^{0,8} \cdot 43^{1,1} \cdot 8}{63^{1,1} \cdot 100^0} \cdot 0,85 = 3452,4 \text{ Н}$$

6) Крутящий момент на шпинделе;

$$M = \frac{P_z \cdot D}{2 \cdot 100} = \frac{3452,4 \cdot 63}{2 \cdot 100} = 1087,506 \text{ Нм}$$

7) Определяем эффективную мощность резания;

$$N_e = \frac{P_z \cdot V_\Phi}{1020 \cdot 60} = \frac{3452,4 \cdot 19,79}{1020 \cdot 60} = 1,12 \text{ кВт}$$

8) Мощность главного привода определяется по формуле;

$$N_{пр} = \frac{N_e}{\eta}$$

где η – КПД (принимается худший вариант ($\eta = 0,75$) т.к значение КПД неизвестно).

$$N_{пр} = \frac{1,12}{0,75} = 1,49 \text{ кВт} < N_{ст} = 11 \text{ кВт}$$

Б) Переход 1.2 (Сверление центровых отверстий):

Выбираем инструмент – Сверло 2317-0009 ГОСТ 14952-75

1) Назначаем скорость подачи по таблице 35 [3, с.381]

$$S = 0,15\text{мм/об}$$

2) Глубина резания при сверлении $t = 0,5D$, где D – диаметр сверла

$$t = 0,5 \cdot 6,3 = 3,15\text{мм}$$

3) Скорость резания определяется по формуле;

$$v = \frac{C_V \cdot D^q \cdot K_V}{T^m \cdot s^y} \quad (1.8.2.6)$$

Стойкость инструмента $T = 15\text{мин}$

Значения коэффициента и показателей степени выбираем по таблице 38 [3, с.383]:

$$C_V = 7; q = 0,40; y = 0,70; m = 0,20$$

Общий поправочный коэффициент на скорость резания, учитывающий фактические условия резания определяется по формуле;

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{IV} \cdot K_{LV}$$

$$K_{MV} = 0,63; K_{IV} = 1; K_{LV} = 1$$

$$K_V = 0,63 \cdot 1 \cdot 1 = 0,63\text{мм}$$

Подставляя значения в формулу 1.8.2.6, получим;

$$v = \frac{7 \cdot 6,3^{0,40} \cdot 0,63}{15^{0,20} \cdot 0,15^{0,70}} = 20,22\text{м/мин}$$

4) Определяем частоту вращения сверлильного шпинделя

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 20,22}{\pi \cdot 6,3} = 1021,62\text{об/мин}$$

По паспорту станка выбираем частоту вращения 1000об/мин

Значение фактической скорости резания определяем по формуле:

$$v_{\phi} = \frac{n_{\phi} \cdot \pi \cdot D}{1000} = \frac{1000 \cdot \pi \cdot 6,3}{1000} = 19,79 \text{ м/мин}$$

5) Крутящий момент определяется по формуле;

$$M_{кр} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot s^y \cdot K_p \quad (1.8.2.7)$$

Значения коэффициентов и показателей степени в формуле крутящего момента берутся по таблице 42 [3, с.385]:

$$C_M = 0,035; q = 2; y = 0,8$$

$$K_p = K_{мр} = \left(\frac{\sigma^B}{750} \right)^n = \left(\frac{450}{750} \right)^{0,75} = 0,68$$

Подставляя значения в формулу 1.8.2.7, получим;

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,035 \cdot 6,3^2 \cdot 0,15^{0,8} \cdot 0,68 = 2,07 \text{ Нм}$$

6) Сила резания в осевом направлении находим по формуле

$$P_0 = 10 \cdot C_p \cdot D^q \cdot s^y \cdot K_p \quad (1.8.2.8)$$

Значения коэффициентов и показателей степени в формуле силы резания берутся по таблице 42 [3, с.385]:

$$C_p = 68; q = 1; y = 0,7$$

$$K_p = K_{мр} = \left(\frac{\sigma^B}{750} \right)^n = \left(\frac{450}{750} \right)^{0,75} = 0,68$$

Подставляя значения в формулу 1.8.2.8, получим;

$$P_0 = 10 \cdot 68 \cdot 6,3^1 \cdot 0,15^{0,7} \cdot 0,68 = 772 \text{ Н}$$

7) Определяем эффективную мощность резания;

$$N_e = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750} = \frac{2,07 \cdot 1000}{9750} = 0,21 \text{ кВт}$$

8) Мощность главного привода определяется по формуле;

$$N_{\text{пр}} = \frac{N_e}{\eta} \quad (1.8.2.9)$$

где η – КПД ($\eta = 0,75$)

$$N_{\text{пр}} = \frac{0,21}{0,75} = 0,28 \text{ кВт} < N_{\text{ст}} = 4 \text{ кВт}$$

1.8.3 Расчет режимов резания для токарной операции с ЧПУ

А) Переходы 1,2,3,7,8 (черновое обтачивание)

Выбираем токарный станок с ЧПУ – модель TN500 Siemens 808D

Таблица 9 - Технические характеристики станка TN500 Siemens 808D

Наименование параметра	Значение
Наибольший диаметр обрабатываемого изделия, мм	500
Наибольшая длина обрабатываемого изделия, мм	400
Мощность двигателя главного движения, кВт	15
Макс. число оборотов шпинделя, об/мин	4000
Количество инструментов в револьверной головке,	12
Габариты станка, мм	2650 x 1720 x 1890
Вес станка, кг	3400

Выбираем инструмент – Резец 2103- 1121 ГОСТ 18879-73 (проходной упорный правый) с пластинами из твердого сплава Т15К6

1) Назначаем глубину резания:

Так как обработка многопереходная, глубину резания назначаем равную максимальному значению припуска

$$t = z_{\max} = z_{д2.7} = 3\text{мм}$$

2)Выбираем подачу при данной глубине резания по таблице 11 [3, стр.364]

$$s = 0,35 \text{ мм/об}$$

3)Скорость резания определяется:

$$V = \frac{C_V}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} \cdot K_V \quad (1.8.3.1)$$

Выбираем коэффициенты $C_V = 290$; $m = 0,20$; $x = 0,15$; $y = 0,35$ по таблице 17 [3, стр.367]; $T = 60$ мин

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{PV} \cdot K_{IV}$$

Выбираем коэффициенты $K_{PV} = 0,9$; $K_{IV} = 1,0$;

$$K_{MV} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 1 \cdot \left(\frac{750}{450} \right)^1 = 1,67$$

$K_r = 1$; $n_v = 1$ согласно таблице 2 [3, стр.359]

Подставляя значения в формулу 1.8.3.1, получим,

$$V = \frac{290}{60^{0,2} \cdot 3^{0,15} \cdot 0,35^{0,35}} \cdot 0,9 \cdot 1,0 \cdot 1,67 = 235,36 \text{ м/мин}$$

4)Определяем число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 235,36}{\pi \cdot 40} = 1872,94 \text{ об/мин}$$

5)Определяем силу резания:

$$P_z = 10C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot V^n \cdot K_p \quad (1.8.3.2)$$

Выбираем коэффициенты $C_p = 300$; $n = -0,15$; $x = 1,0$; $y = 0,75$ по таблице 22 [3, стр.372];

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp}$$

Выбираем коэффициенты $K_{\varphi p} = 0,89$; $K_{\gamma p} = 1,0$; $K_{\lambda p} = 1,0$; $K_{rp} = 1,0$

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{450}{750}\right)^{0,75} = 0,68$$

Подставляя значения в формулу (1.8.3.2) получим,

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 3^{1,0} \cdot 0,35^{0,75} \cdot 235,36^{-0,15} \cdot 0,68 \cdot 0,89 = 1013,2 \text{ Н}$$

6) Определяем эффективную мощность резания:

$$N_e = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{1013,2 \cdot 235,36}{1020 \cdot 60} = 4,2 \text{ кВт}$$

7) Определяем требуемую мощность главного привода

$$N_{пр} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{4,2}{0,9} = 4,67 \text{ кВт}$$

8) Проверяем условие выполнения данного перехода на выбранном станке:

$$N_{пр} \leq N_{ст} \Rightarrow 4,67 \text{ кВт} < 15 \text{ кВт} - \text{условие выполняется}$$

Б) Переход 2.6 (Резьбонарезание)

1) Подача равна шагу резьбы ($s = 1,5 \text{ мм/об}$)

2) Скорость резания определяется по формуле

$$v = \frac{C_v \cdot i^x}{T_m \cdot s^y} \cdot K_v \quad (1.8.3.3)$$

где i – число рабочих ходов [$i = 5$ (3 черновых перехода и 2 чистовых перехода)]

Значения коэффициента C_v и показателей степени берем по таблице 118 [3, с.430]:

$$C_v = 244, x = 0,23; y = 0,30; m = 0,20$$

Стойкость инструмента $T = 70$ мин

Общий поправочный коэффициент на скорость резания, учитывающий фактические условия резания определяется по формуле;

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{IV} \cdot K_{CV}$$

$$K_{MV} = K_r \cdot \left(\frac{750}{\sigma^B}\right)^{n_v} = 1 \cdot \left(\frac{750}{450}\right)^1 = 1,67$$

$$K_{CV} = 1$$

$$K_{IV} = 1$$

Подставляя значения в формулу (1.8.3.3) получим,

$$v = \frac{244 \cdot 5^{0,23}}{70^{0,20} \cdot 1,5^{0,30}} \cdot 1,67 = 223,37 \text{ м/мин}$$

3) Определяем частоту вращения заготовки

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 223,37}{\pi \cdot 22} = 3231,9 \text{ об/мин}$$

4) Сила резания вычисляется по формуле;

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot P^y}{i^u} \cdot K_p \quad (1.8.3.4)$$

Значения коэффициента C_p и показателей степени берем по таблице 120 [3, с.433]:

$$C_p = 148; y = 1,7; u = 0,71$$

$$K_p = K_{mp} = \left(\frac{\sigma^B}{750}\right)^n = \left(\frac{450}{750}\right)^{0,75} = 0,68$$

Подставляя значения в формулу (1.8.3.4) получим,

$$P_z = \frac{10 \cdot 148 \cdot 1,5^{1,7}}{5^{0,67}} \cdot 0,68 = 639,52 \text{ Н}$$

5) Мощность резания при нарезании резьбы;

$$N = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{639,52 \cdot 223,37}{1020 \cdot 60} = 2,33 \text{ кВт}$$

6) Мощность главного привода определяется по формуле;

$$N_{пр} = \frac{N_e}{\eta}$$

где η – КПД ($\eta = 0,9$)

$$N_{пр} = \frac{2,33}{0,9} = 2,59 \text{ кВт} < N_{ст} = 11 \text{ кВт}$$

1.8.4 Расчет режимов резания для токарнофрезерной операции с ЧПУ

Выбираем токарнофрезерный станок с ЧПУ – модель 1728С

Таблица 10 - Технические характеристики станка 1728С

Наименование параметра	Значение
Наибольший диаметр изделия, устанавливаемого над станиной, мм	550
Максимальный диаметр изделия обрабатываемого точением, мм	400

Максимальный диаметр изделия обрабатываемого фрезерованием, мм	400
Максимальная длина деталей, устанавливаемых и обрабатываемых в центрах, мм	3000
Мощность привода главного привода движения, кВт	32
Диапазон частот вращения токарного шпинделя	10...4000
Габаритные размеры станка, мм	7500x2500x1900
Вес станка, кг	11 000кг

Выбираем инструмент – Резец 2103- 1121 ГОСТ 18879-73 (проходной упорный левый и правый) с пластинами из твердого сплава Т15К6

А) Переходы 3.1 и 3.2 (Чистовое обтачивание)

1) Назначаем глубину резания:

$$t = \frac{D_{2.8} - D_{3.2}}{2} = \frac{35,215 - 34,283}{2} = 0,466 \text{ мм}$$

2) Выбираем подачу при чистовом точении по таблице 14 [3, стр.364]

$$s = 0,21 \text{ мм/об}$$

3) Скорость резания:

$$V = \frac{C_V}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} \cdot K_V \quad (1.8.4.1)$$

Выбираем коэффициенты $C_V = 350$; $m = 0,20$; $x = 0,15$; $y = 0,20$ по таблице 17 [3, стр.367]; $T = 45$ мин

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{PV} \cdot K_{IV}$$

Выбираем коэффициенты $K_{PV} = 0,9$; $K_{IV} = 1,0$;

$$K_{MV} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_V} = 1 \cdot \left(\frac{750}{450} \right)^1 = 1,67$$

$K_r = 1$; $n_V = 1$ согласно таблице 2 [3, стр.359]

Подставляя все численные значения получим в формулу (1.8.4.1),

$$V = \frac{350}{45^{0,2} \cdot 0,466^{0,15} \cdot 0,21^{0,20}} \cdot 0,9 \cdot 1,0 \cdot 1,67 = 376,43 \text{ м/мин}$$

4) Определяем число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 376,43}{\pi \cdot 34} = 3524,16 \text{ об/мин}$$

5) Определяем силу резания:

$$P_z = 10 C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot V^n \cdot K_p \quad (1.8.4.2)$$

Выбираем коэффициенты $C_p = 300$; $n = -0,15$; $x = 1,0$; $y = 0,75$ по таблице 22 [3, стр.372];

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{rp}$$

Выбираем коэффициенты $K_{\varphi p} = 0,89$; $K_{\gamma p} = 1,0$; $K_{\lambda p} = 1,0$; $K_{rp} = 1,0$

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{450}{750} \right)^{0,75} = 0,68$$

Подставляя все численные значения в формулу (1.8.4.2) получим,

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 0,466^{1,0} \cdot 0,21^{0,75} \cdot 376,43^{-0,15} \cdot 0,68 \cdot 0,89 = 107,84 \text{ Н}$$

6) Определяем эффективную мощность резания:

$$N_e = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{107,84 \cdot 376,43}{1020 \cdot 60} = 0,66 \text{ кВт}$$

7) Определяем требуемую мощность главного привода

$$N_{пр} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{0,66}{0,9} = 0,73 \text{ кВт}$$

8) Проверяем условие выполнения данного перехода на выбранном станке:

$$N_{пр} \leq N_{ст} \Rightarrow 0,73 \text{ кВт} < 15 \text{ кВт} - \text{условие выполняется}$$

Б) Переход 4 (Фрезерование шпоночного паза)

Выбираем инструмент – Фреза 2220 – 0433 ГОСТ 17025-71

1) Назначаем глубину фрезерования

$$t = 5,1 + \frac{Z_{д5.2} + Z_{д5.3}}{2} = 5,1 + \frac{0,283 + 0,2435}{2} = 5,363 \text{ мм}$$

2) Ширина фрезерования

$$B = 10 \text{ мм}$$

3) Назначаем подачу на зуб фрезы по таблице 77 [3, стр.404];

$$s_z = 0,05 \text{ мм/зуб}$$

4) Скорость резания вычисляется по формуле;

$$V = \frac{C_V \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot s_z^y \cdot B^u \cdot z^p} \cdot K_V \quad (1.8.4.3)$$

Выбираем коэффициенты $C_V = 46,7$; $q = 0,45$; $x = 0,5$; $y = 0,5$; $u = 0,1$; $p = 0,1$; $m = 0,33$ по таблице 81 [3, стр. 407]

Стойкость инструмента $T = 80$ мин

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{PV} \cdot K_{IV}$$

Выбираем коэффициенты $K_{PV} = 0,9$; $K_{IV} = 1,0$;

$$K_{MV} = K_{\Gamma} \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_V} = 1 \cdot \left(\frac{750}{450} \right)^{-0,9} = 0,63$$

$K_{\Gamma} = 1$; $n_V = -0,9$ по таблице 2 [3, стр.359]

Подставляя все численные значения в формулу (1.8.4.3) получим,

$$V = \frac{46,7 \cdot 10^{0,45}}{80^{0,33} \cdot 5,363^{0,5} \cdot 0,05^{0,5} \cdot 10^{0,1} \cdot 4^{0,1}} \cdot 0,9 \cdot 0,63 = 23,46 \text{ м/мин}$$

5) Определяем частоту вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 23,46}{\pi \cdot 10} = 746,75 \text{ об/мин}$$

6) Определяем минутную подачу:

$$s_M = s_Z \cdot z \cdot n = 0,05 \cdot 4 \cdot 746,45 = 149,29 \text{ мм/мин}$$

7) Определяем окружную силу резания:

$$P_z = \frac{10C_p \cdot t^x \cdot s_z^y \cdot B^u \cdot z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{MP} \quad (1.8.4.4)$$

Выбираем коэффициенты $C_p = 68,2$; $q = 0,86$; $x = 0,86$; $y = 0,72$; $u = 1,0$; $w = 0$ по таблице 83[3, стр. 412]

$$K_{MP} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{450}{750} \right)^{0,3} = 0,857$$

Подставляя все численные значения в формулу (1.8.4.4) получим,

$$P_z = \frac{10 \cdot 68,2 \cdot 5,363^{0,86} \cdot 0,05^{0,72} \cdot 10^{1,0} \cdot 4}{10^{0,86} \cdot 746,75^0} \cdot 0,857 = 1582,61 \text{ Н}$$

8) Определяем крутящий момент:

$$M_{кр} = \frac{P_z \cdot D}{2 \cdot 1000} = \frac{1582,61 \cdot 10}{2 \cdot 1000} = 7,91 \text{ Нм}$$

9) Определяем эффективную мощность резания:

$$N_e = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{1582,61 \cdot 23,46}{1020 \cdot 60} = 0,61 \text{ кВт}$$

10) Определяем требуемую мощность главного привода

$$N_{пр} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{0,61}{0,9} = 0,68 \text{ кВт}$$

11) Проверяем условие выполнения данного перехода на выбранном станке:

$$N_e \leq N_{ст} \Rightarrow 0,68 \text{ кВт} < 32 \text{ кВт} - \text{условие выполняется}$$

В) Переход 5(Сверление отверстия $\varnothing 5$ мм):

Выбираем инструмент – Сверло 2301-3551 ГОСТ 10903-77 из быстрорежущей стали

1) Назначаем скорость подачи по таблице 35 [3, с.381]

$$S = 0,12 \text{ мм/об}$$

2) Глубина резания при сверлении $t = 0,5D$, где D – диаметр сверла

$$t = 0,5 \cdot 5 = 2,5 \text{ мм}$$

3) Скорость резания определяется по формуле;

$$v = \frac{C_v \cdot D^q \cdot K_v}{T^m \cdot s_y} \quad (1.8.4.5)$$

Стойкость инструмента $T = 15$ мин

Значения коэффициента и показателей степени выбираем по таблице 38 [3, с.383]:

$$C_v = 7; q = 0,40; y = 0,70; m = 0,20$$

Общий поправочный коэффициент на скорость резания, учитывающий фактические условия резания определяется по формуле;

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{iv} \cdot K_{lv}$$

$$K_{MV} = 0,63; K_{iv} = 1; K_{lv} = 1$$

$$K_v = 0,63 \cdot 1 \cdot 1 = 0,63 \text{ мм}$$

Подставляя все численные значения в формулу (1.8.4.5) получим,

$$v = \frac{7 \cdot 5^{0,40} \cdot 0,63}{15^{0,20} \cdot 0,12^{0,70}} = 21,55 \text{ м/мин}$$

4) Определяем частоту вращения сверлильного шпинделя

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 21,55}{\pi \cdot 5} = 1371,92 \text{ об/мин}$$

5) Крутящий момент определяется по формуле;

$$M_{кр} = 10 \cdot C_m \cdot D^q \cdot s^y \cdot K_p \quad (1.8.4.6)$$

Значения коэффициентов и показателей степени в формуле крутящего момента берутся по таблице 42 [3, с.385]:

$$C_m = 0,035; q = 2; y = 0,8$$

$$K_p = K_{mp} = \left(\frac{\sigma^B}{750} \right)^n = \left(\frac{450}{750} \right)^{0,75} = 0,68$$

Подставляя все численные значения в формулу (1.8.4.6) получим,

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,035 \cdot 5^2 \cdot 0,12^{0,8} \cdot 0,68 = 1,09 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

6) Сила резания в осевом направлении находим по формуле

$$P_0 = 10 \cdot C_p \cdot D^q \cdot s^y \cdot K_p \quad (1.8.4.7)$$

Значения коэффициентов и показателей степени в формуле силы резания берутся по таблице 42 [3, с.385]:

$$C_p = 68; q = 1; y = 0,7$$

$$K_p = K_{mp} = \left(\frac{\sigma^B}{750} \right)^n = \left(\frac{450}{750} \right)^{0,75} = 0,68$$

Подставляя все численные значения в формулу (1.8.4.7) получим,

$$P_0 = 10 \cdot 68 \cdot 5^1 \cdot 0,12^{0,7} \cdot 0,68 = 524,10 \text{ Н}$$

7) Определяем эффективную мощность резания;

$$N_e = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750} = \frac{1,09 \cdot 1371,92}{9750} = 0,153 \text{ кВт}$$

8) Мощность главного привода определяется по формуле;

$$N_{пр} = \frac{N_e}{\eta}$$

где η – КПД ($\eta = 0,9$)

$$N_{пр} = \frac{0,153}{0,9} = 0,17 \text{ кВт} < N_{ст} = 32 \text{ кВт}$$

1.8.5 Расчет режимов резания для центро-шлифовальной операции (переходы 4.1 и 4.2)

Выбираем центрошлифовальный станок ZS202

Таблица 12 – технические характеристики станка ZS202

Наименование параметра	ZS202
Тип управления	ЧПУ
Мощность электродвигателя, кВт	1,1
Скорость вращения шпинделя, об/мин	16000-40000
Макс. обрабатываемый диаметр, мм	88
Макс. обрабатываемую длину, мм	2115

Выбираем инструмент – Круг К 25 х 50 25А F40 L6 K5 А 3 ГОСТ 22774-77

1) Назначаем параметры резания по таблице 130 [3, с.438]:

- i. Скорость круга $v_k = 30\text{м/с}$
- ii. Скорость заготовки $v_z = 20\text{м/мин}$
- iii. Продольная подача $s = 0,4 \cdot B = 0,4 \cdot 25 \cdot 10\text{мм/мин}$
- iv. Глубина шлифования $t = 0,0025\text{мм}$

2) Частота вращения круга

$$n_k = \frac{1000 \cdot 60 \cdot v_k}{\pi \cdot d_k} \cdot \frac{1000 \cdot 60 \cdot 30}{\pi \cdot 25} = 19098,59\text{об/мин}$$

3) Частота вращения заготовки

$$n_3 = \frac{1000 \cdot v_3}{\pi \cdot d_k} \cdot \frac{1000 \cdot 20}{\pi \cdot 6,3} = 1010,51 \text{ об/мин}$$

4) Эффективная мощность при продольном шлифовании вычисляется по формуле;

$$N_e = C_N \cdot v_3^r \cdot t^x \cdot s^y \cdot d^q \quad (1.8.5)$$

Значения коэффициента C_N и показателей степени берем по таблице 131 [3, с.441]:

$$C_N = 0,27; r = 0,5; x = 0,4; y = 0,4; q = 0,3$$

Подставляя значения в формулу (1.8.5), получим;

$$N_e = 0,27 \cdot 20^{0,5} \cdot 0,0025^{0,4} \cdot 10^{0,4} \cdot 6,3^{0,3} = 0,48 \text{ кВт}$$

5) Мощность главного привода определяется по формуле;

$$N_{пр} = \frac{N_e}{\eta}$$

где η – КПД ($\eta = 0,9$)

$$N_{пр} = \frac{0,48}{0,9} = 0,53 \text{ кВт} < N_{ст} = 1,1 \text{ кВт}$$

1.8.6 Расчет режимов резания для круглошлифовальной операции

Выбираем круглошлифовальный станок SUPERTEC G25A - 35CNC

Таблица 13 – Технические характеристики станка

Наименование параметра	G25A - 35CNC
Максимальный устанавливаемый диаметр, мм	250
Расстояние между центрами, мм	350
Макс. частота вращения шпинделя шлифовального круга, об/мин	1650
Частота вращения шпинделя шлифовального круга, об/мин	50(500)
Привод шлифовального круга, кВт	5,5
Наличие системы ЧПУ	Да
Габаритные размеры	2970мм x2250мм x 2250мм
Масса станка, кг	3100

Выбираем шлифовальный круг – 500x25x127 25A F50 L 6 K5 A 23 ГОСТ Р 52781-2007

А) Переход 5.1 (шлифование поверхности $\varnothing 34\text{мм} \times 28\text{мм}$)

1) Назначаем параметры резания по таблице 130 [3, с.438]:

і. Скорость круга $v_k = 30\text{м/с}$

ii. Скорость заготовки $v_3 = 40\text{м/мин}$

iii. Радиальная подача $s_p = 0,0050\text{мм/об}$

2) Частота вращения круга

$$n_k = \frac{1000 \cdot 60 \cdot v_k}{\pi \cdot d_k} \cdot \frac{1000 \cdot 60 \cdot 30}{\pi \cdot 500} = 1145,92\text{об/мин}$$

3) Частота вращения заготовки

$$n_3 = \frac{1000 \cdot v_3}{\pi \cdot d_3} \cdot \frac{1000 \cdot 40}{\pi \cdot 34} = 374,48\text{об/мин}$$

4) Эффективная мощность при врезном шлифовании вычисляется по формуле;

$$N_e = C_N \cdot v_3^r \cdot s_p^y \cdot d^q \cdot b^z \quad (1.8.6.1)$$

где d – диаметр шлифования, мм; b – ширина шлифования, равная длине шлифуемого участка заготовки

Значения коэффициента C_N и показателей степени берем по таблице 131 [3, с.441]:

$$C_N = 0,14; r = 0,8; x = 0,8; q = 0,2; z = 1,0$$

Подставляя значения в формулу (1.8.6.1), получим;

$$N_e = 0,14 \cdot 40^{0,8} \cdot 0,0050^0 \cdot 34^{0,2} \cdot 25^{0,8} = 0,35\text{кВт}$$

5) Мощность главного привода определяется по формуле;

$$N_{пр} = \frac{N_e}{\eta}$$

где η – КПД ($\eta = 0,9$)

$$N_{пр} = \frac{0,35}{0,9} = 0,39\text{кВт} < N_{ст} = 5,5\text{кВт}$$

Б) Переход 5.2 (Предварительное шлифование поверхности $\varnothing 34\text{мм} \times 64\text{мм}$)

1) Назначаем параметры резания по таблице 130 [3, с.438]:

- i. Скорость круга $v_k = 30\text{м/с}$
- ii. Скорость заготовки $v_3 = 15\text{м/мин}$
- iii. Продольная подача $s = 0,4 \cdot B = 0,4 \cdot 25 = 10\text{мм/мин}$
- iv. Глубина шлифования $t = 0,025\text{мм}$

2) Частота вращения круга

$$n_k = \frac{1000 \cdot 60 \cdot v_k}{\pi \cdot d_k} \cdot \frac{1000 \cdot 60 \cdot 30}{\pi \cdot 500} = 1145,92\text{об/мин}$$

3) Частота вращения заготовки

$$n_3 = \frac{1000 \cdot v_3}{\pi \cdot d_3} \cdot \frac{1000 \cdot 15}{\pi \cdot 34} = 140,43\text{об/мин}$$

4) Эффективная мощность при продольном шлифовании вычисляется по формуле;

$$N_e = C_N \cdot v_3^r \cdot t^x \cdot s^y \cdot d^q \quad (1.8.6.2)$$

Значения коэффициента C_N и показателей степени берем по таблице 131 [3, с.441]:

$$C_N = 2,2; r = 0,5; x = 0,5; y = 0,55; q = 0$$

Подставляя значения в формулу (1.8.6.2), получим;

$$N_e = 2,2 \cdot 15^{0,5} \cdot 0,025^{0,5} \cdot 10^{0,55} \cdot 1 = 4,78\text{кВт}$$

5) Мощность главного привода определяется по формуле;

$$N_{\text{пр}} = \frac{N_e}{\eta}$$

где η – КПД ($\eta = 0,9$)

$$N_{\text{пр}} = \frac{4,78}{0,9} = 5,3 \text{ кВт} < N_{\text{ст}} = 5,5 \text{ кВт}$$

В) Переход 5.3 (Чистовое шлифование поверхности $\varnothing 34 \text{ мм} \times 64 \text{ мм}$)

1) Назначаем параметры резания по таблице 130 [3, с.438]:

- i. Скорость круга $v_k = 30 \text{ м/с}$
- ii. Скорость заготовки $v_3 = 40 \text{ м/мин}$
- iii. Продольная подача $s = 0,4 \cdot V = 0,4 \cdot 25 \cdot 10 \text{ мм/мин}$
- iv. Глубина шлифования $t = 0,009 \text{ мм}$

2) Частота вращения круга

$$n_k = \frac{1000 \cdot 60 \cdot v_k}{\pi \cdot d_k} \cdot \frac{1000 \cdot 60 \cdot 30}{\pi \cdot 500} = 1145,92 \text{ об/мин}$$

3) Частота вращения заготовки

$$n_3 = \frac{1000 \cdot v_3}{\pi \cdot d_3} \cdot \frac{1000 \cdot 40}{\pi \cdot 34} = 374,48 \text{ об/мин}$$

4) Эффективная мощность при продольном шлифовании вычисляется по формуле;

$$N_e = C_N \cdot v_3^r \cdot t^x \cdot s^y \cdot d^q \quad (1.8.6.3)$$

Значения коэффициента C_N и показателей степени берем по таблице 131 [3, с.441]:

$$C_N = 2,2; r = 0,5; x = 0,5; y = 0,55; q = 0$$

Подставляя значения в формулу (1.8.6.3), получим;

$$N_e = 2,2 \cdot 40^{0,5} \cdot 0,009^{0,5} \cdot 10^{0,55} \cdot 1 = 4,68 \text{ кВт}$$

5) Мощность главного привода определяется по формуле;

$$N_{\text{пр}} = \frac{N_e}{\eta}$$

где η – КПД ($\eta = 0,9$)

$$N_{\text{пр}} = \frac{4,68}{0,9} = 5,2 \text{ кВт} < N_{\text{ст}} = 5,5 \text{ кВт}$$

1.9 Расчет норм времени технологического процесса

Техническое нормирование труда — это совокупность методов и приёмов по выявлению резервов рабочего времени и установлению меры труда. Задачами технического нормирования являются выявление резервов рабочего времени и улучшение организации труда на предприятии, определение нормы времени, повышение производительности труда и увеличение объёма производства.

Норма времени, необходимая для изготовления одной детали определяется по формуле;

$$T = T_{\text{шт}} + \frac{T_{\text{п.з}}}{n} \quad (1.9.1)$$

где $T_{\text{п.з}}$ - подготовительно – заключительное время

n – количество деталей в партии

$T_{шт}$ - штучно-калькуляционное время

Штучно-калькуляционное время определяется по формуле;

$$T_{шт} = t_o + t_v + t_{обс} + t_{от.л} \quad (1.9.2)$$

где t_o – основное (технологическое) время;

t_v – вспомогательное время;

$t_{обс}$ – время обслуживания рабочего места

$t_{от.л}$ – время на отдых и личные подробности

Вспомогательное время берется от основного времени в соотношении;

$$t_v = 0,15 \cdot t_o \quad (1.9.3)$$

Оперативное время вычисляется по формуле;

$$t_{оп} = t_o + t_v \quad (1.9.4)$$

Время обслуживания рабочего места

$$t_{обс} = t_T + t_{орг} \quad (1.9.5)$$

Где t_T - время технического обслуживания (6% от $t_{оп}$); $t_{орг}$ - время организационного обслуживания (0,6 - 8 % от $t_{оп}$).

Время на личные потребности (2,5% от $t_{оп}$).

Подготовительно – заключительное время $t_{п.з} = t_{смены} = 8ч$

1.9.1 Расчет норм времени для фрезерно-центральной операции

А) Переход 1.1 (подрезка торцов):

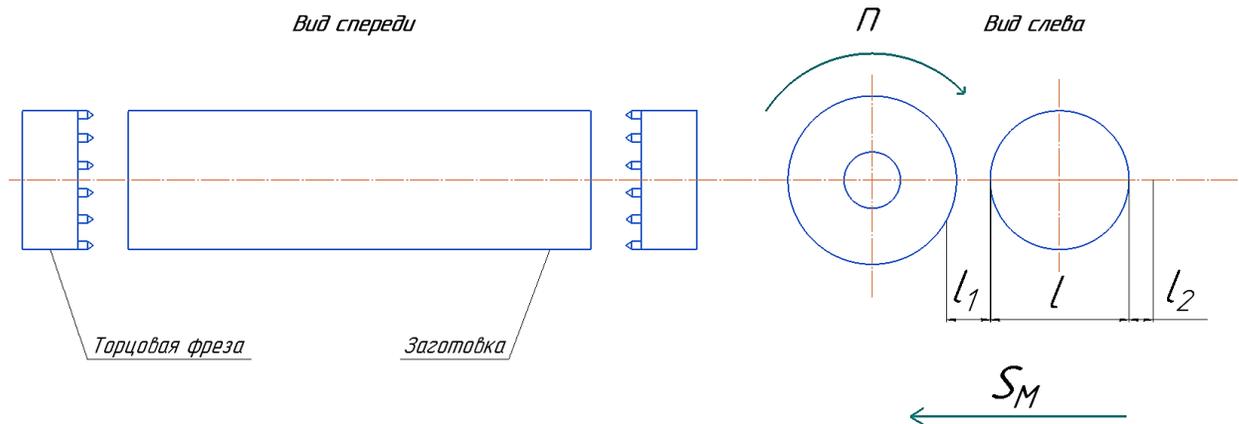


Рис 1.9.1а – подрезка торцов

Основное время определяем по формуле;

$$T_0 = \frac{L \cdot i}{n \cdot S} \quad (1.9.1.1)$$

где L – длина пути режущего инструмента в направлении подачи, мм;

i – число проходов

n – частота вращения заготовки, об/мин;

S – подача, мм/об;

$$S = S_z \cdot z = 0,25 \cdot 8 = 2 \text{ мм/об}$$

Длина пути режущего инструмента находим по формуле;

$$L = l + l_1 + l_2 \quad (1.9.1.2)$$

где l – длина обрабатываемой поверхности

l_1 – величина врезания;

l_2 – величина перебега

Величина врезания определяется по формуле;

$$l_1 = \sqrt{t \cdot (D - t)} \quad (1.9.1.3)$$

где t – глубина резания, мм

D – диаметр фрезы, мм

Величина перебега $l_2 = (0,5 \div 1)D$

Подставляя значения в формулы (1.9.1.1) – (1.9.1.3) получим,

$$t_{01} = \frac{(43 + \sqrt{3(63 - 3)} + 63) \cdot 1}{2 \cdot 100} = 0,597 \text{ мин}$$

Б)Переход 1.2 (сверление центральных отверстий);

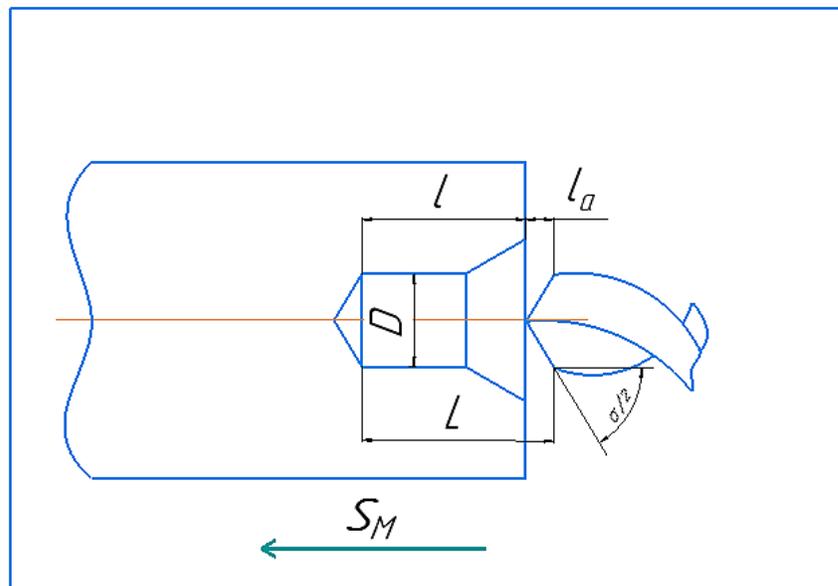


Рис 1.9.16 – Сверление центральных отверстий

Основное время при сверлении находится по формуле;

$$T_0 = \frac{L}{n \cdot S} \quad (1.9.1.4)$$

где L – общий ход сверла

Общий ход сверла определяется по формуле;

$$L = l + l_a + l_u \quad (1.9.1.5)$$

где l – глубина отверстия, мм;

l_a – длина подвода и врезания, мм;

Для глухих отверстий,

$$l_a = 1 + \frac{D}{2 \cdot \tan\left(\frac{\sigma}{2}\right)} \quad (1.9.1.6)$$

где σ - угол при вершине сверла

l_u – величина перебега ($l_u = 0$ для глухих отверстий)

Подставляя значения в формулы (1.9.1.4) – (1.9.1.6) получим;

$$t_{02} = \frac{15 + 1 + \frac{6,3}{2 \cdot \tan\left(\frac{118}{2}\right)}}{0,15 \cdot 1000} = 0,12 \text{ мин}$$

Определяем общее основное время;

$$t_0 = t_{01} + t_{02} = 0,597 + 0,12 = 0,717 \text{ мин}$$

Определяем вспомогательное время по формуле (1.9.3);

$$t_B = 0,15 \cdot t_0 = 0,15 \cdot 0,717 = 0,108 \text{ мин}$$

Определяем оперативное время по формуле (1.9.4);

$$t_{оп} = t_o + t_b = 0,717 + 0,108 = 0,825 \text{ мин}$$

Определяем время обслуживания рабочего места по формуле (1.9.5);

$$t_{обс} = 0,06 \cdot t_{оп} + 0,08 \cdot t_{оп} = 0,14 \cdot 0,825 = 0,116 \text{ мин}$$

Определяем время на личные потребности;

$$t_{от.л} = 0,025 \cdot t_{оп} = 0,025 \cdot 0,825 = 0,021 \text{ мин}$$

Определяем штучно-калькуляционное время по формуле (1.9.2);

$$t_{шт} = t_o + t_b + t_{обс} + t_{от.л} = 0,717 + 0,108 + 0,116 + 0,021 = 0,962 \text{ мин}$$

Определяем норму времени по формуле (1.9.1);

$$T = T_{шт} + \frac{T_{п.з}}{n} = 0,962 + \frac{8 \cdot 60}{2000} = 1,202 \text{ мин}$$

1.9.2 Расчет норм времени для токарной операции с ЧПУ

Переход 2.1 (черновое обтачивание поверхности $\varnothing 34 \text{ мм} \times 204 \text{ мм}$)

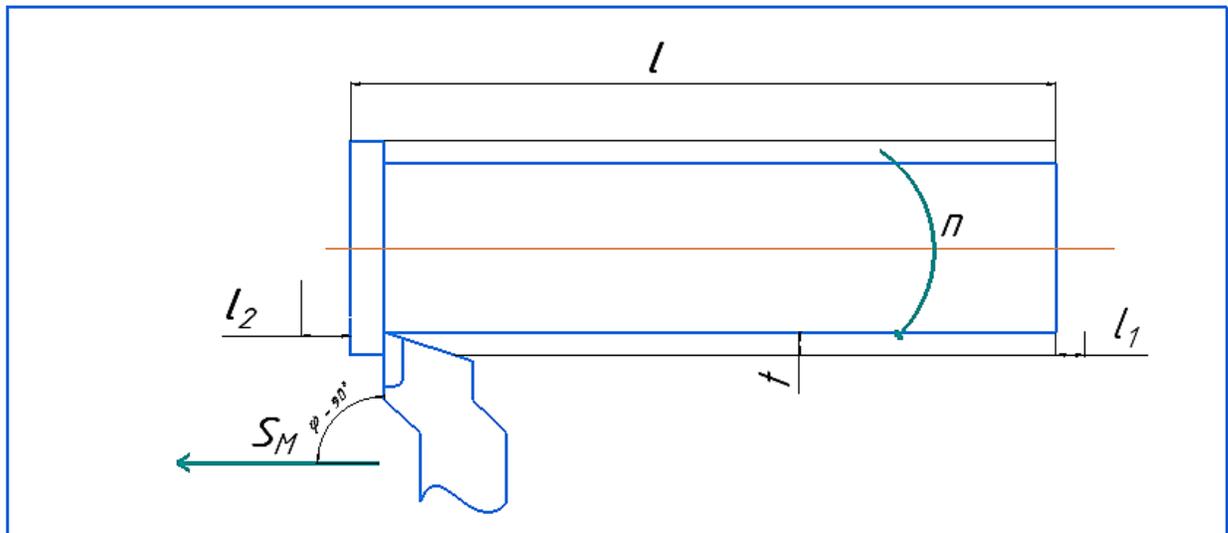


Рис 1.9.2а - черновое обтачивание поверхности $\varnothing 34 \text{ мм} \times 204 \text{ мм}$

Основное технологическое время определяем по формуле:

$$t_0 = \frac{L \cdot i}{n \cdot s}$$

где $L = l + l_1 + l_2$;

l – расчетная длина обрабатываемой поверхности, мм;

$l_1 = t \cdot \operatorname{ctg}\varphi$ – величина врезания резца, мм;

t – глубина резания, мм;

φ – главный угол в плане резца, град;

$l_2 = 1 \dots 3$ мм – выход (перебег) резца;

n – частота вращения заготовки, об/мин;

s – подача, мм/об;

i – число проходов.

На данном переходе используется проходной упорный резец с $\varphi = 90^\circ$. Следовательно $t \cdot \operatorname{ctg}\varphi = 0$. $l = 204$ мм. $l_2 = 0$ так как формируем ступень вала, (перебег резца отсутствует). $n = 1872,94$ об/мин и $s = 0,35$ мм/об. $i = 2$

$$t_{0,1} = \frac{(l + t \cdot \operatorname{ctg}\varphi + l_2) \cdot i}{n \cdot s} = \frac{(204 + 0 + 0) \cdot 2}{1872,94 \cdot 0,35} = 0,62 \text{ мин}$$

Переход 2.2 (черновое точение поверхности $\varnothing 24$ мм x 140 мм)

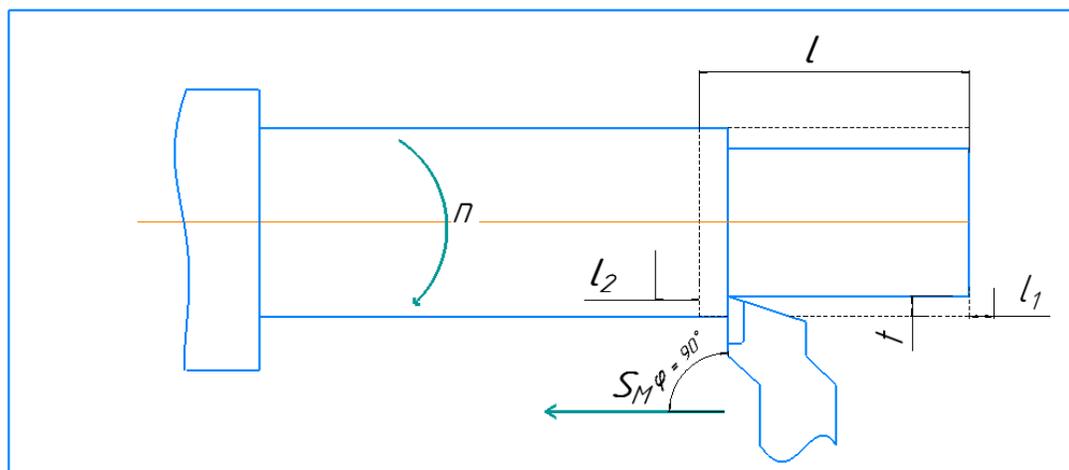


Рис 1.9.2б - черновое точение поверхности $\varnothing 24$ мм x 140 мм

На данном переходе также используется проходной упорный резец с $\varphi = 90^\circ$. Следовательно $t \cdot \operatorname{ctg}\varphi = 0$. $l = 64$ мм. $l_2 = 0$ так как формируем ступень вала, (перебег резца отсутствует). $n = 1872,94$ об/мин и $s = 0,35$ мм/об, $i = 4$.

$$t_{0,2,2} = \frac{(l + t \cdot \operatorname{ctg}\varphi + l_2) \cdot i}{n \cdot s} = \frac{(140 + 0 + 0) \cdot 4}{1872,94 \cdot 0,35} = 0,85 \text{ мин}$$

Переход 2.3 (черновое точение поверхности $\varnothing 22$ мм x 41 мм)

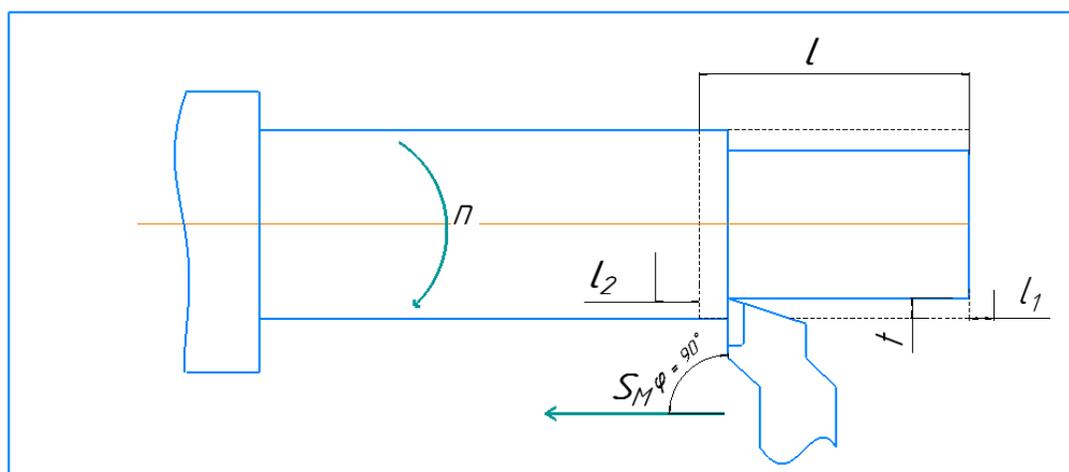


Рис 1.9.2в - черновое точение поверхности $\varnothing 22$ мм x 41 мм

На данном переходе также используется проходной упорный резец с $\varphi = 90^\circ$. Следовательно $t \cdot \operatorname{ctg}\varphi = 0$. $l = 41$ мм. $l_2 = 0$ так как формируем ступень вала, (перебег резца отсутствует). $n = 1872,94$ об/мин и $s = 0,35$ мм/об, $i = 1$.

$$t_{0_{2,3}} = \frac{(l + t \cdot \operatorname{ctg}\varphi + l_2) \cdot i}{n \cdot s} = \frac{(41 + 0 + 0) \cdot 1}{1872,94 \cdot 0,35} = 0,063 \text{ мин}$$

Переход 2.6 (нарезание резьбы M22 x 1,5)

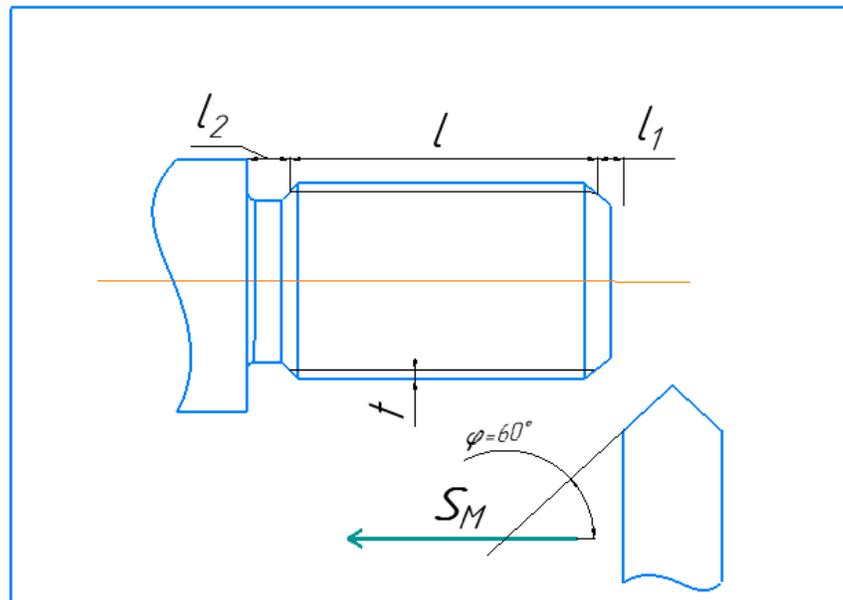


Рис 1.9.2г нарезание резьбы M22 x 1,5

На данном переходе т используется резец для резьбонарезания с $\varphi = 60^\circ$. $l = 64$ мм. $n = 1872,94$ об/мин и $s = 0,35$ мм/об, $i = 5$.

$$t_{0_{2,6}} = \frac{(l + t \cdot \operatorname{ctg}\varphi + l_2) \cdot i}{n \cdot s} = \frac{(41 + 0,177 \operatorname{ct}60^\circ) \cdot 5}{3231,9 \cdot 1,5} = 0,042 \text{ мин}$$

Переход 2.7 (черновое точение поверхности $\varnothing 40$ мм)

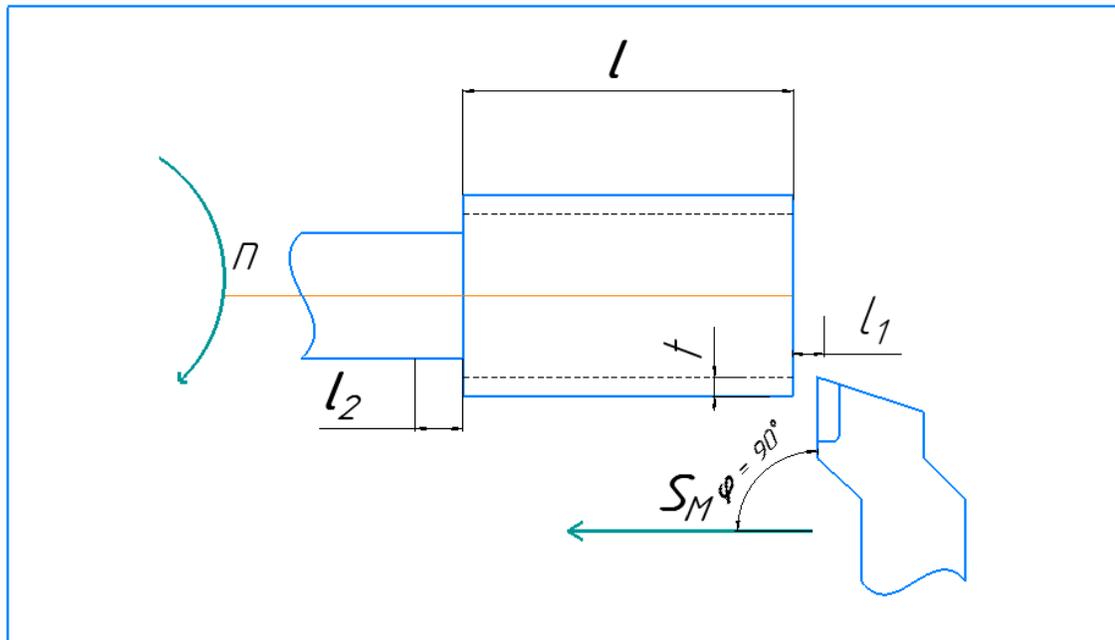


Рис 1.9.2д - черновое точение поверхности $\varnothing 40$ мм

На данном переходе также используется проходной упорный резец с $\varphi = 90^\circ$. Следовательно $t \cdot \text{ctg}\varphi = 0$; $l = 34$ мм; $l_2 = 2$ мм; $n = 1872,94$ об/мин и $s = 0,35$ мм/об, $i = 1$.

$$t_{0,2,7} = \frac{(l + t \cdot \text{ctg}\varphi + l_2) \cdot i}{n \cdot s} = \frac{(34 + 0 + 2) \cdot 1}{1872,94 \cdot 0,35} = 0,055 \text{ мин}$$

Переход 2.8 (черновое точение поверхности $\varnothing 34$ мм x 28 мм)

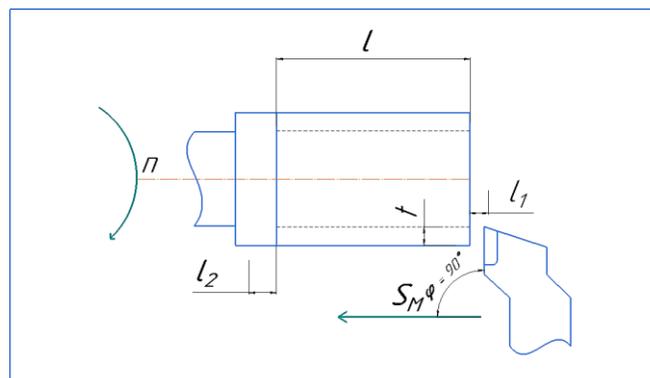


Рис 1.9.2ж черновое точение поверхности $\varnothing 34$ мм x 28 мм

На данном переходе также используется проходной упорный резец с $\varphi = 90^\circ$. Следовательно $t \cdot \operatorname{ctg}\varphi = 0$. $l = 28$ мм. $l_2 = 0$ так как формируем ступень вала, (перебег резца отсутствует). $n = 1872,94$ об/мин и $s = 0,35$ мм/об, $i = 2$.

$$t_{0,2,8} = \frac{(l + t \cdot \operatorname{ctg}\varphi + l_2) \cdot i}{n \cdot s} = \frac{(28 + 0 + 0) \cdot 2}{1872,94 \cdot 0,35} = 0,085 \text{ мин}$$

$$\begin{aligned} t_0 &= t_{0,2,1} + t_{0,2,2} + t_{0,2,3} + t_{0,2,6} + t_{0,2,7} + t_{0,2,8} \\ &= 0,62 + 0,85 + 0,063 + 0,042 + 0,055 + 0,085 \\ &= 1,715 \text{ мин} \end{aligned}$$

$$t_B = 0,15 \cdot t_0 = 0,15 \cdot 1,715 = 0,257 \text{ мин}$$

$$t_{оп} = t_0 + t_B = 1,715 + 0,257 = 1,972 \text{ мин}$$

$$t_{обс} = 0,06 \cdot t_{оп} + 0,08 \cdot t_{оп} = 0,14 \cdot 1,972 = 0,276 \text{ мин}$$

$$t_{от.л} = 0,025 \cdot t_{оп} = 0,025 \cdot 1,972 = 0,0493 \text{ мин}$$

$$t_{шт} = t_0 + t_B + t_{обс} + t_{от.л} = 1,715 + 0,257 + 0,276 + 0,0493 = 2,297 \text{ мин}$$

$$T = T_{шт} + \frac{T_{п.з}}{n} = 2,297 + \frac{8 \cdot 60}{2000} = 2,537 \text{ мин}$$

1.9.3 Расчет норм времени токарно-фрезерной операции с ЧПУ

Переход 3.1 (Чистовое точение поверхности $\varnothing 34$ мм х 64 мм)

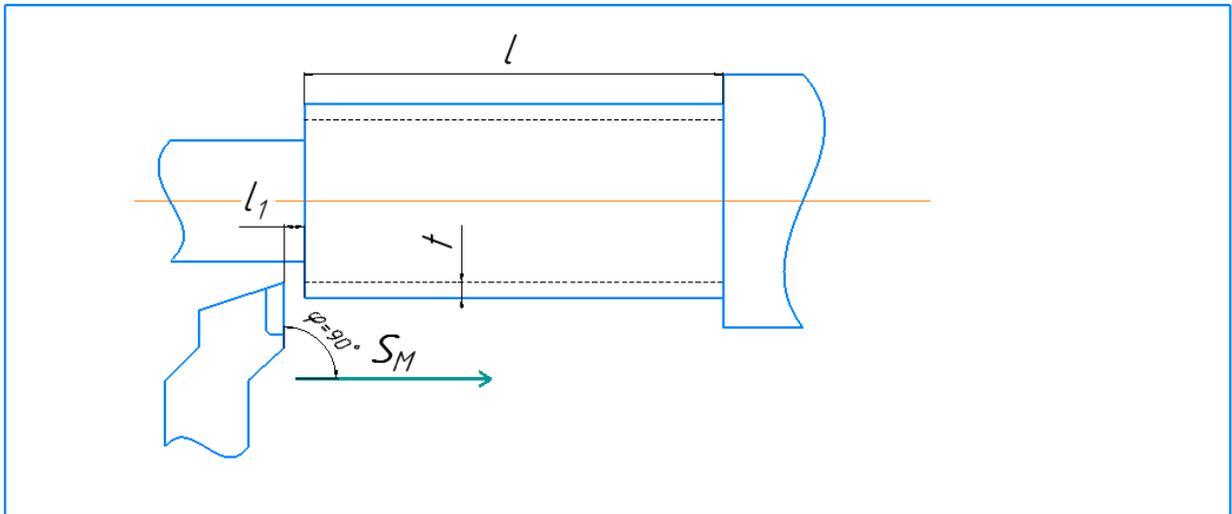


Рис 1.9.3а - Чистовое точение поверхности $\varnothing 34$ мм х 64 мм

На данном переходе применяется проходной упорный резец с $\varphi = 90^\circ$. Следовательно $t \cdot \operatorname{ctg}\varphi = 0$. $l = 64$ мм. $l_2 = 0$ так как формируем ступень вала, (перебег резца отсутствует). $n = 3524,16$ об/мин и $s = 0,21$ мм/об, $i = 1$.

$$t_{0_{3,1}} = \frac{(l + t \cdot \operatorname{ctg}\varphi + l_2) \cdot i}{n \cdot s} = \frac{(64 + 0 + 0) \cdot 1}{3524,16 \cdot 0,21} = 0,086 \text{ мин}$$

Переход 3.2 (чистовое точение поверхности $\varnothing 34$ мм х 28 мм)

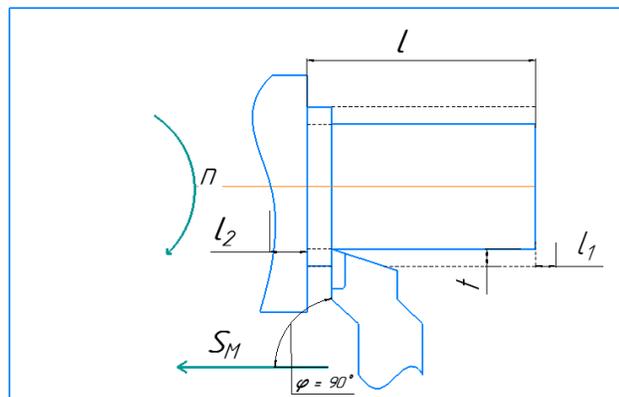


Рис 1.9.3б - чистовое точение поверхности $\varnothing 34$ мм х 28 мм

На данном переходе также применяется проходной упорный резец с $\varphi = 90^\circ$. Следовательно $t \cdot \operatorname{ctg}\varphi = 0$. $l = 28$ мм. $l_2 = 0$ так как формируем ступень вала, (перебег резца отсутствует). $n = 3524,16$ об/мин и $s = 0,21$ мм/об, $i = 1$.

$$t_{0,2} = \frac{(l + t \cdot \operatorname{ctg}\varphi + l_2) \cdot i}{n \cdot s} = \frac{(28 + 0 + 0) \cdot 1}{3524,16 \cdot 0,21} = 0,038 \text{ мин}$$

Переход 3.4 (фрезерование шпоночного паза)

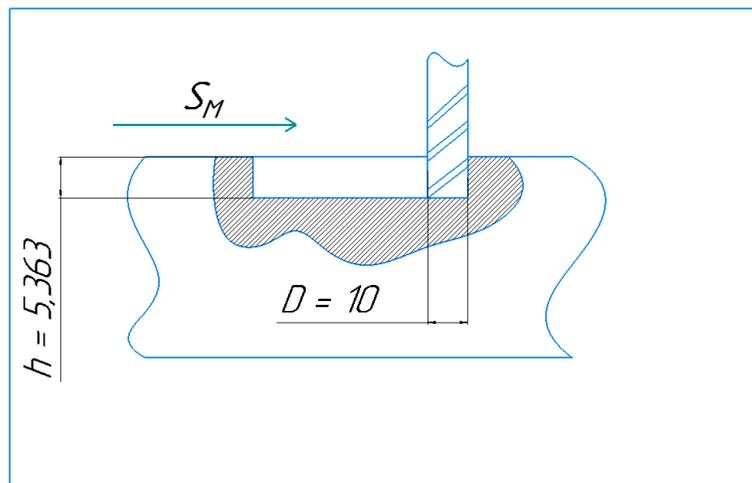


Рис 1.9.3в - фрезерование шпоночного паза

На данном переходе используется концевая фреза с диаметром $D = 10$ мм. Глубина паза $t = 5$ мм, $h = 5,363$ мм так как надо будет шлифовать данную цилиндрическую поверхность; $l = 36$ мм – длина шпоночного паза; $n = 773,49$ об/мин и $s_z = 0,05$ мм/зуб – берем из предыдущего расчета.

Определяем подачу на один оборот фрезы:

$$s_0 = s_z \cdot z = 0,05 \cdot 4 = 0,2 \text{ мм/об}$$

Определяем продольную минутную подачу:

$$s_{\text{МП}} = s_0 \cdot n = 0,2 \cdot 746,75 = 149,29 \text{ мм/мин}$$

Определяем вертикальную минутную подачу:

$$s_{MB} = 0,25 \cdot s_{MPP} = 0,25 \cdot 149,29 = 37,32 \text{ мм/мин}$$

Определяем основное технологическое время данного перехода:

$$t_{0,3,4} = \frac{h + 1}{s_{MB}} + \frac{l - D}{s_{MPP}} = \frac{5,363 + 1}{37,32} + \frac{36 - 10}{149,29} = 0,35 \text{ мин}$$

Переход 3.5 (сверление отверстия);

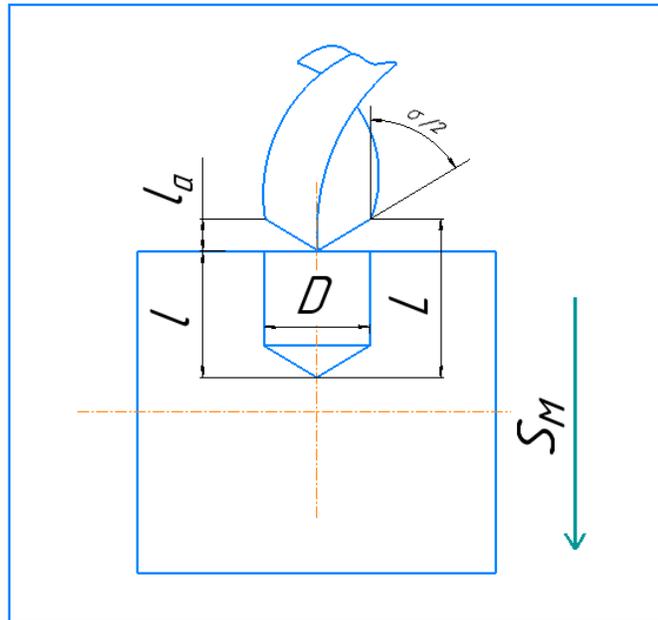


Рис 1.9.3г - сверление центровых отверстий

Основное время при сверлении находится по формуле;

$$T_0 = \frac{L}{n \cdot S}$$

где L – общий ход сверла.

Общий ход сверла определяется по формуле;

$$L = l + l_a + l_u$$

где l – глубина отверстия, мм;

l_a – длина подвода и врезания, мм.

Для глухих отверстий $l_a = 1 + \frac{D}{2 \cdot \tan\left(\frac{\sigma}{2}\right)}$

где σ - угол при вершине сверла

l_u – величина перебега ($l_u = 0$ для глухих отверстий)

$$t_{0_{3,5}} = \frac{4,1415 + 1 + \frac{5}{2 \cdot \tan\left(\frac{118}{2}\right)}}{0,12 \cdot 1371,92} = 0,04 \text{ мин}$$

$$t_0 = t_{0_{3,1}} + t_{0_{3,2}} + t_{0_{3,4}} + t_{0_{3,5}} = 0,086 + 0,038 + 0,35 + 0,04 = 0,514 \text{ мин}$$

$$t_B = 0,15 \cdot t_0 = 0,15 \cdot 0,514 = 0,0771 \text{ мин}$$

$$t_{оп} = t_0 + t_B = 0,514 + 0,0771 = 0,5911 \text{ мин}$$

$$t_{обс} = 0,06 \cdot t_{оп} + 0,08 \cdot t_{оп} = 0,14 \cdot 0,5911 = 0,0828 \text{ мин}$$

$$t_{от.л} = 0,025 \cdot t_{оп} = 0,025 \cdot 0,5911 = 0,015 \text{ мин}$$

$$t_{шт} = t_0 + t_B + t_{обс} + t_{от.л} = 0,514 + 0,0771 + 0,0828 + 0,015 = 0,6889 \text{ мин}$$

$$T = T_{шт} + \frac{T_{п.з}}{n} = 0,6889 + \frac{8 \cdot 60}{2000} = 0,9289 \text{ мин}$$

1.9.4 Расчет норм времени для круглошлифовальной операции

А) Переход 5.1 (шлифование поверхности $\varnothing 34\text{мм} \times 28\text{мм}$)

Основное время при врезном шлифовании определяется по формуле;

$$t_0 = \frac{h}{n_3 \cdot s_p} \cdot K \quad (1.9.4.1)$$

где n_3 – частота вращения заготовки, об/мин;

s_p – радиальная подача, мм/об;

h - припуск на сторону, мм

K – коэффициент выхаживания = 1,1

$$h = \frac{Z_{Д5.1}}{2} = 0,1415 \text{ мм}$$

Подставляя значения в формулу (1.9.4.1) получим,

$$t_{o1} = \frac{0,1415 \cdot 1,1}{374,48 \cdot 0,0050} = 0,083 \text{ мин}$$

Б) Переход 5.2 (Предварительное шлифование поверхности $\varnothing 34\text{мм} \times 64\text{мм}$)

Основное время при продольном шлифовании определяется по формуле;

$$t_0 = \frac{L \cdot h}{n_3 \cdot S \cdot t} \cdot K \quad (1.9.4.2)$$

где L – величина хода стола, мм;

$$L = l - (1 - k \cdot m) \times B_k$$

где l – длина шлифуемой поверхности, мм;

k – число сторон перебега круга

B_k – ширина шлифовального круга, мм;

m – перебега в долях ширины круга, $m = 0,5$ мм

$$h = \frac{Z_{Д5.2}}{2} = 0,1415 \text{ мм}$$

Подставляя значения в формулу (1.9.4.2) получим,

$$t_{02} = \frac{[64 - (1 - 1 \cdot 0.5) \times 25] \cdot 0,1415 \cdot 1,1}{140,03 \cdot 10 \cdot 0,025} = 0,229 \text{ мин}$$

В) Переход 5.3 (Чистовое шлифование поверхности $\emptyset 34\text{мм}$ х 64мм)

Коэффициент выхаживания при чистовом шлифовании равен 1,4

$$h = \frac{Z_{Д5.3}}{2} = 0,122 \text{ мм}$$

Подставляя значения в формулу (1.9.4.2) получим,

$$t_{03} = \frac{[64 - (1 - 1 \cdot 0.5) \times 25] \cdot 0,122 \cdot 1,4}{374,48 \cdot 10 \cdot 0,009} = 0,261 \text{ мин}$$

$$t_0 = t_{01} + t_{02} + t_{03} = 0,083 + 0,229 + 0,261 = 0,573 \text{ мин}$$

$$t_B = 0,15 \cdot t_0 = 0,15 \cdot 0,892 = 0,086 \text{ мин}$$

$$t_{оп} = t_0 + t_B = 0,892 + 0,134 = 0,659 \text{ мин}$$

$$t_{обс} = 0,06 \cdot t_{оп} + 0,08 \cdot t_{оп} = 0,14 \cdot 0,659 = 0,092 \text{ мин}$$

$$t_{от.л} = 0,025 \cdot t_{оп} = 0,025 \cdot 0,659 = 0,016 \text{ мин}$$

$$t_{шт} = t_0 + t_B + t_{обс} + t_{от.л} = 0,573 + 0,086 + 0,092 + 0,016 = 0,767 \text{ мин}$$

$$T = T_{шт} + \frac{T_{п.з}}{n} = 1,196 + \frac{8 \cdot 60}{2000} = 1,007 \text{ мин}$$

1.9.5 Расчет норм времени для отрезной операции

$$t_0 = \frac{L \cdot i}{S_M}$$

где S_M – минутная подача

$$t_0 = \frac{43 \cdot 1}{50} = 0,86 \text{ мин}$$

$$t_B = 0,15 \cdot t_0 = 0,15 \cdot 0,86 = 0,129 \text{ мин}$$

$$t_{оп} = t_0 + t_B = 0,86 + 0,129 = 0,989 \text{ мин}$$

$$t_{обс} = 0,06 \cdot t_{оп} + 0,08 \cdot t_{оп} = 0,14 \cdot 0,989 = 0,138 \text{ мин}$$

$$t_{от.л} = 0,025 \cdot t_{оп} = 0,025 \cdot 0,989 = 0,025 \text{ мин}$$

$$t_{шт} = t_0 + t_B + t_{обс} + t_{от.л} = 0,86 + 0,129 + 0,138 + 0,025 = 1,152 \text{ мин}$$

$$T = T_{шт} + \frac{T_{п.з}}{n} = 1,152 + \frac{8 \cdot 60}{2000} = 1,392 \text{ мин}$$

1.10 Выбор средств измерения

Средства измерения выбираются в зависимости от следующих основных факторов;

- i. номинальный размер, качество и допуск размера;
- ii. конструктивные особенности контролируемых деталей;
- iii. допускаемая погрешность измерения, нормированная ГОСТ 8.051-81;
- iv. тип производства;
- v. предел допускаемой погрешности средства измерения нормированная РД 50-98-86.

Средство измерения считается пригодным, если соотношение его предельной погрешности к допускаемой погрешности равно $0,6..0,7$.

Рассчитываем предельную погрешность измерения размеров, получаемых на черновых переходах. Наибольший размер = $238_{-1,15}$ мм.

Допускаемая погрешность δ по ГОСТ 8.051-81 = 240 мкм

$$\Delta_{пр} = 0,7 \cdot \delta = 0,7 \cdot 240 = 168 \text{ мкм}$$

Выберем для черновых переходов штангенциркуль ШЦЦ-1-300-0,01 ГОСТ 166-89, предел погрешности, которого равен 40 мкм.

Рассчитываем предельную погрешность измерения размеров, получаемых на чистовых переходах и круглошлифовальной операции. Наибольший размер = $34,588_{-0,10}$ мм.

Допускаемая погрешность δ по ГОСТ 8.051-81 = 20 мкм

$$\Delta_{пр} = 0,7 \cdot \delta = 0,7 \cdot 20 = 14 \text{ мкм}$$

Выберем для чистовых переходов и круглошлифовальной операции микрометр МК Ц50 ГОСТ 6507-90, предел погрешности, которого равен 2 мкм.

Выберем для черновых переходов штангенциркуль ШЦЦ-1-300-0,01 ГОСТ 166-89, предел погрешности, которого равен 40 мкм.

Рассчитываем предельную погрешность измерения при измерении фасок.
Наибольший размер = $(3,283 \pm 0,245)$ мм $\times 45^\circ$

Допускаемая погрешность δ по ГОСТ 8.051-81 = 60 мкм

$$\Delta_{\text{пр}} = 0,7 \cdot \delta = 0,7 \cdot 60 = 42 \text{ мкм}$$

Выберем для измерения фасок цифровой фаскомер INSIZE 1180, предел погрешности, которого равен 20 мкм.

Для контроля размера резьбы применим следующие резьбовые кольца:

- i. Кольцо 8211 – 0086 6g ГОСТ 17763-72
- ii. Кольцо 8211 – 0086 6g ГОСТ 17764-72

2. КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ

2.1 Описание конструкции приспособления

С помощью данного приспособления (рис 2.1) проводится измерение отклонений от радиального биения, указанных в ТЗ (рис 1.1). Левая бабка 2 закреплена на основании 8 винтами 17. В левой бабке закреплён неподвижный центр 3 винтом 16. Правая бабка 6 установлена на основании 8 болтом 12 и гайкой 13, которые способны перемещаться в вертикальном направлении с помощью эксцентрика 10, пружины 20, ручки 4 и прокладки 11. Эксцентриковый механизм позволяет разжимать правую бабку при контроле расстояния между центрами и закреплять ее в нужном положении на основании 8.

В правой бабке устанавливается пиноль 7, в которой установлен вращающийся центр 14. Пиноль 7 способна перемещаться в осевом направлении. Зажим 5 служит для фиксации пиноли 7 в любом положении для последующего измерения биения. Для измерения отклонений от радиального биения применяется индикатор часового типа 9, который установлен в магнитный штатив 1.

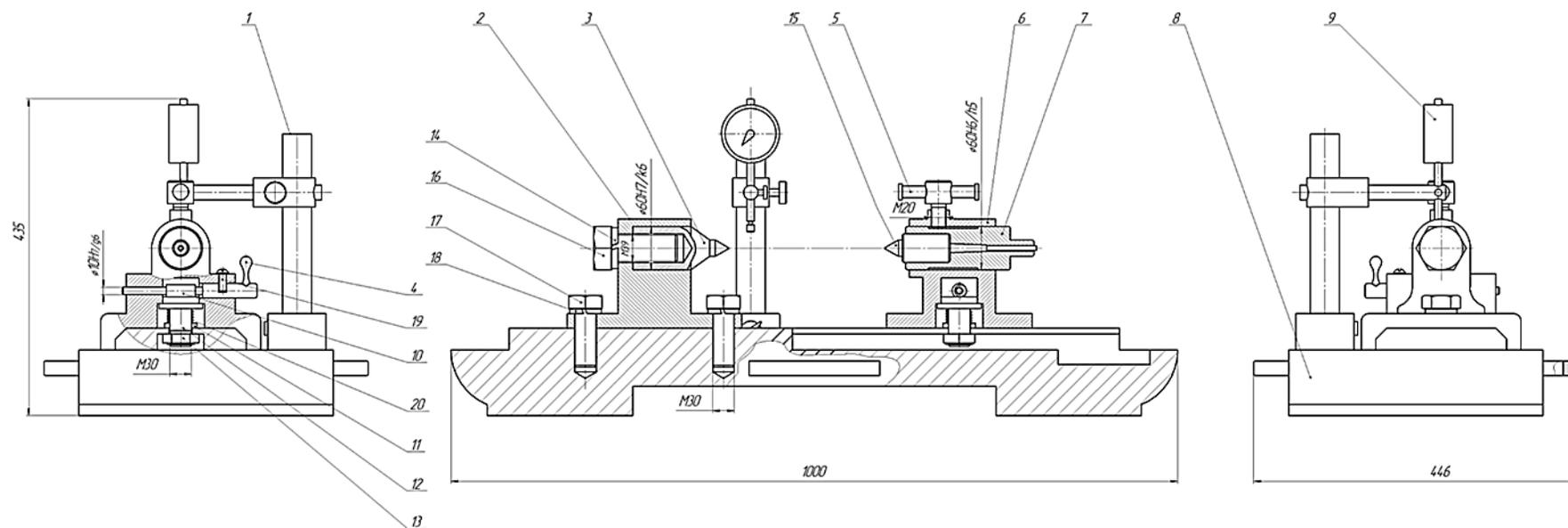


Рис 2.1 – Приспособление для контроля радиального биения

2.2 Технические требования к конструкции приспособления

Для обеспечения требуемой точности при измерении радиального биения, необходимо удовлетворять следующим требованиям;

1. Отклонение от соосности центров не должно быть больше 0,005мм
2. Отклонение от параллельности оси центров относительно направляющих основания не должно быть больше 0,001мм

2.3 Ход измерения радиального биения

1. Протереть магнитный штатив 1 и установить его на основании в положении, как показано на рисунке 2.1 и включить магнит.
2. Переместить правую бабку 6 ручкой 4 до расстояния, приблизительно равной длине стержня и зафиксировать бабку на основании ручкой 4.
3. Установить стержень в центра левой рукой , доводя пиноль 7 правой рукой до центрального отверстия стержня и зажать ее зажимом 5.
4. Приблизить измерительный наконечник индикатора к измеряемой поверхности до создания контакта со стержнем до полного оборота главной стрелки индикатора и закрепить его винтом.
5. Повернуть стержень в центрах до установки стрелки индикатора в наибольшее положение, при вращении в направлении часовой стрелки.
6. Установить шкалу индикатора на "0" по "max" положению стрелки, для чего плавно повернуть ободок с циферблатом до совмещения оси главной стрелки и середины нулевого штриха шкалы.
7. Повернуть вал медленно от себя до приведения стрелки в наименьшее положение и записать показание в этом положении.
8. Продолжить вращение вала в том же направлении до тех пор, пока стрелка не займет наибольшее положение (в направлении по часовой стрелке), и записать показание в этом положении.

9. Повторить измерения по разным сечениям поверхности стержня, определить разность показаний в верхней и нижней точках для каждого оборота вала, записать эти значения, затем определить их среднюю величину и записать ее как измеренное значение радиального биения.

Результаты исследования

В результате разработки технологического процесса изготовления стержня были решены следующие задачи:

- i. Определен тип производства
- ii. Выбрана исходная заготовка и создан технологический маршрут изготовления стержня
- iii. Проведен размерный анализ технологического процесса
- iv. Расчитаны режимы резания и нормы времени технологического процесса
- v. Спроектировано приспособление для контроля радиального биения поверхностей стержня

Решение этих задач привело к получению технологического процесса, позволяющий изготовить стержень согласно конструкторской документации в условиях среднесерийного производства.

3. ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

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

Студенту:

Группа	ФИО
4А7Б	Хамунаквали Тафадзва Литгон

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 (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Бюджет проекта – не более 400 000 руб., в т.ч. затраты по оплате труда – не более 150 000 руб.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Значение показателя интегральной ресурсоэффективности – не менее 4 баллов из 5
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Страховые взносы общие – 30%

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	Составить карту сегментирования рынка, оценочную карту для сравнения конкурентных технических решений; SWOT-анализ
2. Планирование и формирование бюджета научных исследований	Составить перечень этапов, работ и распределения исполнителей проекта; определить трудоемкость выполнения работ, найти временные показатели проведения исследования, разработать календарный план-график (график Ганта) Рассчитать материальные затраты, затраты на специальное оборудование, заработную плату, отчисления во внебюджетные фонды, накладные расходы, сформировать бюджет затрат на проект
3. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования	Рассчитать интегральные показатели финансовой эффективности, ресурсоэффективности, эффективности вариантов исполнения и сравнительную эффективность.

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Оценка конкурентоспособности технических решений
2. Матрица SWOT

- 3. Альтернативы проведения НИ
- 4. График проведения и бюджет НИ
- 5. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИ

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент ОСГН ШБИП ТПУ	Маланина В.А.	К.Э.Н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4А7Б	Хамунакваци Т.Л.		

Введение

Оценка коммерческой ценности является неотъемлемой частью при проведении научного исследования. Объект исследования выпускной квалификационной работы является проектирование технологического процесса изготовления стержня. Данная деталь применяется для передачи крутящего момента. Объем выпускаемой продукции – 2000шт. Потенциальными потребителями результатов данного исследования являются машиностроительные предприятия.

Целью данного раздела является проектирование и создание конкурентоспособной технологии, обеспечивающей современным требованиям в области ресурсоэффективности и ресурсосбережения. Для достижения данной цели необходимо оценить коммерческий потенциал и перспективность проведения научного исследования, , выполнить планирование проекта и определить эффективность данного проекта.

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

3.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Потребителями результатов исследования являются область применения стержня и отрасль экономики, к которой относятся предприятия заказчики. Карта сегментирования рынка предприятий представлена в таблице 1.

Таблица 1 - Карта сегментирования рынка предприятий, использующих в своей деятельности стержень

Отрасль экономики	Область применения	
	Сборка узлов и машин	Ремонт и обслуживание
Станкостроение	СТП – Липецкое станкостроительское предприятие - АО (СТП-ЛСП)	
Автомобилестроение	Горьковский автомобильный завод (ООО ГАЗ)	Водолей автокомплекс
Авиация	Роствертол	Новосибирское авиационный завод им. В.П. Чкалова (НАЗ им. В.П.Чкалова)

Итак, отрасли автомобилестроения и авиации являются наиболее перспективным сегментом рынка.

3.1.2 Анализ конкурентных технических решений

Анализ конкурентных технических решений позволяет оценить конкурентные преимущества проекта, а также помогает внести коррективы в проект, улучшающие его слабые стороны. Данный анализ также позволяет оценить сильные и слабые стороны конкурентов, изготавливающих аналогичные детали. Для анализа конкурентных технических решений разработки технологии изготовления вала составлена оценочная карта по технологии QUAD.

Технология QUAD (Quality Advisor) представляет собой гибкий инструмент измерения характеристик, описывающих качество новой разработки и ее перспективность на рынке и позволяющие принимать решение целесообразности вложения денежных средств в научно-исследовательский проект.

В основе технологии QUAD лежит нахождение средневзвешенной величины следующих групп показателей:

1) Показатели оценки качества разработки:

- Скорость производства
- Энергоэффективность
- Универсальность
- Производственная мощность
- Потребность в дополнительной оснастке
- Сложность исполнения
- Трудоемкость
- Ресурсоемкость
- Безопасность
- Экологичность
- Технологичность

2) Показатели оценки коммерческого потенциала разработки:

- Конкурентоспособность продукта
- Перспективность рынка
- Цена
- Послепродажное обслуживание
- Финансовая эффективность
- Наличие патента

Показатели оценки качества и перспективности новой разработки подбираются исходя из выбранного объекта исследования с учетом его технических и экономических особенностей разработки, создания и коммерциализации. Для упрощения процедуры проведения QUAD проводим оценку в табличной форме (табл.2). в которой оценивались следующие потенциальные конкуренты:

- i. к1 – ООО «Промышленная компания МИОН»;
- ii. к2 – АО «НПФ «Микран

В соответствии с технологией QUAD каждый показатель оценивается экспертным путем по сто балльной шкале, где 1 – наиболее слабая позиция, а 100 – наиболее сильная. Веса показателей, определяемые экспертным путем, в сумме должны составлять 1.

Таблица 2 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Факторы оценки	Вес фактора B_i	Баллы	Максимальный балл	Относительное значение $(3/4)$	Средневзвешенное значение (5×2) B_i
1	2	3	4	5	6
Показатели оценки качества разработки					
Скорость производства	0,09	92	100	0,92	0,0828
Энегоэффективность	0,07	60	100	0,60	0,042
Универсальность	0,05	73	100	0,73	0,0365
Производственная мощность	0,01	79	100	0,79	0,0079
Потребность в дополнительной оснастке	0,06	20	100	0,20	0,012
Сложность исполнения	0,03	60	100	0,60	0,018
Трудоемкость	0,05	40	100	0,40	0,02
Ресурсоемкость	0,08	75	100	0,75	0,06
Безопасность	0,05	98	100	0,98	0,049
Экологичность	0,05	96	100	0,96	0,048
Технологичность	0,17	95	100	0,95	0,1615
Показатели оценки коммерческого потенциала разработки					
Конкурентоспособность продукта	0,04	40	100	0,40	0,016
Перспективность рынка	0,03	41	100	0,41	0,0123
Цена	0,09	80	100	0,80	0,072

Послепродажное обслуживание	0,01	10	100	0,10	0,001
Финансовая эффективность	0,09	88	100	0,88	0,0792
Наличие патента	0,03	37	100	0,37	0,0111
Итого	1				0,7383

Оценка качества и перспективности по технологии QUAD определяется по формуле:

$$P_{cp} = \sum V_i \cdot B_i = 0,7383$$

где P_{cp} - средневзвешенное значение показателя качества и перспективности научной разработки.

Средневзвешенное значение позволяет судить о перспективности разработки. Если значение показателя в процентах получилось от 100 до 80, то такая разработка считается перспективной. Если от 79 до 60 – то перспективность выше среднего. Если от 59 до 40 – то перспективность средняя. Если от 39 до 20 – то перспективность ниже среднего. Если 19 и ниже – то перспективность крайне низкая. Таким образом, по результатам расчетов, перспективность данной разработки выше среднего.

3.1.3 SWOT-Анализ

Для того, чтобы оценить внутренние и внешние факторы которые влияют на разработку технологии изготовления стержня приемем метод стратегического планирования, который называется SWOT-анализ. SWOT-анализ нужен, чтобы

оценить сильные и слабые стороны проекта и определить перспективы развития и угрозы извне.

Таблица 3 – SWOT-анализ

		Внутренние факторы	
		Сильные стороны проекта: С1. Высокая точность станков С2.Высококвалифицированные рабочие С3.Доступность материала, необходимого для реализации проекта от ближайших поставщиков. С4.Использование режимов станков, обеспечивающие высокую точность изготовления С5.Возможность покупать необходимый материал по доступным ценам. С6.Сравнительно низкие затраты на транспортирование заготовительных материалов С7.Наличие программного обеспечения для проектирования и анализа изготавливаемых изделий. С8.Надежность поставщиков заготовительных материалов	Слабые стороны проекта: Сл1.Отсутствие постоянных заказчиков Сл2.Высокая стоимость оборудования Сл3.Отсутствие маркетинговых мероприятий по продвижению продуктов на новых каналах сбыта. Сл4.Высокая конкуренция Сл5.Высокая стоимость электрической энергии
Внешние факторы	Возможности: В1. Увеличение темпов рынка В2.Повышение квалификации рабочих В3. Сотрудничество с другими крупными компаниями В4. Появление новых заказчиков В5. повышение эффективности производства за счет внедрения высокотехнологического оборудования и снижения материалоемкости	При увеличении темпов рынка будут полезны сильные стороны как С1, С2, С3, С4, С5 С6, С7 и С8 При повышении квалификации рабочих будут использоваться такие сильные стороны как С1, С4 и С7 При заключении договоров сотрудничества с другими компаниями будут полезны сильные стороны как С3, С5, С6 и С8 При повышении эффективности производства за счет внедрения высокотехнологического оборудования и снижения материалоемкости	Чтобы повысить число заказчиков нужно будет использовать такие возможности как В1 В3 и В4 Для преодоления такой слабости как отсутствие автоматизированного производства будут использоваться возможности как В2 и В5 Чтобы преодолеть такую слабость как высокая конкуренция нужно будет

<p>энергоёмкости производства</p>	<p>производства будут использоваться сильные стороны как С1, С2, С3, С4, С5, С6, С7 и С8</p>	<p>использовать такие возможности как В1, В2, В3, В4 и В5 Для преодоления такой слабости как Отсутствие маркетинговых мероприятий по продвижению продуктов на новых каналах сбыта можно использовать возможности как В1, В2, В3, В4 и В5</p>
<p>Угрозы: У1.Наличие зарубежных предприятий-конкурентов, выпускающих аналогичную продукцию У2.Рост цен на заготовительный материал У3.Возрастающая конкуренция У4.Экономическая нестабильность в стране У5.Изменение требований регулирующих органов и законодательства</p>	<p>Для устранения такой угрозы как наличие зарубежных предприятий-конкурентов, выпускающих аналогичную продукцию следует использовать такие сильные стороны как С1, С2, С3, С4, С5, С6, С7 и С8 Чтобы устранить такую угрозу как экономическая нестабильность в стране следует использовать такие сильные стороны как С2, С3, С5, С6 и С8 Для устранения такой угрозы как изменение требований регулирующих органов и законодательства следует использовать такие сильные стороны как С1, С2, С3, С4 и С8</p>	<p>Для устранения такой угрозы как экономическая нестабильность в стране, необходимо избавиться от таких слабостей, как Сл1, Сл4. Чтобы устранить такую угрозу как наличие зарубежных предприятий-конкурентов, выпускающих аналогичную продукцию, следует избавиться от таких слабостей, как Сл2, Сл3. Для устранения такой угрозы как возрастающая конкуренция, необходимо избавиться от таких слабостей, как Сл2 и Сл3 Для устранения такой угрозы, как рост цен на заготовительный материал, необходимо избавиться от таких слабостей, как Сл1</p>

Таким образом, по результатам SWOT – анализа можно заключить, что технологический процесс изготовления стержня обладает большим количеством сильных сторон и возможностей, которые можно будет реализовать в будущем. Однако, необходимо избавиться от слабостей как высокая конкуренция и отсутствие постоянных заказчиков путем проведения мероприятия по продвижению продукта на новых каналах сбыта и использования таких возможностей как возможность сотрудничать с другими крупными компаниями.

Также необходимо повысить производительность и автоматизировать производство путем использования таких возможностей как повышение эффективности производства за счет внедрения высокотехнологического оборудования и снижения материалоемкости и энергоемкости производства.

3.2 Планирование научно-исследовательской работы

Планирование научно-исследовательских работ проводится с целью распределения обязанностей между исполнителями проекта, расчета заработной платы работников, задействованных в проекте, а также позволяет реализовать проект в установленные сроки. Планирование комплекса предполагаемых работ осуществляется в следующем порядке:

- i. определение структуры работ в рамках научного исследования;
- ii. определение участников каждой работы;
- iii. установление продолжительности работ;
- iv. построение графика проведения научного исследования.

3.2.1 Структура работ в рамках научного исследования

Составим перечень этапов и работ в рамках проведения научного исследования, проведем распределение исполнителей по видам работ, результаты представим в таблице 4.

Таблица 4 - Перечень этапов и работ в рамках проведения научного исследования

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя	$t_{\min i}$	$t_{\max i}$	$t_{\text{ож} i}$	$T_{P i}$
ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	1	Анализ исходных данных, разработка и утверждение технического задания	Руководитель темы; Студент-дипломник	7	10	9	5
	2	Определение типа производства и выбор исходной заготовки	Консультант темы; Студент-дипломник	3	5	4	2
	3	Разработка предварительного маршрута технологического процесса	Руководитель темы; Консультант темы; Студент-дипломник	20	25	22	8
	4	Размерный анализ технологического процесса	Студент-дипломник	25	30	27	27
	5	Выбор оборудования, мерительных и режущих инструментов и расчет режимов резания	Студент-дипломник	14	17	16	16
	6	Расчет норм времени технологического процесса	Студент-дипломник	12	14	13	13
	7	Разработка общего маршрута технологического процесса	Студент-дипломник	5	7	6	6

КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ	8	Выбор и проектирование приспособление	Руководитель темы; Студент-дипломник	6	8	7	7
	9	Составление технической документации приспособления	Студент-дипломник	2	3	3	3

3.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ

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 работ $t_{ож i}$ используется следующая формула:

$$t_{ож i} = \frac{(3t_{мини} + 2t_{макс i})}{5} \quad (3.2.2.1)$$

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

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

$t_{макс i}$ – 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_r , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями. Такое вычисление необходимо для обоснованного расчета заработной платы, так как

удельный вес заработной платы в общей сметной стоимости научных исследований составляет около 65 %.

$$T_{pi} = t_{ожi} / Ч_i \quad (3.2.2.2)$$

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.

Произведем расчет ожидаемая трудоемкость выполнения i -ой работы первого этапа по формулам 3.2.2.1 и 3.2.2.2 :

$$t_{ож1} = \frac{(3t_{min1} + 2t_{max1})}{5} = \frac{(3 \cdot 7 + 2 \cdot 10)}{5} = 9 \text{ чел. -дн.}$$

Произведем расчет продолжительности одной работы первого этапа:

$$T_{p1} = \frac{t_{ож1}}{Ч_1} = \frac{9}{2} = 5 \text{ раб. дн.}$$

Аналогичным образом произведены расчеты для последующих этапов, результаты выполненных расчетов представлены в таблице 4.

3.2.3 Разработка графика проведения научного исследования

Для удобства построения графика, переведем длительность каждого из этапов работ из рабочих дней в календарные дни. Воспользуемся следующей формулой:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{кал} \quad (3.2.3.1)$$

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:

$$k_{\text{кал}} = T_{\text{кал}} / (T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}) \quad (3.2.3.2)$$

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;

Произведем расчет коэффициента календарности для 2021 года по формуле 3.2.3.2 ;

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}} = \frac{365}{365 - 122} = 1,5$$

Расчет длительности каждого из этапов работ в календарных днях представлен в таблице 5

Таблица 5 – Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Трудоёмкость работ			Количество исполнителей	Длительность работ в рабочих днях	Коэффициент календарности и 2021 года	Длительность работ в календарных днях
	t_{min} , чел-дни	t_{max} , чел-дни	$t_{\text{ож}}$, чел-дни				
Анализ исходных данных и разработка технического задания	7	10	9	2	5	1,5	8
Определение типа производства и выбор исходной заготовки	3	5	4	2	2	1,5	3

Продолжение таблицы 5

Разработка технологического маршрута	20	25	22	3	8	1,5	12
Размерный анализ технологического процесса	25	30	27	1	27	1,5	41
Выбор оборудования, мерительных и режущих инструментов и расчет режимов резания	14	17	16	1	16	1,5	24
Расчет норм времени технологического процесса изготовления стержня	12	14	13	1	13	1,5	20
Составление общего маршрута технологического процесса изготовления стержня	5	7	6	1	6	1,5	9
Выбор и проектирование приспособления	6	8	7	2	7	1,5	11
Составление технической документации приспособления	2	3	3	1	3	1,5	5

На основе произведенных расчетов, представленных в таблице 5, построим календарный план-график – график Ганта, с помощью которого графически изображается ход проекта, порядок выполнения задач, их продолжительность, время начала и завершения. График Ганта представлен в таблице 6.

Фиолетовым цветом выделена продолжительность работ в календарных днях руководителя темы (Р). Оранжевым цветом выделена продолжительность работ в календарных днях консультанта темы (К). Зеленым цветом выделена продолжительность работ в календарных днях студента-дипломника (С).

3.2.4 Бюджет научно-технического исследования

Бюджет проекта – это план, выраженный в количественных показателях и отражающий затраты, необходимые для достижения поставленной цели проекта. Составление бюджета проекта предполагает расчет первоначальных инвестиций, необходимых для разработки и внедрения проекта и расчет текущих затрат на проект.

3.2.4.1 Расчет материальных затрат НТИ

Рассматриваем стоимость всех материалов, используемых при разработке проекта, например, приобретаемое сырьё и материалы, комплектующие изделия, полуфабрикаты и т.д. Расчет материальных затрат осуществляется по формуле;

$$Z_M = (1 + k_T) \cdot \sum_{i=1}^m C_i \cdot N_{расхi} \quad (3.2.4.1)$$

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

$N_{расхi}$ – количество материальных ресурсов i -ого вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования;

C_i - цена приобретения единицы i -го вида потребляемых материальных ресурсов

k_T - коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы

Материальные затраты, необходимые для выполнения данного проекта заносим в таблицу 7

Таблица 7 – Материальные затраты НТИ

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед, руб	Затраты на материалы(Z_M), руб
Прутки стали 20	шт.	1	800	800
Смазочно-охлаждающее технологическое средство (СОТС)	шт.	1	3325	3325
Гайка М22 х 1,5	шт.	2	190	380
Штангенциркуль	шт.	1	1390	1390
Микрометр	шт.	1	4200	4200
Индикатор часового типа	шт.	1	2340	2340
Итого				12435

$k_T = 20\%$ от стоимости материалов

Итак, $Z_M = (1 + 0,2) \times 12435 = 14922$ руб

3.2.4.2 Расчет затрат на специальное оборудование для научных работ

К затратам на специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ по разработке технологии изготовления стержня относится использование следующего оборудования и специальных инструментов: ленточнопильный станок JET MBS-708CSV, токарнофрезерный станок с ЧПУ 1728С, центрошлифовальный станок ZS202 и круглошлифовальный станок с ЧПУ SUPERTEC G25A-35CNC.

Вышеуказанное оборудование имеется в организации, поэтому его стоимость учитывается в калькуляции в виде амортизационных отчислений. Рассчитаем амортизационные отчисления линейным способом, применяющимся как в бухгалтерском, так и в налоговом учете, по формуле:

$$\sum AO = PC * n \quad (3.2.4.2)$$

где PC – первоначальная стоимость оборудования в бухгалтерском (налоговом) учете;

n – ежемесячная норма амортизации, рассчитываемая как отношение 1 к СПИ (срок полезного использования), выраженному в месяцах.

СПИ для применяемого в настоящем проекте оборудования, определим в соответствии с Постановлением Правительства РФ от 01.01.2002 N 1 (ред. от 27.12.2019) «О Классификации основных средств, включаемых в амортизационные группы». Для вышеперечисленных металлообрабатывающих станков СПИ равен 10 годам.

Произведем расчет амортизации ленточнопильного станка по формуле 3.2.4.2;

$$\sum AO = PC * n, = 180\,000 * 1 / 120 = 1500 \text{ руб.}$$

Аналогичным способом производим расчет амортизационных отчислений для остального оборудования. Результаты расчетов заносим в таблицу 8.

Таблица 8 – Расчет бюджета амортизационных отчислений спецоборудования для научных работ

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб	СПИ, мес.	Амортизация (Зм), руб.
Ленточнопильный станок JET MBS-708CSV	шт.	1	180 000	120	1500
Токарнофрезерный станок с ЧПУ 1728С	шт.	1	9 300 000	120	77500
Центрошлифовальный станок ZS202	шт.	1	4 400 000	120	36667
Круглошлифовальный станок с ЧПУ SUPERTEC G25A-35CNC	шт.	1	6 825 000	120	56875
Итого					175542

Таким образом, амортизационные отчисления спецоборудования для разработки технологии изготовления стержня составили 175542 руб.

3.2.4.3 Заработная плата исполнителей проекта

В настоящую статью включается основная заработная плата Зосн и дополнительная заработная плата Здоп руководителя темы, консультанта темы и студента-дипломника. Величина расходов по заработной плате определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы окладов и тарифных ставок. В состав основной заработной платы включается премия, выплачиваемая ежемесячно из фонда заработной платы в размере 30 % от тарифа или оклада.

Основная заработная плата руководителя темы и консультанта темы рассчитывается на основании отраслевой оплаты труда. Отраслевая система оплаты труда в ТПУ предполагает следующий состав заработной платы:

1) оклад – определяется предприятием. В ТПУ оклады распределены в соответствии с занимаемыми должностями. В соответствии с «Положением об оплате труда в Томском политехническом университете» оклад доцента кафедры (руководитель темы) равен 35 120, 00 руб., оклад старшего преподавателя (консультант темы) равен 27 500, руб.;

2) стимулирующие выплаты – устанавливаются руководителем подразделений за эффективный труд, выполнение дополнительных обязанностей и т.д. По условию, стимулирующая выплата в виде премии выплачивается ежемесячно из фонда заработной платы в размере 30 % от оклада;

3) иные выплаты, к которым в соответствии с «Положением об оплате труда в Томском политехническом университете» относится доплата кандидату технических наук (руководитель темы) составляет 3 000,00 руб., доплата консультанту темы за интенсивность труда составляет 20 % от оклада;

Районный коэффициент на территории Томской области составляет 30 %.

Основная заработная плата студента-дипломника рассчитывается на основании «Положения об оплате труда Томский РВПиС» и предполагает следующий состав заработной платы:

1) оклад – определяется штатным расписанием Томский РВПиС, оклад начальника ремонтно-эксплуатационной базы (студент-дипломник) равен 15 800, 00 руб.;

2) стимулирующие выплаты – устанавливаются руководителем подразделений за эффективный труд, выполнение дополнительных обязанностей и т.д. По

условию, стимулирующая выплата в виде премии выплачивается ежемесячно из фонда заработной платы в размере 30 % от оклада;

3) иные выплаты, к которым в соответствии с «Положением об оплате труда Томский РВПиС» относится доплата за напряженность труда (выплачивается ежемесячно) составляет 20 % от оклада;

Районный коэффициент на территории Томской области составляет 30 %.

Основная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$З_{\text{осн}} = З_{\text{дн}} \cdot T_p \quad (3.2.4.3.1)$$

где T_p – продолжительность работ, выполняемых исполнителем проекта, раб.дн. (таблица б);

$З_{\text{дн}}$ – среднедневная заработная плата работника, руб.

Чтобы провести расчет T_p для каждого исполнителя проекта воспользуемся следующей формулой:

$$T_p = \frac{\sum T_p}{T_{p \text{ ср}}} \cdot n \quad (3.2.4.3.2)$$

где $\sum T_p$ – сумма длительности работ, раб.дн.;

$T_{p \text{ ср}}$ – среднее количество рабочих дней, раб.дн.;

n – количество работ выполняемых исполнителем проекта.

Средняя заработная плата рассчитывается по формуле:

$$З_{\text{дн}} = \frac{З_m \cdot M}{F_d} \quad (3.2.4.3.3)$$

где $З_m$ – месячный должностной оклад работника, руб.;

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

- для студента-дипломника при отпуске в 40 раб.дн. М равен 10,5 месяцев, 5-дневная неделя;

- для руководителя темы и консультанта темы при отпуске в 56 раб.дн. М=10 месяцев, 6-дневная неделя;

F_d – действительный годовой фонд рабочего времени исполнителей проекта, раб.дн.

Месячный должностной оклад работника рассчитывается по формуле:

$$Z_m = Z_{тс} \cdot (1 + k_{пр} + k_d) \cdot k_p \quad (3.2.4.3.4)$$

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

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

k_d – коэффициент доплат и надбавок, принимаем для:

- руководителя темы 0,85 (т.к. доплата в 3 000, руб. от оклада в 35 120,00 руб. составляет 85 %);

- консультанта темы и студента дипломника 0,2 (т.к. доплата составляет 20% от оклада);

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

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.

Дополнительная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{доп} = k_{доп} \cdot Z_{осн} \quad (3.2.4.3.5)$$

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

Заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{зп}} = Z_{\text{доп}} + Z_{\text{осн}} \quad (3.2.4.3.6)$$

На основании приведенных выше формул произведем расчет заработной платы руководителя темы:

$$Z_{\text{м}} = Z_{\text{тс}} \cdot (1 + k_{\text{пр}} + k_{\text{д}}) \cdot k_{\text{р}} = 35\,120 \cdot (1 + 0,3 + 0,85) \cdot 1,3 = 98\,160,40 \text{ руб}$$

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_{\text{м}} \cdot M}{F_{\text{д}}} = \frac{98\,160,40 \cdot 10}{365 - 66 - 56} = 4\,023 \text{ руб.}$$

$$T_{\text{р}} = \frac{\sum T_{\text{р}}}{T_{\text{р ср}}} \cdot n = \frac{87}{29} \cdot 3 = 9 \text{ раб. дн.}$$

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} \cdot T_{\text{р}} = 4\,023 \cdot 9 = 36\,207 \text{ руб.}$$

$$Z_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot Z_{\text{осн}} = 0,15 \cdot 36\,207 = 5\,431,05 \text{ руб.}$$

$$Z_{\text{зп}} = Z_{\text{доп}} + Z_{\text{осн}} = 5\,431,05 + 36\,207 = 41\,638,05 \text{ руб.}$$

Аналогичным способом произведем расчет заработной платы консультанта темы:

$$Z_{\text{м}} = Z_{\text{тс}} \cdot (1 + k_{\text{пр}} + k_{\text{д}}) \cdot k_{\text{р}} = 27\,500 \cdot (1 + 0,3 + 0,2) \cdot 1,3 = 53\,625 \text{ руб.}$$

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_{\text{м}} \cdot M}{F_{\text{д}}} = \frac{53\,625 \cdot 10}{365 - 66 - 56} = 2\,197,75 \text{ руб.}$$

$$T_{\text{р}} = \frac{\sum T_{\text{р}}}{T_{\text{р ср}}} \cdot n = \frac{87}{29} \cdot 2 = 6 \text{ раб. дн.}$$

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} \cdot T_{\text{р}} = 2\,197,75 \cdot 6 = 13\,186,48 \text{ руб.}$$

$$Z_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot Z_{\text{осн}} = 0,15 \cdot 13\,186,48 = 1\,977,97 \text{ руб.}$$

$$Z_{\text{зп}} = Z_{\text{доп}} + Z_{\text{осн}} = 13\,186,48 + 1\,977,97 = 15\,164,45 \text{ руб.}$$

Произведем расчет заработной платы студента-дипломника:

$$Z_{\text{м}} = Z_{\text{тс}} \cdot (1 + k_{\text{пр}} + k_{\text{д}}) \cdot k_{\text{р}} = 15\,800 \cdot (1 + 0,3 + 0,2) \cdot 1,3 = 30\,810 \text{ руб.}$$

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_{\text{м}} \cdot M}{F_{\text{д}}} = \frac{30\,810 \cdot 10,5}{365 - 118 - 40} = 1\,555,30 \text{ руб.}$$

$$T_{\text{р}} = \frac{\sum T_{\text{р}}}{T_{\text{р ср}}} \cdot n = \frac{87}{29} \cdot 9 = 27 \text{ раб. дн.}$$

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} \cdot T_{\text{р}} = 1\,555,30 \cdot 27 = 41\,993,10 \text{ руб.}$$

$$Z_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} \cdot Z_{\text{осн}} = 0,15 \cdot 41\,993,10 = 6\,298,97 \text{ руб.}$$

$$Z_{\text{зп}} = Z_{\text{доп}} + Z_{\text{осн}} = 41\,993,10 + 6\,298,97 = 48\,292,07 \text{ руб.}$$

Результаты произведенных расчетов представим в таблице 9

Таблица 9 – Расчет заработной платы исполнителей проекта

Исполнитель проекта	$Z_{\text{тс}}$, руб.	$k_{\text{пр}}$	$k_{\text{д}}$	$k_{\text{р}}$	$Z_{\text{м}}$, руб.	$Z_{\text{дн}}$, руб.	$T_{\text{р}}$, руб.	$Z_{\text{осн}}$, руб.	$k_{\text{доп}}$	$Z_{\text{доп}}$, руб.	$Z_{\text{зп}}$, руб.
Руководитель темы	35 120,00	0,3	0,85	1,3	98 160,40	4 023,00	9	36 207,00	0,15	5 431,05	41 638,05
Консультант темы	27 500,00	0,3	0,2	1,3	53 625,00	2 197,75	6	13 186,48	0,15	1 977,97	15 164,45
Студент-дипломник	15 800,00	0,3	0,2	1,3	30 810,00	1 555,30	27	41 993,10	0,15	6 298,97	48 292,07
Итого	78 420,00				182 595,40	7 776,05	42	91 434,10		13 707,99	105 094,57

3.2.4.4 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

Величина отчислений во внебюджетные фонды рассчитывается по формуле;

$$З_{внеб} = k_{внеб} \cdot (З_{осн} + З_{доп}) \quad (3.2.4.4.1)$$

где $k_{внеб}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.)

Размер страховых взносов в 2021 году составляет 30,2 % (из них: обязательное пенсионное страхование (ОПС) – 22 %; обязательное медицинское страхование (ОМС) – 5,3 %; страховые взносы по временной нетрудоспособности и материнству (ВНиМ) – 2,9 %). В соответствии с 109 подпунктом 7 пункта 1 статьи 427 Налогового кодекса Российской Федерации для учреждений осуществляющих образовательную и научную деятельность в 2020 году применяется пониженная ставка – 20% (из них: ОПС – 20 %; ОМС – 0 %; ВНиМ – 0 %). Результаты расчетов отчислений во внебюджетные фонды всех исполнителей проекта заносим в таблицу 10.

Таблица 10 – отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель	Основная заработная плата, руб	Дополнительная заработная плата, руб
Руководитель темы	36207,00	5431,05
Консультант темы	13186,48	1977,97
Студент-дипломник	41993,10	6298,97
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	0,302	
Итого		
Руководитель темы	12574,69	
Консультант темы	4579,66	
Студент-дипломник	14584,21	

Итого отчисления во внебюджетные фонды	31738,56
--	----------

3.2.4.5 Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие расходы, не относящиеся к предыдущим статьям. Например, оплата услуг связи, электроэнергии, отопления, канцелярские товары, охрана и т.д.

Расчет накладных расходов ведется по формуле:

$$Z_{\text{нак}} = (\text{сумма статей } 1 \div 5) \times k_{\text{нр}} = k_{\text{нр}} \times (Z_{\text{М}} + Z_{\text{АО}} + Z_{\text{ЗП}} + Z_{\text{ВНЕБ}})$$

где $k_{\text{нр}}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы ($k_{\text{нр}} = 16\%$).

$$Z_{\text{нак}} = 0,16 \times (14922 + 175542 + 105094,57 + 31738,56) = 52367,54 \text{ руб.}$$

3.2.4.6 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

В данной выпускной квалификационной работе будут применены следующие определения:

исп.1 – разработка технологии изготовления стержня в настоящем исследовании;

исп.2 – технология изготовления стержня в ООО «Промышленная компания МИОН»;

исп.3 – технология изготовления стержня в АО «НПФ «Микран».

Определение бюджета затрат на научно-исследовательский проект по каждому варианту исполнения разработки технологии изготовления стержня представлен в таблице 11.

Таблица 11 – Бюджет затрат на проектирование разработки технологии изготовления стержня

Наименование статья	Сумма, руб			Примечание
	Исп.1	Исп.2	Исп.3	
Материальные затраты НТИ	14922	17100	22198	Пункт 3.2.4.1
Затраты на специальное оборудование для научных (экспериментальных работ)	175542	190283	180651	Пункт 3.2.4.2
Затрат по основной заработной плате исполнителей темы	91434,10	93600,20	98300,40	Пункт 3.2.4.3
Затрат по дополнительной заработной плате исполнителей темы	13707,99	14269	15600,28	Пункт 3.2.4.3
Отчисления во внебюджетные фонды	31738,56	34700,20	36450,78	Пункт 3.2.4.4
Накладные расходы	52367,54	53892,17	54324,77	16% от суммы ст. 1-5
Бюджет затрат НТИ	379712,19	403844,5 7	407525,23	Сумма ст. 1-5

3.3 Определение ресурсной, финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования

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

3.3.1 Интегральный показатель финансовой эффективности

Интегральный показатель финансовой эффективности научного исследования получают в ходе оценки бюджета затрат вариантов исполнения научного исследования (таблица 3.4.6) и определяют как:

$$I_{\text{исп.}i/\text{финр}} = \Phi_{pi} / \Phi_{\text{max}} \quad (3.3.1)$$

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

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

Φ_{max} – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта

Определим интегральные показатели финансовой эффективности для каждого варианта исполнения:

$$I_{\text{исп.}1/\text{финр}} = \frac{\Phi_{p1}}{\Phi_{\text{max}}} = 379712,19 / 407525,23 = 0,93;$$

$$I_{\text{исп.}2/\text{финр}} = \frac{\Phi_{p2}}{\Phi_{\text{max}}} = 403844,57 / 407525,23 = 0,99;$$

$$I_{\text{исп.}3/\text{финр}} = \frac{\Phi_{p3}}{\Phi_{\text{max}}} = 407525,23 / 407525,23 = 1;$$

Полученная величина интегрального финансового показателя разработки технологии изготовления стержня настоящего исследования отражает численное удешевление стоимости разработки в разах по сравнению с имеющимися технологическими процессами

3.3.2 Интегральный показатель ресурсоэффективности

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения разработки технологии изготовления стержня определяется следующим образом:

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i \quad (3.3.2)$$

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

a_i – весовой коэффициент i -го варианта исполнения разработки;

b_i – балльная оценка i -го варианта исполнения разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания.

Таблица 12 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Объект исследования/ Критерии	Весовой коэффициент параметра	Исп. 1	Исп.2	Исп. 3
1. Способствует росту производительности труда	0,12	5	4	5
2. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,16	4	3	3
3. Энергосбережение	0,21	4	5	3

4. Помехоустойчивость	0,16	4	4	3
5. Надежность	0,22	5	4	4
6. Материалоемкость	0,13	4	3	3
Итого	1			

Произведем расчеты интегральных показателей ресурсоэффективности технологии изготовления стержня настоящего исследования и остальных исполнений по формуле 3.3.2;

$$I_{p1} = \sum a_1 \cdot b_1 = 5 \cdot 0,12 + 4 \cdot 0,16 + 4 \cdot 0,21 + 4 \cdot 0,16 + 5 \cdot 0,22 + 5 \cdot 0,13 = 4,47$$

$$I_{p2} = \sum a_2 \cdot b_2 = 4 \cdot 0,12 + 3 \cdot 0,16 + 5 \cdot 0,21 + 4 \cdot 0,16 + 4 \cdot 0,22 + 3 \cdot 0,13 = 3,92$$

$$I_{p3} = \sum a_3 \cdot b_3 = 5 \cdot 0,12 + 3 \cdot 0,16 + 3 \cdot 0,21 + 3 \cdot 0,16 + 4 \cdot 0,22 + 3 \cdot 0,13 = 3,46$$

3.3.3 Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки ($I_{исп.i}$) определяется на основании интегрального финансового показателя по формуле

$$I_{исп.i} = \frac{I_{р-исп.i}}{I_{финр}} \quad (3.3.3.1)$$

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки позволяет определить сравнительную эффективность проекта и выбрать наиболее целесообразный вариант из предложенных. Сравнительная эффективность проекта ($\mathcal{E}_{\text{ср}}$) рассчитывается по формуле:

$$\mathcal{E}_{\text{ср}} = I_{\text{исп.1}}/I_{\text{исп.2}} \quad (3.3.3.2)$$

где $I_{\text{исп.1}}$ - интегральный показатель эффективности для исп.1;

$I_{\text{исп.2}}$ - интегральный показатель эффективности для исп.2;

Сравнение значений интегральных показателей эффективности разработки технологии изготовления стержня в настоящем исследовании относительно технологий изготовления стержня в ООО «Промышленная компания МИОН» и АО «НПФ «Микран» представлены в таблице 13.

Таблица 13 – Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Исп.1	Исп.2	Исп.3
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,93	0,99	1
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,47	3,92	3,46
3	Интегральный показатель эффективности	4,81	3,96	3,46
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения исп.1 с исп.2	1,21		
5	Сравнительная эффективность вариантов исполнения исп.1 с исп.3	1,39		

Сравнительный анализ показал, что вариант разработки технологии изготовления стержня настоящего исследования более конкурентоспособен по отношению к имеющимся технологическим процессам.

Выводы по разделу

В результате выполнения данного раздела произведено сегментирование рынка и выявлен наиболее перспективным сегментом рынка. Произведен анализ конкурентоспособности проекта и с помощью SWOT-анализ выделены его слабые и сильные стороны. В результате построения графика Ганта был установлен срок реализации проекта 133 дня. Бюджет затрат на реализацию данного проекта составляет 379712,19 руб.

Интегральный показатель финансовой эффективности данного проекта равен 0,93 и он отражает удешевление стоимости проекта по сравнению с имеющимися технологическими процессами. Показатель ресурсоэффективности равен 4,47 и он выше показателей остальных исполнений. Сравнительная эффективность данного проекта относительно технологий других предприятий выше 1. Итак, можно сделать вывод о том, что данный технологический процесс является экономически целесообразным и можно принять его к реализации.

4. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

Студенту:

Группа	ФИО
4А7Б	Хамунаквади Тафадзва Литтон

Школа	Инженерная школа новых производственных технологий	Отделение (НОЦ)	Отделение материаловедения
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	15.03.01 «Машиностроение»

Тема ВКР:

Проектирование технологического процесса изготовления детали «Стержень»	
Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Объект исследования: Технология изготовления стержня Область применения: Машиностроительные предприятия
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. 	Трудовой кодекс Российской Федерации ГОСТ 12.2.033-78 ССБТ. Рабочее место при выполнении работ стоя. Общие эргономические требования. ГОСТ 12.2.049-80 ССБТ. Оборудование производственное. Общие эргономические требования. ГОСТ 22269-76. Система «человек-машина». Рабочее место оператора. Взаимное расположение элементов рабочего места. Общие эргономические требования. ГОСТ Р 54431-2011 Станки металлообрабатывающие. Общие требования безопасности
Производственная безопасность: 2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов 2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия	Вредные факторы: Превышение уровня шума Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека Недостаточная освещенность рабочей зоны Электромагнитные поля Опасные факторы: движущиеся машины и механизмы, подвижные части производственного

	оборудования и т.п.
3. Экологическая безопасность:	Литосфера: Загрязнение почвы СОТС и стружкой Атмосфера: Загрязнение окружающего воздуха испарением СОТС Гидросфера: Загрязнение источников питьевой воды СОТС
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	Возможные ЧС: Техногенные ЧС например; пожары, взрывы, обрушение производственных зданий Природные ЧС например; цунами, землетрясения, пандемия Экологические ЧС например, разрушение озонового слоя атмосферы, значительные изменения прозрачности атмосферы, превышение предельно допустимых концентраций вредных примесей в атмосфере Наиболее типичная ЧС - пожар

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	22.03.2021
--	------------

Задание выдал консультант:

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

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4А7Б	Хамунаквади Тафадзва Литтон		

Введение

В данном разделе выпускной квалификационной работы, объектом исследования является технологический процесс изготовления стержня. Рабочая зона представляет собой рабочее место работника цеха, а также место расположения станков и оборудования, принимающих участие в производстве изготовления стержня. Результаты исследования могут применяться на машиностроительных предприятиях, занимающихся изготовлением деталей данного типа.

Предприятие, на котором выполняется работа – ООО «Промышленная компания МИОН», находится в городе Томск. Потенциальными пользователями разрабатываемого решения являются любые предприятия, производящих детали с помощью машиностроительного оборудования. Будет проведен анализ данного проекта с точки зрения социальной ответственности с целью обеспечения безопасности производства.

Необходимо соблюдать нормы трудового законодательства, применимые к данной технологии изготовления детали, учитывать требования к эргономике рабочего пространства, защититься от вредных и опасных факторов при работе в производственном помещении и охранить окружающую среду для предотвращения негативных воздействиях, связанных с нарушением установленных норм. Поэтому данная работа является актуальной.

4.1 Правовые-организационные вопросы обеспечения проектируемой рабочей зоны

4.1.1 Специальные (характерные для проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства.

Процесс разработки технологии изготовления стержня на производстве выполняет инженер-технолог. Оператор станка непосредственно участвует в изготовлении деталей в производственном помещении. Трудовой кодекс РФ регулирует трудовые отношения между работодателем и работником, а также регулирует вопросы охраны труда.

В соответствии со статьей 163 ТК РФ работодатель обязан обеспечить нормальные условия для выполнения работниками норм выработки. К таким условиям, в частности, относятся:

- i. исправное состояние помещений, сооружений, машин, технологической оснастки и оборудования
- ii. своевременное обеспечение технической и иной необходимой для работы документацией
- iii. надлежащее качество материалов, инструментов, иных средств и предметов, необходимых для выполнения работы, их своевременное предоставление работнику
- iv. условия труда, соответствующие требованиям охраны труда и безопасности производства.

Согласно статьи 212 ТК РФ работодатель обязан обеспечить безопасность работников при эксплуатации зданий, сооружений, оборудования, осуществлении технологических процессов, а также применяемых в производстве инструментов, сырья и материалов.

В соответствии со статьей 100 ТК РФ режим рабочего времени должен предусматривать пятидневную рабочую неделю с двумя выходными днями. Работникам цеха также должен предоставляться ежегодный основной оплачиваемый отпуск продолжительностью 28 календарных дней согласно статьи 115.

4.1.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны

При компоновке рабочей зоны оператора станка нужно соблюдать эргономические требования при выполнении работ стоя. Рабочее место должно обеспечивать выполнение трудовых операций в пределах зоны досягаемости моторного поля, представленной в ГОСТ 12.2.033-78. ГОСТ 12.2.032-78 предусматривает общие эргономические требования при работе в положении сидя. Это касается инженерам-технологам на производстве.

На производстве также необходимо соответствовать общим эргономическим требованиям к производственному оборудованию согласно ГОСТ 12.2.049-80. ГОСТ Р 54431-2011 предусмотрены общие принципы безопасности металлообрабатывающих станков, применяемых для обработки стержня согласно проектируемому технологическому процессу.

4.2 Производственная безопасность

ГОСТ 12.0.003-2015 является основным классификатором потенциальных вредных и опасных факторов, характерных для разработки технологии изготовления стержня. Выявленные возможные вредные и опасные факторы представлены в таблице 4.2

Таблица 4.2 - Возможные вредные и опасные факторы, характерные для разработки технологии изготовления стержня

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Этап работ			Нормативные документы
	разра ботка	изго товл ение	экспл уатац ия	
Повышенный уровень и другие неблагоприятные характеристики шума	+	+	+	1)ГОСТ 12.1.003-2014 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности. 2)СН 2.2.4/2.1.8.562–96. Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории застройки 3)СП 51.13330.2011. Защита от шума. Актуализированная редакция СНиП 23-03-2003
Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека		+	+	1)ГОСТ 12.1.019-2017 ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты 2)ГОСТ 12.1.030-81 ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление, зануление. 3)ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ

Продолжение таблицы 4.2

Отсутствие или недостаток необходимого естественного освещения	+	+	+	1) ГОСТ Р 55710-2013 Освещение рабочих мест внутри зданий. Нормы и методы измерений 2) .СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*
Повышенный уровень общей вибрации;		+	+	1)СН 2.2.4/2.1.8.566–96. Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий.
Движущиеся машины и механизмы, подвижные части производственного оборудования		+	+	1)ГОСТ 12.2.003-91 ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности. 2)ГОСТ 12.2.061-81 ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности к рабочим местам.

4.2.1 Анализ опасных и вредных производственных факторов

а) Повышенный уровень и другие неблагоприятные характеристики шума

Основными источниками шума при изготовлении стержня являются: фрезерно-центровальный станок 2Г942, токарный станок с ЧПУ TN500 Siemens 808D, токарно-фрезерный станок с ЧПУ 1728С, круглошлифовальный станок с

ЧПУ SUPERTEC G25A-35CNC . В соответствии с СН 2.2.4/2.1.8.562- 96.2.2.4, допустимый уровень шума в производственных помещениях не должен превышать 80 дБ . Чем длительнее воздействие шума на человека, тем негативнее он влияет на физическое и психическое здоровье. Длительное воздействие шума, уровень которого равен 68 – 92 дБ, становится причиной возникновения определенных заболеваний нервной системы.

Для индивидуальной защиты от воздействия шума можно применить одноразовые или многоразовые вкладыши (беруши), защитные наушники с пассивной защитой или активным шумоподавлением. Коллективная защита заключается в планировке помещения, позволяющей уменьшить воздействие шума и изменить его направленность.

б) Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека

Освобождение человека, находящегося под напряжением, случайное прикосновение к токоведущим частям, появление напряжения на металлических конструкциях оборудования из-за нарушения изоляции, появление напряжения на отключенных токоведущих частях, возникновение шагового напряжения в случае замыкания провода на землю являются источником опасности в рабочей зоне производственного цеха при изготовлении детали «Стержень».

К последствиям поражения электрическим током относятся; судорожное сокращение мышц без потери сознания или с потерей знания, нарушение сердечной деятельности или дыхания. В худшем случае работник может попасть в состоянии клинической смерти.

Таблица 4.2.1б – Допустимые уровни токов и напряжения согласно «ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ

Ток	U, В	I, А
Переменный, 50Гц	2	0,3
Переменный, 400Гц	3	0,4
Постоянный	8	1,0

Для индивидуальной защиты от электрического тока можно применить: диэлектрические перчатки, коврики, изолирующие приспособления, специальная одежда и обувь с защитой от поражения электродугой. К коллективным средствам защиты от поражения электрическим током относят следующие средства: применение двойной изоляции, защитное заземление, выравнивание потенциала и организация безопасной эксплуатации электроустановок.

в) Недостаток необходимого естественного и искусственного освещения рабочей зоны

Недостаточная освещенность рабочих мест может являться причиной снижения производительности и качества работы, получения производственных травм. При этом чрезмерный уровень освещенности на рабочем месте может тоже привести к последствиям. Избыток света ведет к ощущению сухости в глазах, дискомфорту, повышенной раздражительности и нервному перевозбуждению. Нормы освещенности $E_{экс}$, равномерность освещенности U_o , коэффициент пульсации освещенности $K_{п}$, коэффициент объединенного показателя дискомфорта UGR , и общий индекс цветопередачи R_a для металлообрабатывающего цеха согласно ГОСТ Р 55710-2013 приведены в таблице 4.2.1в.

Таблица 4.2.1в – нормы освещения металлообрабатывающего цеха

Наименование помещения, зрительной работы и вида деятельности	$E_{\text{экс}}$, лк	U_o , не менее	UGR, не более	R_a , не менее	K_p , %, не более
Очень точные работы. Размер объекта различения < 0,1 мм	500	0,70	19	80	10
Контроль	750				

Для защиты от данного фактора необходимо подобрать оптимальное освещение в зависимости от вида работ. Освещенность также может быть повышена на тех участках рабочей зоны, где это оправдано или приведет к более комфортной работе.

г) Повышенный уровень общей вибрации

На производстве характерна общая вибрация третьей категории, то есть технологическая вибрация, воздействующая на человека на рабочих местах стационарных машин, например металлообрабатывающее оборудование. Частота данного типа вибрации нормируется в диапазоне от 0,8 до 80Гц согласно СН2.2.4/2.1.8.566-96.

В соответствии с ГОСТ 26568-85 для защиты от вибрации следует применять способы, снижающие передачу вибрации использованием дополнительных устройств, встраиваемых в конструкции металлообрабатывающих станков, используемых для изготовления стержня. Данные устройства являются виброизоляторами и виброгасителями.

д) Движущиеся машины и механизмы, подвижные части производственного оборудования

Согласно ГОСТ 12.2.003-91 движущиеся части производственного оборудования, являющиеся возможным источником травмоопасности, должны быть ограждены или расположены так, чтобы исключалась возможность прикасания к ним работающего или использованы другие средства (например, двуручное управление), предотвращающие травмирование. Материалы конструкции производственного оборудования не должны оказывать опасное и вредное воздействие на организм человека на всех заданных режимах работы и предусмотренных условиях эксплуатации.

Конструкция производственного оборудования должна исключать на всех предусмотренных режимах работы нагрузки на детали и сборочные единицы, способные вызвать разрушения, представляющие опасность для работающих. Для защиты от возможного травмирования необходимо применить средства механизации, автоматизации (в том числе автоматического регулирования параметров рабочих процессов) дистанционного управления и контроля.

4.2.2 Обоснование мероприятий по снижению уровней воздействия опасных и вредных факторов

Мероприятия по снижению уровней воздействия опасных и вредных факторов способствуют увеличению работоспособности работников цеха и предотвращают возникновения профессиональных заболеваний.

Согласно статье 68 ТК РФ и статье 15 закона от 28.12.2013 N 426-ФЗ работники цеха должны быть ознакомлены с результатами СОУТ, знать параметры имеющихся вредных и опасных факторов, планы профилактических мероприятий, полагающиеся им льготы и компенсации за работу во вредных

условиях труда. Кроме технических устройств, в производственном помещении должны быть: инструкции по охране труда и пожарной безопасности; нормативно-техническая документация и методические материалы, необходимые для работы; плакаты по охране труда. Работники также должны быть обеспечены средствами защиты, например заземляющие устройства, наушники ит.д.

4.3 Экологическая безопасность

Экологическая безопасность включает в себя контроль за состоянием окружающей среды, разработку и осуществление мер, исключающих возникновение экологических кризисов и катастроф.

4.3.1 Анализ влияния объекта исследования на окружающую среду

При разработке технологии изготовления стержня основная проблема, связанная с экологической безопасностью, которая может возникнуть в результате работы инженера-технолога – это выбросы бумаг, используемых для составления технологических карт, размерного анализа и проектирования приспособления. Целлюлозно-бумажные комбинаты вносят свой вклад в загрязнение воздуха, воды и земли. Процесс удаления краски во время переработки бумаги также является источником выбросов из-за химических веществ, выделяемых в сточные воды. Вырубка лесов для изготовления бумаги влияет также на экологию. Это приводит к тому, что многие территории, оставшиеся без леса в результате вырубки становятся пустыней, множество обитателей лесных территорий исчезает, разрушаются целые экосистемы, эрозия почвы, развивающиеся после вырубки приводит к наводнениям.

Обезлесивание планеты приводит к резким температурным перепадам. Наиболее активная форма экологической безопасности – это сокращение вредных выбросов промышленных предприятий через полный переход к безотходным или малоотходным технологиям производства. Для перехода к безотходному производству при разработке технологии изготовления стержня необходимо осуществлять все работы в электронном виде, без использования принтеров и, соответственно, бумаги.

4.3.2 Анализ влияния процесса эксплуатации объекта на окружающую среду

Процесс эксплуатации объекта исследования включает изготовление стержня на металлообрабатывающих станках. Для оптимизации данного этапа производства применяют смазочно-охлаждающее технологическое средство (СОТС), значительно улучшающее процесс резания заготовок и увеличивающее стойкость режущих инструментов. СОТС загрязняет почву и питьевую воду. При испарении оно также оказывает отрицательное влияние на окружающую среду. Стружка, образованная при резании заготовки загрязняет литосферу и гидросферу. Для решения данных проблем необходимо применить воду или воздух в качестве СОТС и переработать металлическую стружку.

Процесс переработки стружки заключается в проведении следующих процедур: сбор металлической стружки, измельчение, очистка стружки и прессование или брикетирование. Соответственно на производстве нужно размещать контейнеры для сбора стружки и заключить договор с компанией, вывозящей мусор, чтобы она обеспечивала доставку разделенных отходов фирмам, занимающимся переработкой отходов.

4.3.3 Обоснование мероприятий по защите окружающей среды.

В целях обеспечения безопасности населения и в соответствии с Федеральным законом "О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения" от 30.03.99 N 52-ФЗ, вокруг объектов и производств, являющихся источниками воздействия на среду обитания и здоровье человека устанавливается специальная территория с особым режимом использования (далее - санитарно-защитная зона (СЗЗ), размер которой обеспечивает уменьшение воздействия загрязнения на атмосферный воздух (химического, биологического, физического) до значений, установленных гигиеническими нормативами, а для предприятий I и II класса опасности - как до значений, установленных гигиеническими нормативами, так и до величин приемлемого риска для здоровья населения.

По своему функциональному назначению санитарно-защитная зона является защитным барьером, обеспечивающим уровень безопасности населения при эксплуатации объекта в штатном режиме. Переход на электронные документы позволяет избавиться от негативных последствий использования бумаг.

4.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

4.4.1. Анализ вероятных ЧС, которые может инициировать объект исследований

Процесс разработки технологии изготовления стержня может инициировать пожар электротехнического характера, так как данный процесс связан с применением электронных устройств, например компьютеры и принтеры на рабочем месте инженера-технолога. К причинам пожаров электротехнического характера относятся: электрическая дуга; короткое замыкание; перегрузка электрических цепей; большое переходное сопротивление; переход электрического тока на слаботочные электрические линии (радио, телефонные и пр.); тепловое воздействие электронагревательных приборов ит.д. все источники зажигания, связанные с эксплуатацией электрических установок, обладают большим запасом тепловой энергии и способны зажечь большинство горючих веществ и материалов. В целях ликвидации или локализации возгорания на первоначальной стадии применяются средства пожаротушения, то есть огнетушители.

4.4.2. Анализ вероятных ЧС, которые могут возникнуть на производстве при внедрении объекта исследований.

К чрезвычайным ситуациям, которые могут возникнуть на производстве при внедрении объекта исследования относятся;

- i. Техногенные ЧС, например; пожары, взрывы и обрушение производственного здания
- ii. Природные ЧС, например; цунами, землетрясения, пандемия
- iii. Экологические ЧС, например; разрушение озонового слоя, превышение ПДУ вредных примесей ит.д

Природные ЧС являются неизбежными. В случае их возникновения, необходимо следовать инструкции от правительства РФ. Для предотвращения экологических ЧС необходимо продолжать дальнейшее объединение всех стран и народов в вопросах защиты и охраны атмосферного воздуха; ужесточить контроль за выбросами вредных веществ, которые способны разрушать озоновый слой, и максимально сократить их использование и производство. Для снижения вероятности возникновения техногенных ЧС нужно провести регулярное техническое обслуживание производственного оборудования.

4.4.3 Обоснование мероприятий по предотвращению ЧС и разработка порядка действия в случае возникновения ЧС

Возникают различные последствия ЧС: медико-санитарные, бытовые, социальные, научно-исследовательские, инженерно-технические, юридические, политические, демографические, генетические, экономические и др, поэтому важно создать мероприятию по предотвращению ЧС.

В соответствии с статьей 10 федерального закона от 21 декабря 1994 г. № 68-ФЗ. О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера правительство РФ выполняет следующие задачи;

- i. принимает решение о введении режима повышенной готовности или чрезвычайной ситуации на всей территории Российской Федерации либо на ее части в случае угрозы возникновения и (или) возникновения чрезвычайной ситуации федерального или межрегионального характера
- ii. устанавливает обязательные для исполнения гражданами и организациями правила поведения при введении режима повышенной готовности или чрезвычайной ситуации

- iii. организует проведение научных исследований в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций

Вывод по разделу

В ходе данного раздела рассмотрены правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности при разработке и осуществления технологии изготовления стержня.

Рассмотрены вредные и опасные факторы, характерные при разработке технологии изготовления стержня. Придуманы и обоснованы мероприятия для защиты от выявленных факторов.

Рассмотрен вопрос о влиянии проектируемой технологии изготовления стержня на окружающую среду, то есть на литосферу, атмосферу и гидросферу. Также предложены меры по обеспечению экологической безопасности.

Выявлены ЧС, которые могут возникнуть при работе в производственном помещении и способные оказать отрицательное воздействие на работников цеха. Предложены методы защиты от возможных ЧС.

На основании данного анализа, можно сделать вывод о том, что данный проект соответствует требованиям и нормам безопасности и можно принять его к реализации на производстве.

Заключение

В результате разработки технологического процесса изготовления стержня были решены следующие задачи в технологической и конструкторской частях:

- i. Определен тип производства
- ii. Выбрана исходная заготовка и создан технологический маршрут изготовления стержня
- iii. Проведен размерный анализ технологического процесса
- iv. Расчитаны режимы резания и нормы времени технологического процесса
- v. Спроектировано приспособление для контроля радиального биения поверхностей стержня

Решение этих задач привело к получению технологического процесса, позволяющий изготовить стержень согласно конструкторской документации в условиях среднесерийного производства.

В результате выполнения раздела финансового менеджмента произведено сегментирование рынка и выявлен наиболее перспективным сегментом рынка. Произведен анализ конкурентоспособности проекта и с помощью SWOT-анализ вывлнены его слабые и сильные стороны. В результате построения графика Ганта был установлен срок реализации проекта 133 дня. Бюджет затрат на реализацию данного проекта составляет 379712,19 руб.

Интегральный показатель финансовой эффективности данного проекта равен 0,93 и он отражает удешевление стоимости проекта по сравнению с имеющимися технологическими процессами. Показатель ресурсоэффективности равен 4,47 и он выше показателей остальных исполнений. Сравнительная эффективность данного проекта относительно технологий других предприятий выше 1. Итак, можно сделать вывод о том, что данный технологический процесс является экономически целесообразным и можно принять его к реализации

В результате выполнения раздела социальной ответственности рассмотрены правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности при разработке и осуществления технологии изготовления стержня. Рассмотрены вредные и опасные факторы, характерные при разработке технологии изготовления стержня. Придуманы и обоснованы мероприятия для защиты от выявленных факторов.

Рассмотрен вопрос о влиянии проектируемой технологии изготовления стержня на окружающую среду, то есть на литосферу, атмосферу и гидросферу. Также предложены меры по обеспечению экологической безопасности. Выявлены ЧС, которые могут возникнуть при работе в производственном помещении и способные оказать отрицательное воздействие на работников цеха. Предложены методы защиты от возможных ЧС.

На основании данного анализа, можно сделать вывод о том, что данный проект соответствует требованиям и нормам безопасности и можно принять его к реализации на производстве.

Список источников

1. Горбачевич А.Ф., Шкред В.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учебное пособие для вузов. – Стереотипное издание. Перепечатка с издания 1983 г. – М.: Альянс, 2015. – 256с.
2. Справочник технолога – машиностроителя. В 2-х т. С74 Т.1/Под ред. А.М Дальского, А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова, А.Г. Сулова. – 5-е изд., исправл. – М.: Машиностроение-1, 2003 г. 912 с., ил.
3. Справочник технолога – машиностроителя. В 2-х т. С74 Т.2/Под ред. А.М Дальского, А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова, А.Г. Сулова. – 5-е изд., исправл. – М.: Машиностроение-1, 2003 г. 944 с., ил.
4. Скворцов В.Ф. С42 Основы размерного анализа технологических процессов изготовления деталей: учебное пособие / В.Ф. Скворцов. – 2-е изд. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2009.-91с. ISBN 5-98298-450-7
5. Скворцов В.Ф. С42 Основы технологии машиностроения: учебное пособие / В.Ф. Скворцов; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета. 2012. – 352 с
6. [Электронный ресурс] Режим доступа - 8.2.2. Приспособление для контроля радиального биения (studfile.net) (Дата обращения - 22.04.2021)
7. ГОСТ 2590-2006 ПРОКАТ СОРТОВОЙ СТАЛЬНОЙ ГОРЯЧЕКАТАНЫЙ КРУГЛЫЙ
8. ГОСТ 1050-88 ПРОКАТ СОРТОВОЙ, КАЛИБРОВАННЫЙ, СО СПЕЦИАЛЬНОЙ ОТДЕЛКОЙ ПОВЕРХНОСТИ ИЗ УГЛЕРОДИСТОЙ КАЧЕСТВЕННОЙ КОНСТРУКЦИОННОЙ СТАЛИ
9. Безопасность жизнедеятельности. Безопасность технологических процессов и производств. Охрана труда: учебное пособие для вузов / П.П. Кукин и др. - 5-е изд., стер. - М.: Высшая школа, 2009. - 335 с.

<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/advanced/document/RU%5CTPU%5Cbook%5C164153>

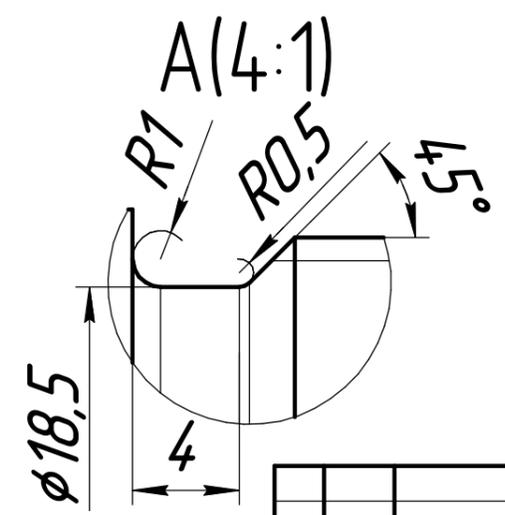
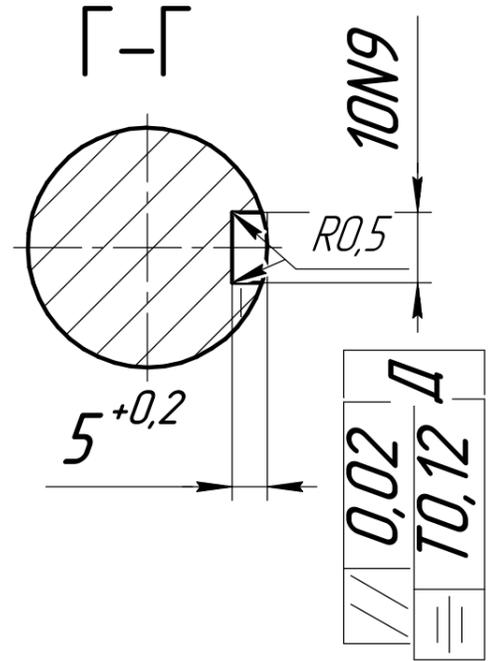
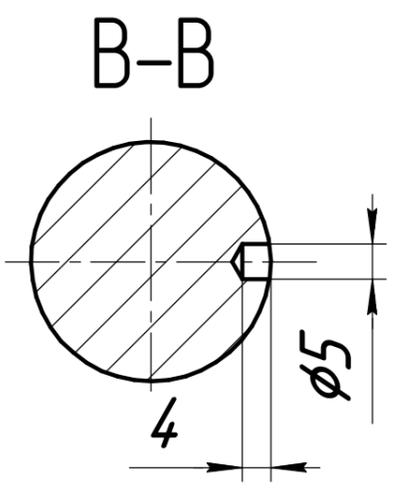
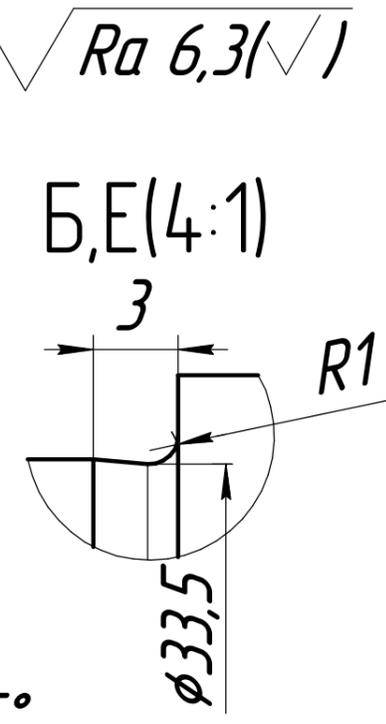
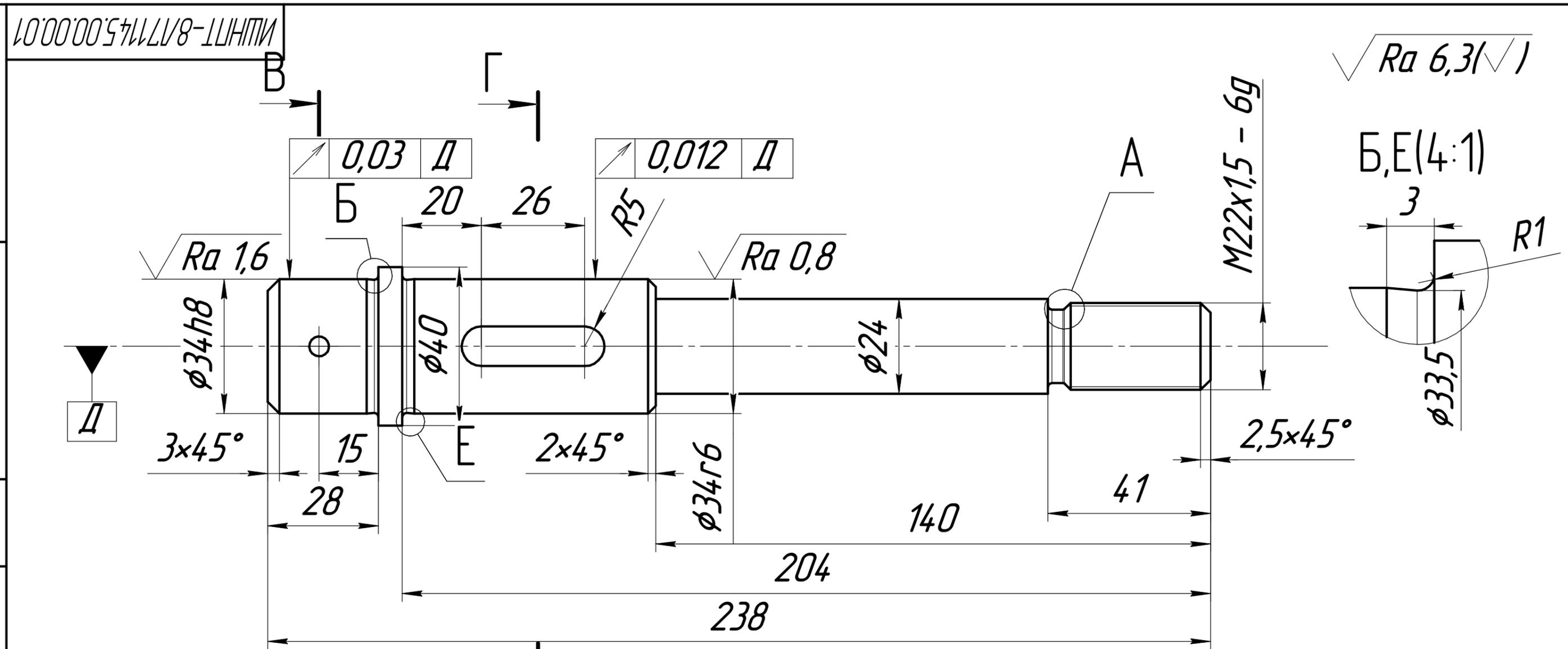
10. Максименко, Георгий Тарасович. Техника безопасности при применении пожароопасных, взрывоопасных и токсичных материалов / Г. Т. Максименко, В. М. Покровский. — 3-е изд., перераб. и доп. — Киев: Будівельник, 1987. — 150 с.: ил.: 22 см. — Библиогр.: с. 148 (27 назв.).
<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU%5CTPU%5Cbook%5C294981>
11. Экология: учебник / В. И. Коробкин, Л. В. Передельский. — 19-е изд., доп. и перераб. — Ростов-на-Дону: Феникс, 2014. — 603 с.11
<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/advanced/document/RU%5CTPU%5Cbook%5C27683>
12. Жуков, Виктор Ильич. Защита и безопасность в чрезвычайных ситуациях : учебное пособие / В. И. Жуков, Л. Н. Горбунова; Сибирский федеральный университет (СФУ). — Москва; Красноярск: Инфра-М Изд-во СФУ, 2014. — 392 с.: ил. — Высшее образование. Бакалавриат. — Библиогр.: с. 384- 387.
<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU%5CTPU%5Cbook%5C282931>
13. Экология: учебник / В. И. Коробкин, Л. В. Передельский. — 19-е изд., доп. и перераб. — Ростов-на-Дону: Феникс, 2014. — 603 с.11
<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/advanced/document/RU%5CTPU%5Cbook%5C276839>
14. Панин В.Ф., Сечин А.И., Федосова В.Д. Экология для инженера // под ред. проф. В.Ф. Панина. — М.: Изд. Дом «Ноосфера», 2000. — 284 с.
<http://catalog.lib.tpu.ru/catalogue/simple/document/RU%5CTPU%5Cbook%5C25604>

- 15.Иванов, Павел Вадимович. Управление проектами : учебное пособие для вузов / П. В. Иванов, Н. И. Турянская, Е. Г. Субботина. — Ростов-на-Дону: Феникс, 2016. — 252 с.
- 16.Вольфсон, Борис. Гибкое управление проектами и продуктами / Б. Л. Вольфсон. — Санкт-Петербург: Питер, 2015. — 141 с.
- 17.Джалота, Панкаж. Управление проектами в области информационных технологий : пер. с англ. / П. Джалота. — Москва: Лори, 2013. — 223 с.
- 18.Дульзон, Альфред Андреевич. Управление проектами : учебник / А. А. Дульзон; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). — Томск: Изд-во ТПУ, 2013. — 334 с.
- 19.Мереди́т, Дж.. Управление проектами : учебник для вузов : пер. с англ. / Дж. Мереди́т, С. Мантел. — 8-е изд.. — Санкт-Петербург: Питер, 2014. — 640 с.
- 20.Поташева, Галина Анатольевна. Управление проектами (проектный менеджмент) : учебное пособие / Г. А. Поташева. — Москва: Инфра-М, 2016. — 223

Приложение А

Чертёж детали

Перв. примен.
Справ. №
Подп. и дата
Инв. № дцкл.
Инв. № инв. №
Подп. и дата
Инв. № подл.

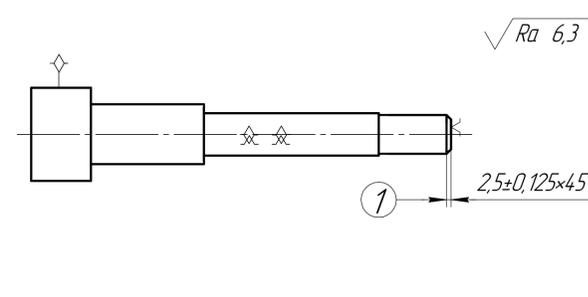
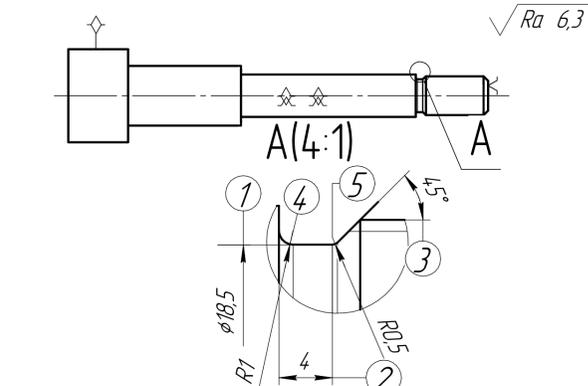
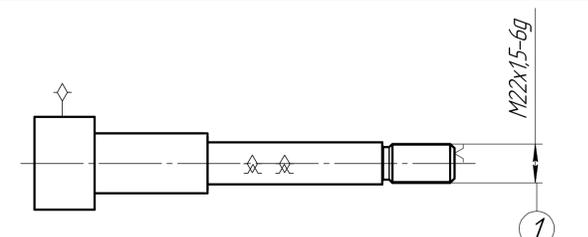
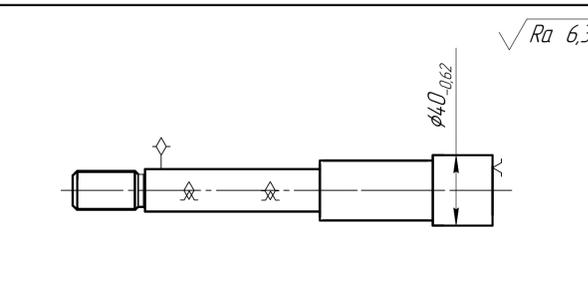
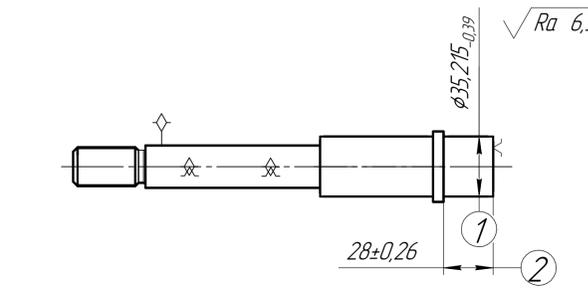
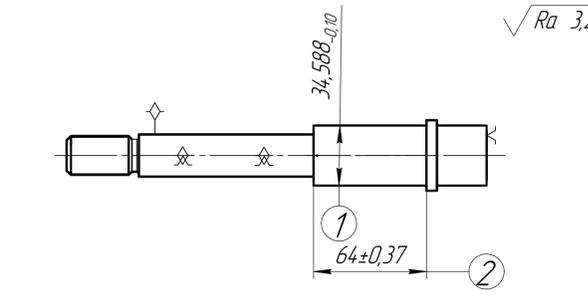
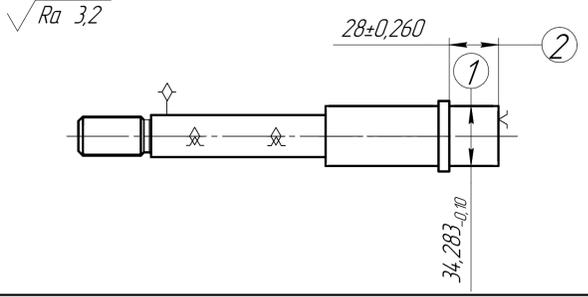
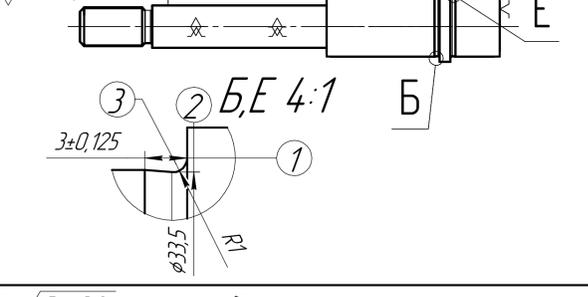
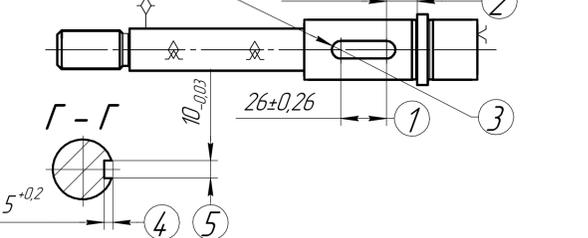


1. Неуказанные предельные отклонения размеров
H14, h14, $\pm \frac{IT14}{2}$

ИШНПТ-8Л71145.00.00.01				Лит.	Масса	Масштаб
Стержень					1,17	1:1
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лист	Листов 1
		Хачинавади Т.Л.				
		Алферова Е.А.				
Т.контр.						
Н.контр.						
Утв.						
Сталь 20 ГОСТ 1050-88				ТПУ Группа 4А7Б		
Копировал				Формат А3		

Приложение Б
Размерный анализ

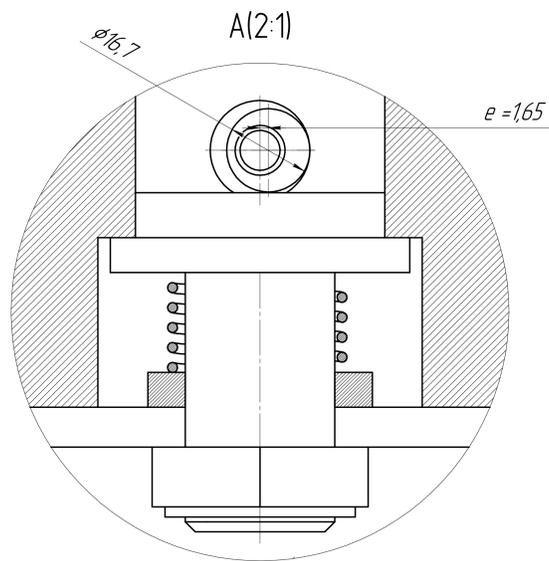
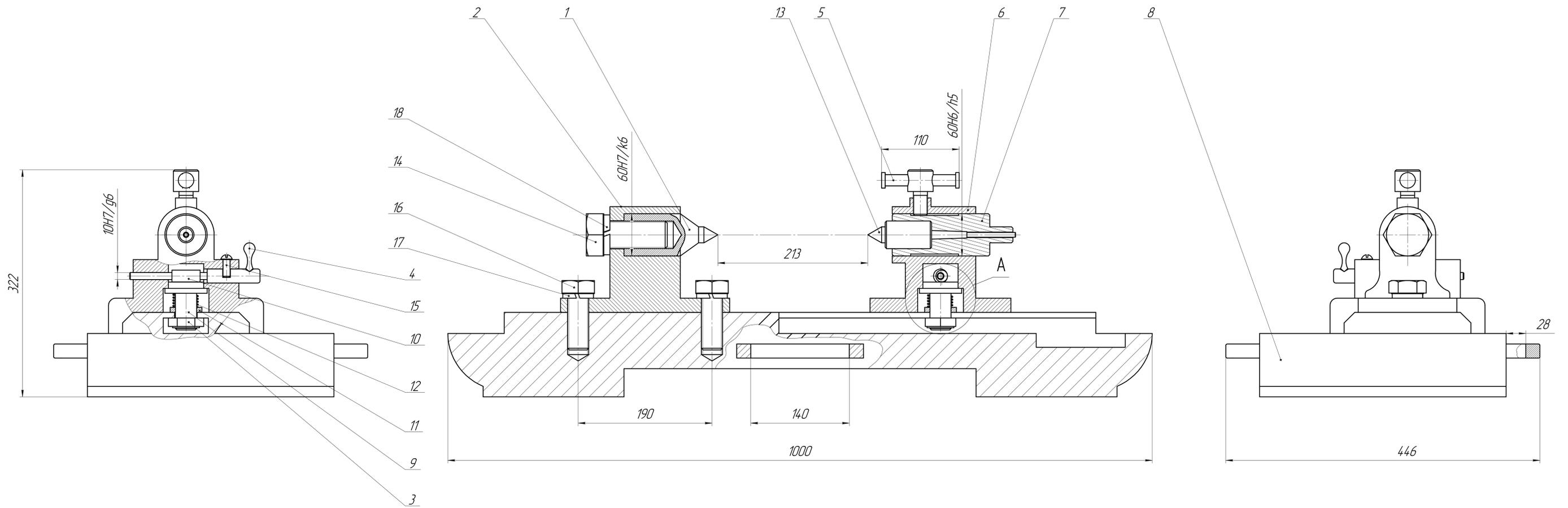
Приложение В
Операционная карта

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22		
015	4	Снять фаску, выдерживая размер 1				Резец 2102-0055 Т15К6 ГОСТ 18877-73	Цифровой фаскомер INSIZE 1180		1		2.5	2.5	0,35	655,29	1872,94	235,36							
	5	Точить канавку, выдерживая размеры 1, 2, 3, 4 и 5				Специальный каночный резец	Штангенциркуль ШЦЦ-1-300-0,01 ГОСТ 166-89		1	22		3,5	0,35	655,29	1872,94	235,36							
	6	Нарезать резьбу напроход, выдерживая размер 1				Резь 2660-00115 Т15К6 ГОСТ 8885-73	Кольцо 8211-0086 6g ГОСТ 17763-72 Кольцо 8211-1088 6g ГОСТ 17764-72		5	22		0,177	15	484,785	3231,9	223,37	0,042						
	7	Переустановить деталь и точить поверхность, выдерживая размер 1				Резец 2103-1121 Т15К6 ГОСТ 18879-73 $\varphi = 90^\circ; \gamma = 10^\circ; \lambda = 0^\circ; r = 0,4 \text{ мм}$	Штангенциркуль ШЦЦ-1-300-0,01 ГОСТ 166-89		1	43		3	0,35	655,529	1872,94	235,36	0,055						
	8	Точить поверхность начерно, выдерживая размеры 1 и 2				Резец 2103-1121 Т15К6 ГОСТ 18879-73 $\varphi = 90^\circ; \gamma = 10^\circ; \lambda = 0^\circ; r = 0,4 \text{ мм}$	Штангенциркуль ШЦЦ-1-300-0,01 ГОСТ 166-89		2	43	28	3	0,35	655,529	1872,94	235,36	0,085						
020	1	Токарно-фрезерная с ЧПУ Точить поверхность начисто, выдерживая размеры 1 и 2				Резец 2103-1121 Т15К6 ГОСТ 18879-73 $\varphi = 90^\circ; \gamma = 10^\circ; \lambda = 0^\circ; r = 0,4 \text{ мм}$	Микрометр МК Ц50 ГОСТ 6507-90		1	35,52	64	0,466	0,21	74,007	3524,16	376,43	0,086	0,0771	480	0,6889	0,9289		
	2	Точить поверхность начисто, выдерживая размеры 1 и 2				Резец 2103-1121 Т15К6 ГОСТ 18879-73 $\varphi = 90^\circ; \gamma = 10^\circ; \lambda = 0^\circ; r = 0,4 \text{ мм}$	Микрометр МК Ц50 ГОСТ 6507-90		1	35,215	28	0,466	0,21	74,007	3524,16	376,43	0,038						
	3	Точить канавку, выдерживая размеры 1, 2				Специальный каночный резец	Штангенциркуль ШЦЦ-1-300-0,01 ГОСТ 166-89		1	35,215		1088	0,21	74,007	3524,16	376,43							
	4	Фрезеровать шпоночный паз, выдерживая размеры 1, 2, 3, 4 и 5				Фреза 2220-0433 ГОСТ 17025-71 РФ05, D=0мм, z=4	Штангенциркуль ШЦЦ-1-300-0,01 ГОСТ 166-89		1		36	5,363	0,2	146,232	731,16	234,6	0,35						

Токарно-фрезерный станок с ЧПУ 1720С

Поводковый патрон

Приложение Г
Сборочный чертёж приспособления



Технические характеристики

- 1. Максимальное расстояние между центрами = 330 мм
- 2. Максимальный диаметр контролируемой детали = 100 мм
- 3. Рабочий ход пиноли = 65 мм

Технические требования

- 1. Отклонение от соосности центров не должно быть больше 0,005 мм
- 2. Отклонение от параллельности оси центров относительно направляющих не должно быть больше 0,001 мм
- 3. Перед сборкой смазать детали поз. 5, 7, 10 и направляющие детали поз. 8
- 4. Приварить детали поз. 4, 10

ИШНПТ-8/17145.02.00.00 СБ				Лист	Масштаб	Максимум
Исполн.	Провер.	Лист	Дата	Приспособление	1/2	7
Разработ.	Утвержден	Лист	Дата			
Проект.	Апробация	Лист	Дата	сварочный чертеж		
Исполн.	Провер.	Лист	Дата	ТТУ ИШНПТ		
Исполн.	Провер.	Лист	Дата	группа 4А75		
				Формат А0		

