

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Инженерная Школа новых производственных технологий
Направление подготовки 15.03.01 «Машиностроение»
Отделение материаловедения школы (НОЦ)

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Разработка технологии изготовления детали «Поршень»

УДК 621.81-2-047.84

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Л61	Кологривова Юлия Ивановна		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель ОМ ИШНПТ	Ким А.Б.			

Консультант

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
-----------	-----	------------------------------	---------	------

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Трубченко Т.Г.	К.т.н		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент ООД, ШБИП	Мезенцева И.Л.			

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

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

Томск – 2021 г.

Планируемые результаты обучения по программе

Код результата	Результат обучения
Р1	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.
Р2	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.
Р3	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.
Р4	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	<p>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.</p>
P6	<p>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, строительного-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</p>
P7	<p>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</p>
P8	<p>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,</p>

	<p>организовывать метрологическое обеспечение технологических процессов, подготавливать документацию для создания системы менеджмента качества на предприятии.</p>
<p>Специализация 3 (Технология, оборудование и автоматизация машиностроительных производств)</p>	
<p>P11</p>	<p>Умение применять современные методы для разработки малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых машиностроительных и строительного-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.</p>
<p>P12</p>	<p>Умение обеспечивать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий машиностроительного производства, осваивать новые технологические процессы производства продукции, применять методы контроля качества новых образцов изделий.</p>

Министерство образования и науки Российской Федерации
 Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
 высшего профессионального образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
 ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**



ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Инженерная Школа новых производственных технологий
 Направление подготовки 15.03.01 «Машиностроение»
 Отделение материаловедения школы (НОЦ)

УТВЕРЖДАЮ:
 Руководитель ООП

Ефременков Е.А.

(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы
<small>(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)</small>

Студенту:

Группа	ФИО
3-8Л61	Кологривова Юлия Ивановна

Тема работы:

Разработка технологии изготовления детали «Поршень»	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	21.04.2021, № 111-34/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	22.05.2021
--	------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе	Чертеж детали, годовая программа выпуска
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов	Обзор научно-технической литературы, определение типа производства, составление маршрута операций, размерный анализ ТП, расчет припусков и технологических размеров, расчет режимов резания и основного времени, конструирование специального приспособления.
Перечень графического материала	Чертеж детали, размерный анализ, технологический процесс изготовления

<i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i>	детали, чертеж приспособления.
Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы	
Раздел	Консультант
Технологический и конструкторский	Ким А.Б.
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Трубченко Т.Г.
Социальная ответственность	Мезенцева И.Л.
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	16.12.2020
---	------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
старший преподаватель	Ким А.Б.			16.12.2020

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Л61	Кологривова Ю.И.		16.12.2020

Реферат

Цель данной бакалаврской работы – разработка и проектирование технологического процесса изготовления детали «Поршень».

В ходе работы произведена разработка необходимых документов и выполнение расчётов для организации производства по изготовлению детали.

В работе изложено обоснование выполнения ВКР, произведен анализ чертежа детали на её технологичность, определен тип производства, разработана технологическая карта обработки детали с представлением операционных эскизов и описанием переходов по каждой операции. Были произведены расчеты припусков на обработку, а также технологических размеров, выполнен размерный анализ техпроцесса с уточнением технологических размеров. Произведен расчет режимов резания для каждого перехода и требуемой мощности оборудования для каждой операции. Выбрана модель станка. Определено время выполнения операций.

Конструкторский раздел отображает ход выполнения, связанный с расчётами сил для крепления заготовки, а так же было спроектировано специальное устройство сверлильное. Для выполнения поставленных задач выпускная квалификационная работа содержит следующие основные разделы:

1. Технологический;
2. Конструкторский;
3. Финансового менеджмента, ресурсоэффективности и ресурсосбережения;
4. Социальной ответственности.

Содержание:

Введение	10
I. Технологическая часть	11
1. Исходные данные. Назначение детали и ее конструкторско-технологическое описание	11
2. Определение типа производства	13
3. Анализ технологичности детали	14
4. Выбор заготовки	15
5. Принятый маршрут и операционный техпроцесс	16
6. Размерный анализ спроектированного технологического процесса	25
7. Расчет допусков, припусков и технологических размеров	27
7.1 Допуски на конструкторские размеры	27
7.2 Допуски на технологические размеры	28
7.3 Проверка обеспечения точности конструкторских размеров	30
7.4 Расчет припусков на обработку заготовки	35
7.5 Расчет припусков на диаметральные размеры	35
7.6 Расчет припусков на осевые размеры	36
7.7 Расчет технологических размеров	37
8. Выбор оборудования и технологической оснастки	42
9. Расчет и назначение режимов обработки	44
10. Расчет основного времени	61
II. Конструкторская часть	65
1. Проектирование специального станочного приспособления	65
2. Сборка спроектированного приспособления	66
3. Принцип работы	67
4. Разработка схемы для расчета и определения сил закрепления	67
III. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	71
1. Потенциальные потребители результатов исследования	71
2. Анализ конкурентных технических решений	71
3. SWOT-анализ разработки технологического процесса изготовления детали «Поршень»	72
4. Планирование научно – исследовательских работ	77
4.1 Структуры работ в рамках научного исследования	77
4.2 Определение трудоемкости выполнения работ	78
4.3 Разработка графика проведения научного исследования	79
4.4 Бюджет научно-исследовательского проекта (НИТ)	82
4.5 Расчет материальных затрат	82
4.6 Расчет амортизационных отчислений	83
4.7 Основная заработная плата исполнителей	83
4.8 Дополнительная заработная плата исполнителей	85

4.9	Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)	85
4.10	Расчет общей стоимости	86
5.	Определение ресурсной, финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности проекта	86
	Вывод	89
IV.	Социальная ответственность	92
	Введение	92
1.	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	92
2.	Производственная безопасность	93
2.1	Анализ опасных и вредных производственных факторов	93
2.2	Обоснование и разработка мероприятий по снижению уровней опасного и вредного воздействия	95
3.	Экологическая безопасность	98
4.	Безопасность в чрезвычайных ситуациях	100
	Вывод	101
	Список литературы	103

Введение

Эффективность производства, его технический прогресс во многом зависит от опережающего развития производства нового оборудования, машин, станков и аппаратов, от всемерного внедрения методов технико-экономического анализа.

Повышение эффективности машиностроительного производства на современном этапе определяется повышением качества изделий, снижением трудоемкости, себестоимости и металлоемкости их изготовления.

Более 70% изделий в машиностроении изготавливают в условиях мелкосерийного и серийного производства. Эффективным средством автоматизации мелкосерийного и серийного производства является программное управление металлорежущими станками.

Важной особенностью автоматизации процесса обработки на металлорежущих станках с помощью устройств программного управления, является сохранение станками широкой универсальности. Это дает возможность производить на них обработку всей номенклатуры деталей, которая может быть произведена на универсальных станках соответствующих типов.

Основной задачей рациональной эксплуатации металлорежущих станков с ЧПУ является обеспечение длительной и безотказной обработки на них деталей с заданной производительностью, точностью и шероховатостью обработанной поверхности при минимальной стоимости эксплуатации станков. В парке машиностроения страны доля станков с ЧПУ будет непрерывно увеличиваться при одновременном повышении их технического уровня.

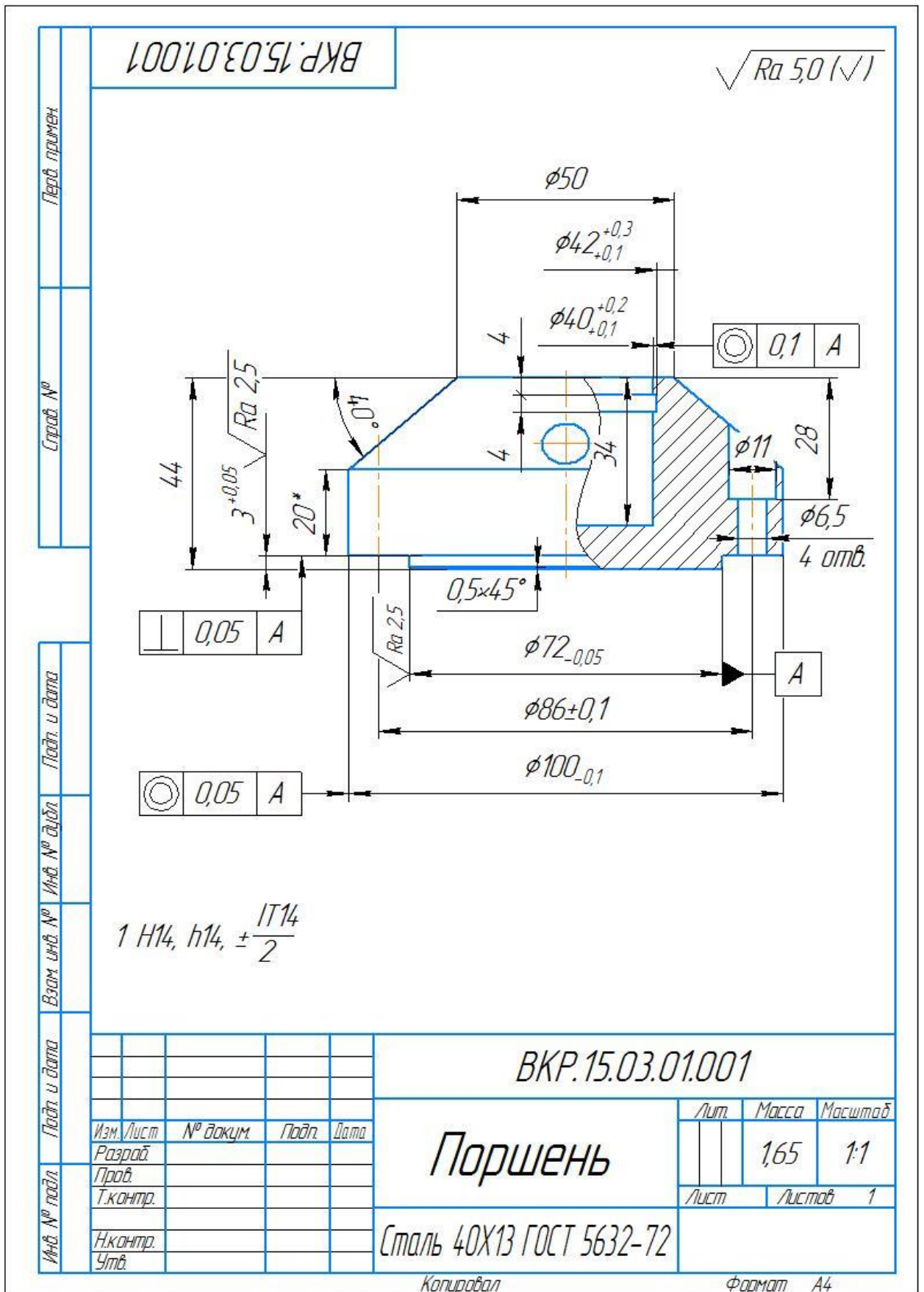
В данной работе приведены результаты проектирования технологического процесса изготовления детали «Поршень» с применением станков с ЧПУ в условиях серийного производства.

При разработке данной выпускной квалификационной работы активно используется САПР «КОМПАС-3D v16.1».

I. Технологическая часть

1.1 Исходные данные. Назначение детали и ее конструкторско-технологическое описание.

Поршень - это деталь тело вращения. Конструкция детали представляет собой взаимное пересечение цилиндрических поверхностей. Поршень предназначен для поддержания и регулирования давления газа, жидкости. Имеются четыре ступенчатых отверстия: отверстия диаметром 6,5 меньший диаметр и 11 больший диаметр мм, которые предназначены для крепления.



1 Н14, h14, $\pm \frac{IT14}{2}$

Рисунок 1 - Чертеж заданной детали

2. Определение типа производства

Тип производства определяется по коэффициенту закрепления операций, который мы ищем по формуле:

$$K_{з.о} = \frac{t_{в}}{T_{ср}}, (3)$$

где $t_{в}$ – такт выпуска детали, мин;

$T_{ср}$ – среднее штучное время, мин;

Такт выпуска детали определяется по формуле:

$$t_{в} = \frac{F_{г} \cdot 60}{N_{г}}, (4)$$

где $F_{г}$ – годовой фонд времени работы оборудования, мин;

$N_{г}$ – годовая программа выпуска деталей.

Годовой фонд времени работы оборудования при двухсменном режиме работы: $F_{г} = 4140$ часов.

Тогда:

$$t_{в} = \frac{F_{г} \cdot 60}{N_{г}} = \frac{4140 \cdot 60}{5000} = 137,85 \text{ мин.}$$

Расчет штучно калькуляционного времени

Штучно-калькуляционное время определяется:

$$t_{ш.к} = \varphi \cdot t_{о};$$

где $t_{о}$ – основное время;

φ – коэффициент серийности, определим из пособия [10]

Заготовительная операция:

Для станка разрезной группы среднесерийного производства $\varphi=1,72$,

$$t_{ш.к} = 1,5 \cdot 1,72 = 2,58$$

Среднее штучно – калькуляционное время на выполнение операций технологического процесса:

$$T_{ср} = \frac{\sum_{i=1}^n T_{ш.к i}}{n} = \frac{8,96}{4} = 2,24 \text{ мин,}$$

где $T_{ш.к. i}$ –штучно-калькуляционное время i -ой основной операции, мин.;

n – количество основных операций.

Тогда коэффициент закрепления операций:

$$K_{з.о} = \frac{137,85}{2,24} = 16,54$$

Исходя что $10 < K_{з.о} < 20$, то тип производства среднесерийный.

3. Анализ технологичности детали

Деталь «Поршень» изготовлена из стали 40Х13 ГОСТ 5632-72, которая тяжело поддается механической обработке. Деталь имеет достаточно простую конструкцию, поэтому механическую обработку можно выполнять на универсальных станках и использовать простой инструмент. Единственным не технологичным местом являются четыре сквозных отверстия, которые выполнены на наклонной плоскости (рис. 2). При сверлении отверстий на наклонной плоскости есть шанс на увод сверла и из-за этого отверстие может быть выполнено не верно.

Обеспечивается свободный доступ инструмента ко всем обрабатываемым поверхностям, деталь является достаточно жесткой.

Деталь имеет совокупность поверхностей, которые могут быть использованы в качестве технологических баз. Особых требований к точности размеров не предъявляется, за исключением трех диаметральных размеров: $\varnothing 100-0,1$, $\varnothing 86 \pm 0,1$, $\varnothing 72-0,05$.

Шероховатость поверхностей имеет параметр Ra 5,0, но ряд поверхностей должно иметь параметр Ra 2,5, что требует дополнительной чистовой обработки.

На чертеже указаны требования к соосности двух поверхностей, что требует соответствующей технологии обработки этих поверхностей относительно указанных баз, а также контроля.

Деталь не подвергается термообработке.

С учетом вышесказанного конструкция детали является технологичной.

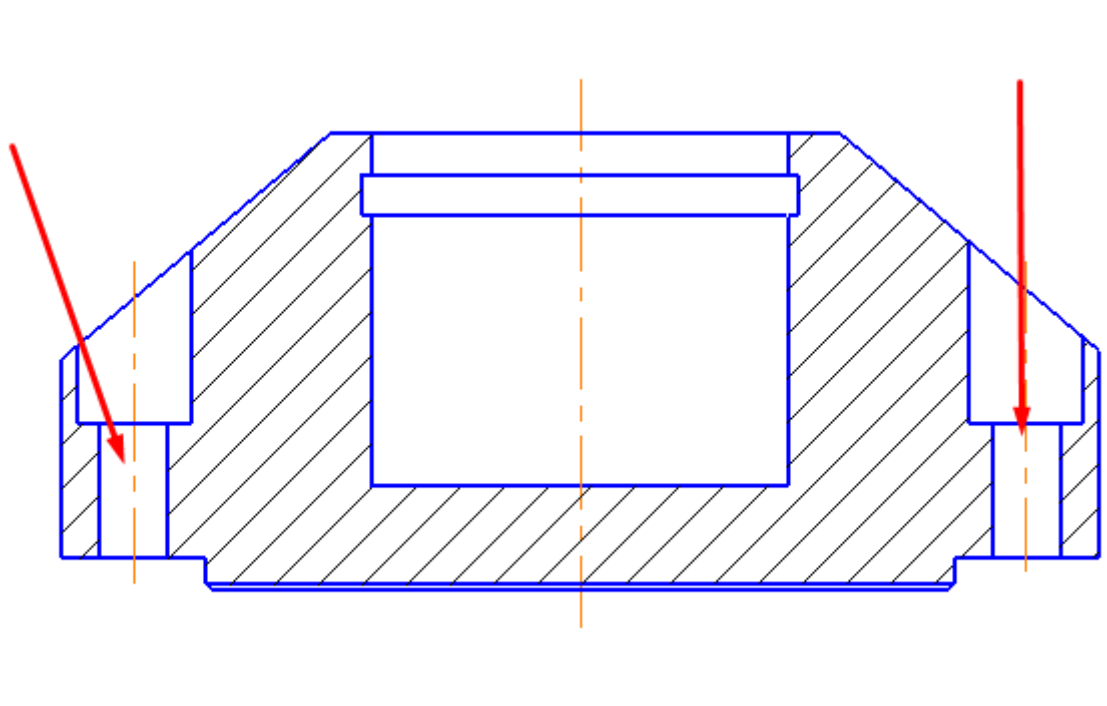


Рис. 2 Нетехнологичные места обработки

4. Выбор заготовки

Выбор способа получения заготовки включает в себя несколько немаловажных факторов:

- 1) Техничко-экономический
- 2) Количество штук выпускаемых деталей
- 3) Материал изготавливаемой детали
- 4) Технологические возможности

В качестве заготовки для изготовления детали «Поршень» будет практично использовать прокат сортовой стальной горячекатаный круглый из стали 40X13. Этот тип заготовки был выбран потому, что деталь является телом вращения, для деталей типа тел вращения оптимальной являются различные заготовки которые имеют профиль круга. Так как производство среднесерийное, нужно сделать стоимость изготавливаемой детали как можно дешевле. Количество изготавливаемых поршней 5000 штук. Материал

– сталь 40Х13 ГОСТ 5632-72[5]. Простые формы детали. Целесообразно выбрать прокат горячекатаный так как для него не нужно делать отдельного производства, его возможно закупить по оптовой цене нужное количество. Горячекатаный прокат дешевле холоднокатаного. Себестоимость детали значительно уменьшается. Литье не целесообразно даже рассматривать потому что количество штук изготавливаемых деталей всего 5000, а для выбора в качестве способа получения заготовки литьем необходимо отдельно изготавливать литейную форму. Конечный выбор это – горячекатаный прокат.

5. Принятый маршрутный и операционный техпроцесс

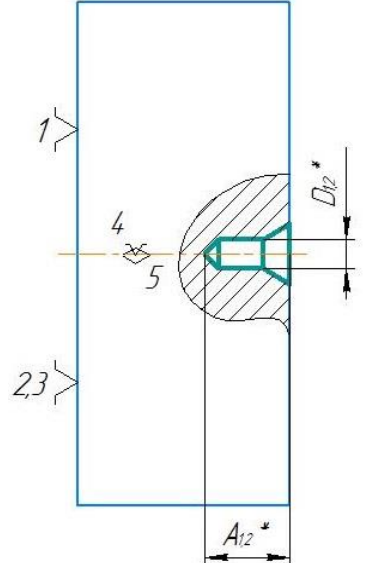
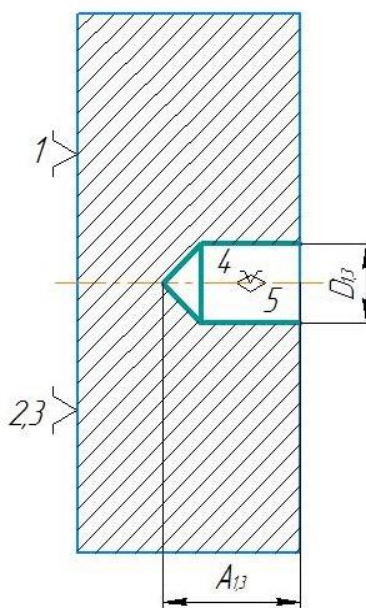
Изготовление детали «Поршень» разделяется на несколько этапов:

1. Получение заготовки.
2. Предварительная механическая обработка резанием;
3. Окончательная механическая обработка;

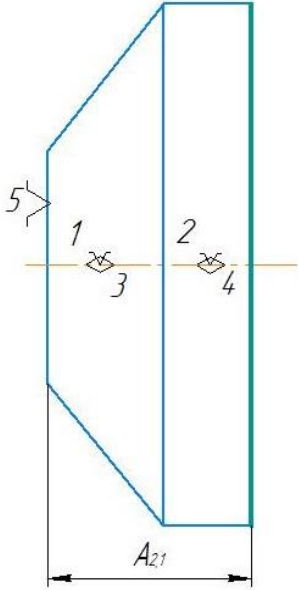
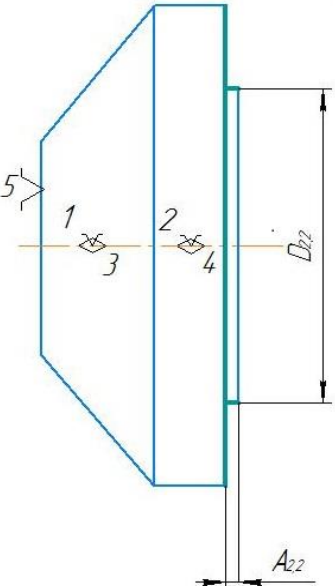
Следуя этим этапам был разработан технологический процесс изготовления детали.

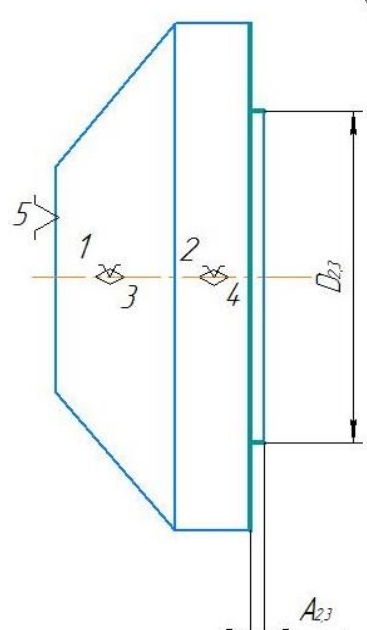
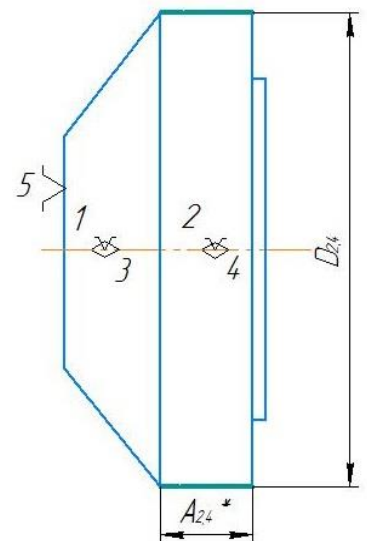
Таблица 1 – Технологический процесс изготовления детали «Поршень»

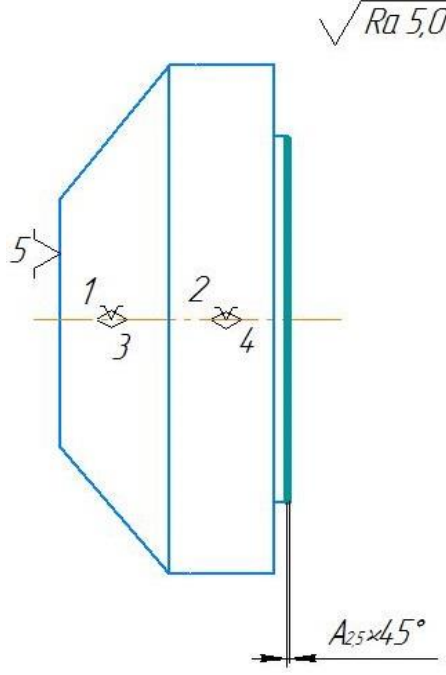
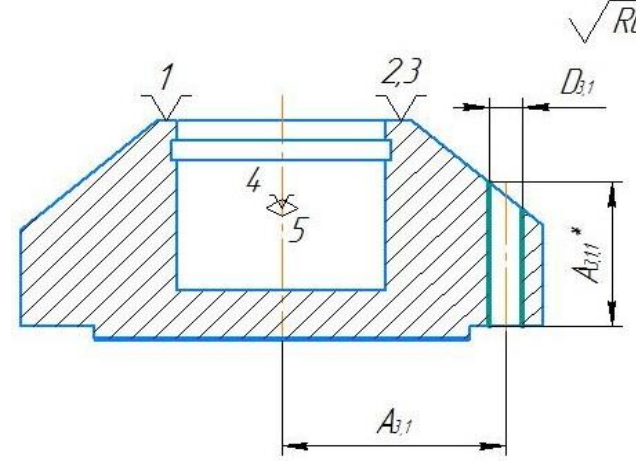
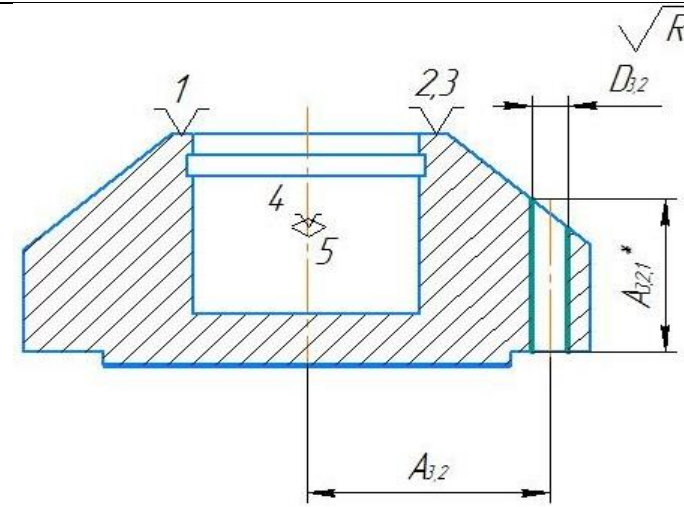
Номер		Наименование операций и содержание переходов	Операционный эскиз
Операции	Перехода		
1	2	3	4
0	А 1	<p><i>Ленточно-отрезная</i></p> <p>Установить и снять заготовку.</p> <p>Отрезать, выдерживая размер $A_{0.1}$</p>	<p style="text-align: right;">$\sqrt{Ra\ 40}$</p> <p style="text-align: right;">* – размер для справок.</p>
1	А 1	<p><i>Токарная с ЧПУ</i></p> <p>Установить и снять заготовку.</p> <p>Подрезать торец, выдержав размер $A_{1.1}$</p>	<p style="text-align: right;">$\sqrt{Ra\ 5,0}$</p>

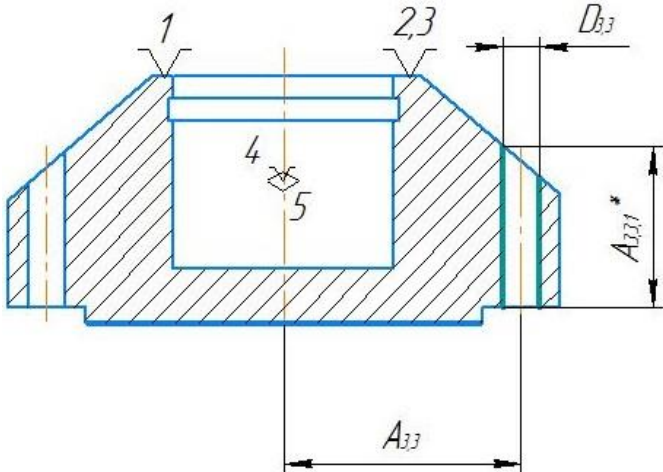
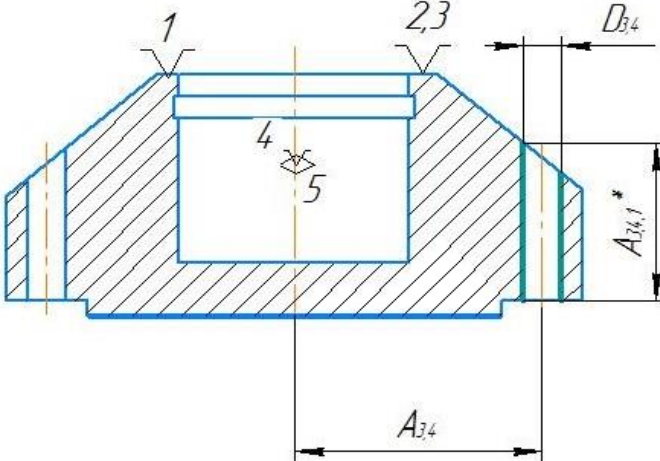
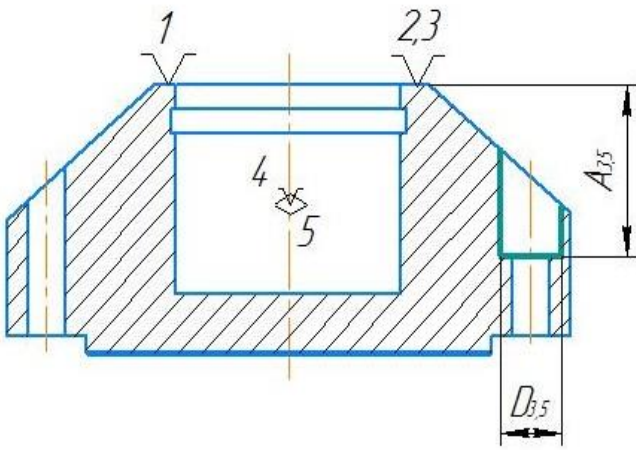
<p>2</p>	<p>Сверлить центровочное отверстие, выдерживая размеры $A_{1.2}^*$ и $D_{1.2}^*$</p>	<p style="text-align: right;">$\sqrt{Ra\ 5,0}$</p>  <p style="text-align: right;">* – размер для справок.</p>
<p>3</p>	<p>Сверлить отверстие выдерживая размеры $A_{1.3}$ и $D_{1.3}$</p>	<p style="text-align: right;">$\sqrt{Ra\ 25}$</p> 

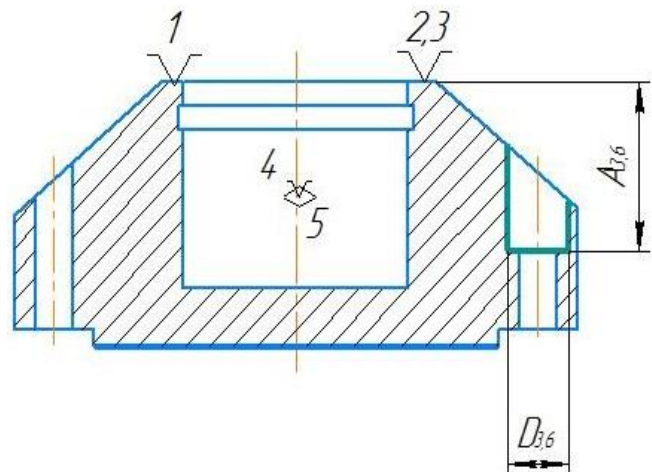
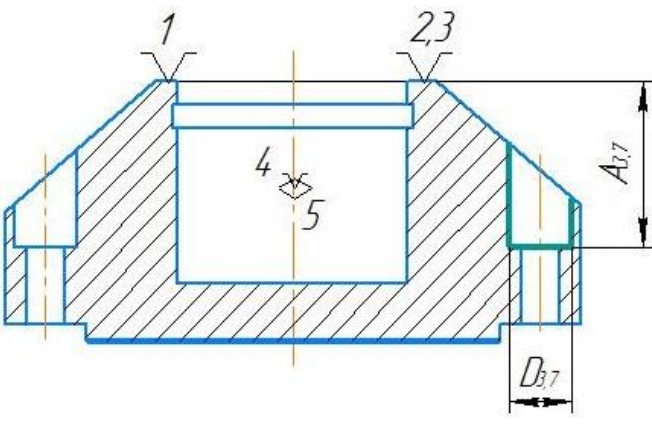
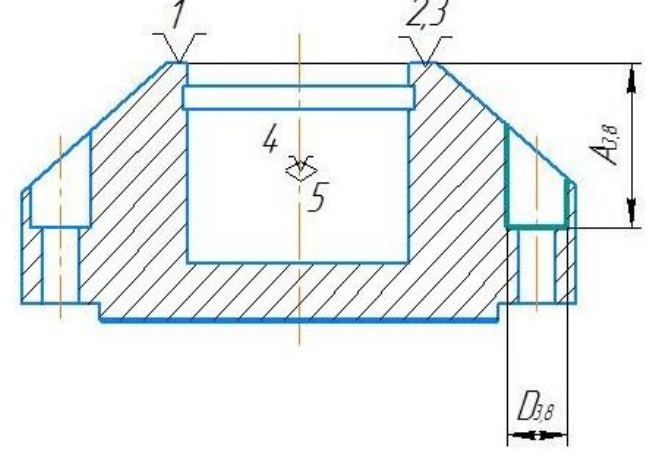
	<p>4</p>	<p>Точить выдерживая размеры $A_{1.4}$ и $D_{1.4}$</p>	
	<p>5</p>	<p>Точить выдерживая размеры $A_{1.5.1}$, $A_{1.5.2}$ и $D_{1.5}$</p>	
	<p>6</p>	<p>Точить выдерживая размеры $D_{1.6}$ и $\alpha_{1.6}$</p>	

<p>2</p>	<p>A</p>	<p>Токарная с ЧПУ</p> <p>Установить и снять заготовку.</p> <p>1</p> <p>Подрезать торец, выдержав размер A2.1</p>	<p style="text-align: right;">$\sqrt{Ra\ 5,0}$</p> 
<p>2</p>	<p>2</p>	<p>Точить выдерживая размеры A2.2 и D2.2</p>	<p style="text-align: right;">$\sqrt{Ra\ 5,0}$</p> 

	<p>3</p>	<p>Точить выдерживая размеры $A_{2.3}$ и $D_{2.3}$</p>	<p style="text-align: right;">$\sqrt{Ra\ 2,5}$</p> 
	<p>4</p>	<p>Точить выдерживая размер $D_{2.4}$</p>	<p style="text-align: right;">$\sqrt{Ra\ 5,0}$</p> 

	<p>5</p>	<p>Точить фаску выдерживая размер $A_{2.5} \times 45^\circ$</p>	
<p>3</p>	<p>A</p>	<p>Сверлильная Установить и снять заготовку. 1 Сверлить отверстие выдерживая размеры $A_{3.1}$ и $D_{3.1}$</p>	
	<p>2</p>	<p>Повернуть заготовку на 90°. Сверлить отверстие выдерживая размеры $A_{3.2}$ и $D_{3.2}$</p>	

3	<p>Повернуть заготовку на 90°. Сверлить отверстие выдерживая размеры $A_{3.3}$ и $D_{3.3}$</p>	<p style="text-align: right;">$\sqrt{Ra\ 5,0}$</p>  <p>Technical drawing showing a cross-section of a part with a hole. Dimensions include $A_{3.3}$ (total width), $D_{3.3}$ (hole diameter), and $A_{3.3}^*$ (height of the hole). A chamfer of 5 is shown on the hole edge. Callouts 1 and 2,3 indicate specific features.</p>
4	<p>Повернуть заготовку на 90°. Сверлить отверстие выдерживая размеры $A_{3.4}$ и $D_{3.4}$</p>	<p style="text-align: right;">$\sqrt{Ra\ 5,0}$</p>  <p>Technical drawing showing a cross-section of a part with a hole. Dimensions include $A_{3.4}$ (total width), $D_{3.4}$ (hole diameter), and $A_{3.4}^*$ (height of the hole). A chamfer of 5 is shown on the hole edge. Callouts 1 and 2,3 indicate specific features.</p>
5	<p>Зенковать отверстие выдерживая размеры $A_{3.5}$ и $D_{3.5}$</p>	<p style="text-align: right;">$\sqrt{Ra\ 5,0}$</p>  <p>Technical drawing showing a cross-section of a part with a hole. Dimensions include $A_{3.5}$ (height of the hole) and $D_{3.5}$ (hole diameter). A chamfer of 5 is shown on the hole edge. Callouts 1 and 2,3 indicate specific features.</p>

<p>6</p>	<p>Повернуть заготовку на 90°. Зенковать отверстие выдерживая размеры $A_{3,6}$ и $D_{3,6}$</p>	<p style="text-align: right;">$\sqrt{Ra\ 5,0}$</p> 
<p>7</p>	<p>Повернуть заготовку на 90°. Зенковать отверстие выдерживая размеры $A_{3,7}$ и $D_{3,7}$</p>	<p style="text-align: right;">$\sqrt{Ra\ 5,0}$</p> 
<p>8</p>	<p>Повернуть заготовку на 90°. Зенковать отверстие выдерживая размеры $A_{3,8}$ и $D_{3,8}$</p>	<p style="text-align: right;">$\sqrt{Ra\ 5,0}$</p> 

6. Размерный анализ спроектированного технологического процесса

Размерный анализ предназначен для уточнения назначенных технологических размеров, это значит, что выполняется он после того, как технологический процесс находится на заключительной стадии разработки: выбран вид и способ получения заготовки, определено содержание операций механической обработки, выбрано оборудование и технологическая оснастка для изготовления детали.

При выполнении размерного анализа могут выявиться недостатки изначального варианта технологического процесса. Чаще всего выявляется, что принятые размеры не обеспечат требуемую точность конструкторских размеров. Чтобы исправить это, необходимо изменить технологический процесс: изменить припуски на обработку торцев; диаметров в связи с переустановками, влиянием деформируемого слоя при обработке на точность установки и в связи с неточностью используемых зажимных приспособлений.

Для построения размерной схемы технологического процесса, на эскизе детали, выполненном в произвольном масштабе, изображают припуски под обработку (см. рис. 3).

На данном эскизе необходимо указать:

- размеры припусков на обработку z_i ;
- технологические размеры A_i в порядке их получения, начиная с размеров исходной заготовки и заканчивая размерами, выдерживаемыми на последней операции;
- конструкторские размеры K_i .

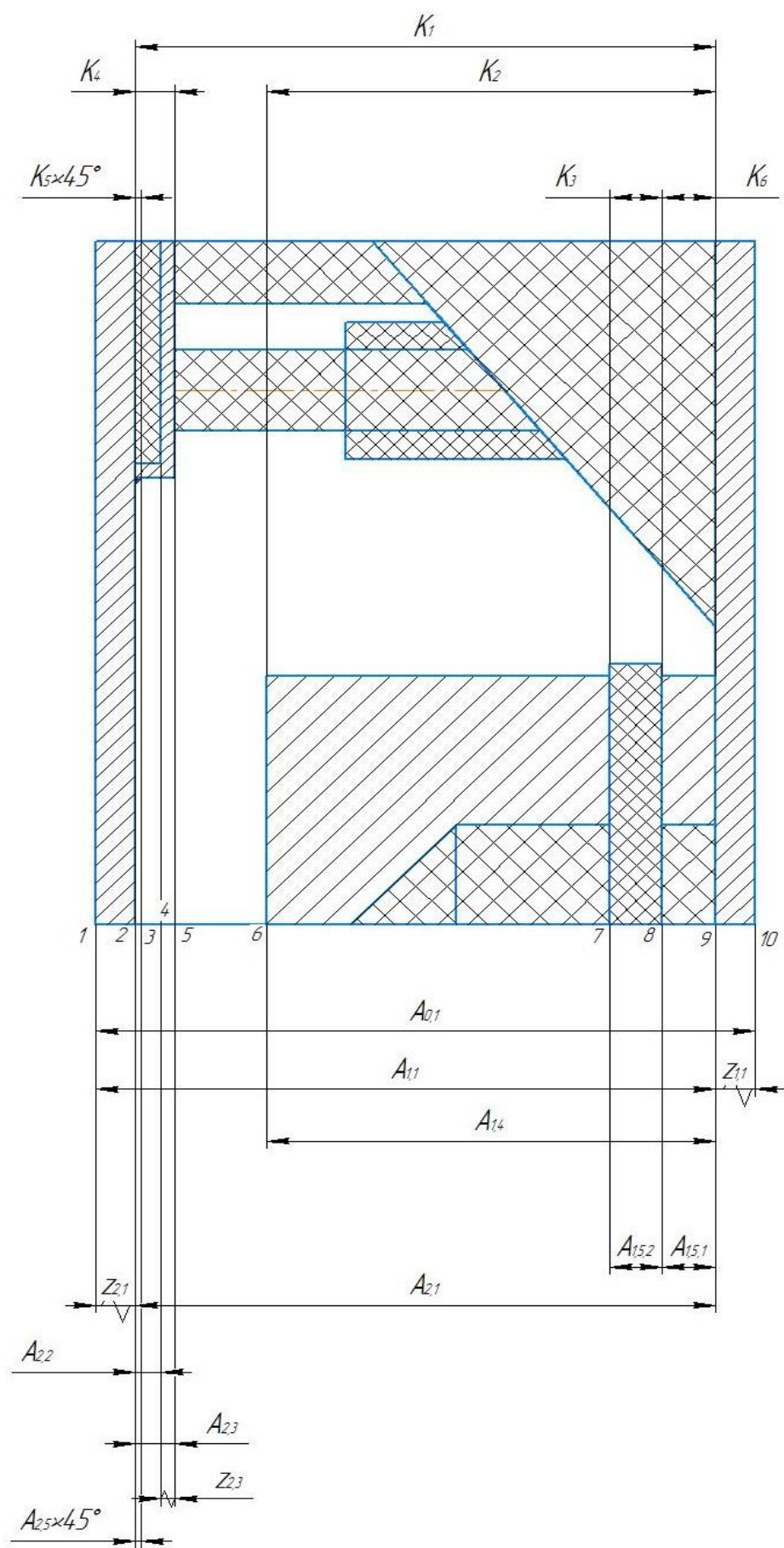


Рис. 3 – размерная схема

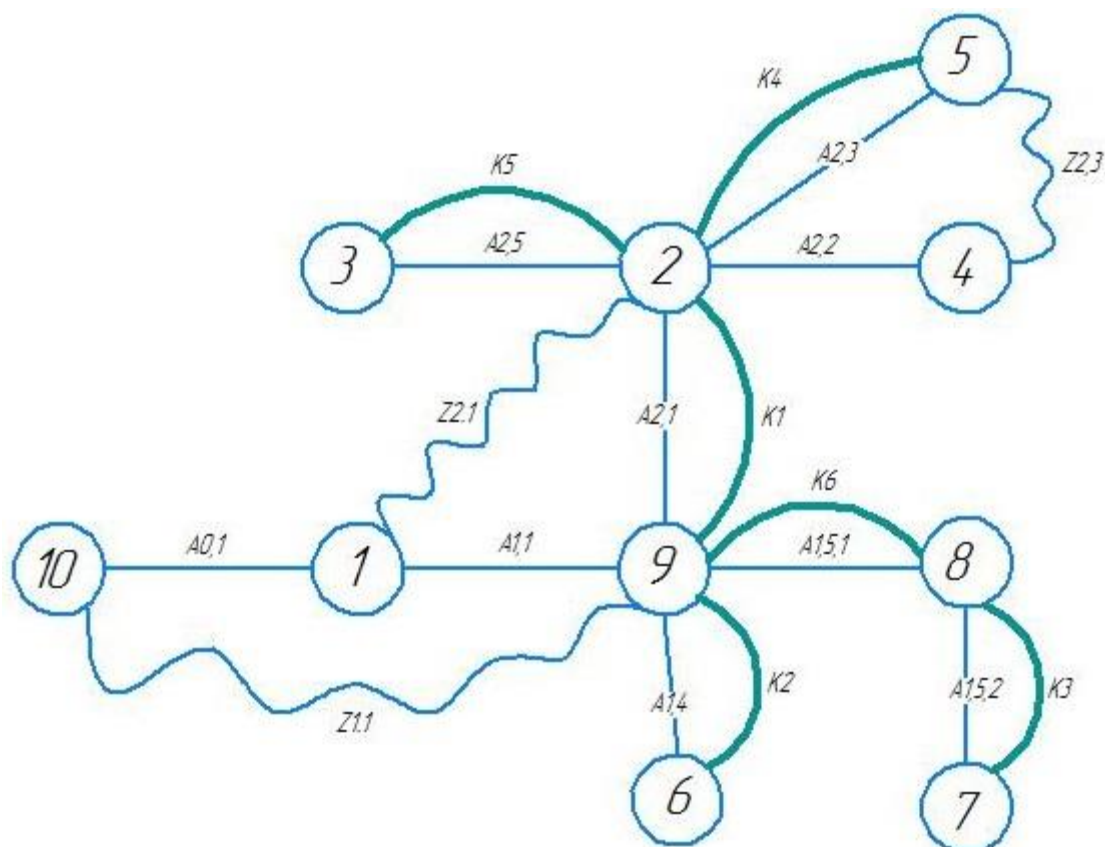


Рис. 4 – граф технологических размеров

7. Расчет допусков, припусков и технологических размеров

7.1 Допуски на конструкторские размеры

Из чертежа детали выписываем допуски на конструкторские размеры.

Осевое направление:

$$TK_1 = (44)_{-0,62} = 0,62 \text{ мм};$$

$$TK_2 = (34)_{-0,31}^{+0,31} = 0,62 \text{ мм};$$

$$TK_3 = (4)_{-0,15}^{+0,15} = 0,3 \text{ мм};$$

$$TK_4 = (3)_{+0,05} = 0,05 \text{ мм};$$

$$TK_5 = (0,5)_{-0,2}^{+0,2} = 0,4 \text{ мм};$$

$$TK_6 = (4)_{-0,15}^{+0,15} = 0,3 \text{ мм};$$

$$TK_7 = (28)_{-0,26}^{+0,26} = 0,2 \text{ мм};$$

Диаметральное направление:

$$TKD_1 = (50)_{-0,62} = 0,62 \text{ мм};$$

$$TKD_2 = (40)_{+0,1}^{+0,2} = 0,1 \text{ мм};$$

$$TKD_3 = (42)_{+0,1}^{+0,3} = 0,2 \text{ мм};$$

$$TKD_4 = (72)_{-0,05} = 0,05 \text{ мм};$$

$$TKD_5 = (86)_{-0,1}^{+0,1} = 0,2 \text{ мм};$$

$$TKD_6 = (100)_{-0,1} = 0,1 \text{ мм};$$

$$TKD_7 = (11)^{+0,43} = 0,43 \text{ мм};$$

$$TKD_8 = (6,5)^{+0,36} = 0,36 \text{ мм};$$

7.2 Допуски на технологические размеры

Осевое направление:

Допуски на осевые технологические размеры принимаются равными из [2, стр. 38]:

$$TA_i = \omega_{ci} + \rho_{u.i-1} + \varepsilon_{\bar{b}i},$$

где ω_{ci} - статическая погрешность, мм;

$\rho_{u.i-1}$ - пространственное отклонение измерительной (технологической) базы, мм.

$\varepsilon_{\bar{b}i}$ - погрешность базирования, мм.

Допуски на осевые технологические размеры:

$$TA_{1.1} = \omega_c + \rho_{01} = 0,2 + 0,12 = 0,32 \text{ мм};$$

$$TA_{1.4} = \omega_c = 0,2 \text{ мм};$$

$$TA_{1.5.1} = \omega_c = 0,12 \text{ мм};$$

$$TA_{1.5.2} = \omega_c = 0,12 \text{ мм};$$

$$TA_{2.1} = \omega_c + \rho_{11} * k = 0,2 + 0,12 * 0,05 = 0,206 \text{ мм};$$

$$TA_{2.2} = \omega_c = 0,12 \text{ мм};$$

$$TA_{2.3} = \omega_c = 0,04 \text{ мм};$$

$$TA_{2.5} = \omega_c = 0,12 \text{ мм};$$

Допуски на заготовочные размеры после резки на ленточных назначаем $\pm 1,5$ мм [3, стр. 293]:

$$TA_{0.1} = 3 \text{ мм};$$

Диаметральное направление:

Допуски на диаметральные размеры принимаются равными статистической погрешности [2, стр. 38]:

$$TD_i = \omega_{ci}$$

где ω_{ci} - статическая погрешность, мм.

Тогда назначаем допуски, руководствуясь [2, стр. 73 П1]:

$$TD_{1.4} = \omega_c = 0,1 \text{ мм};$$

$$TD_{1.5} = \omega_c = 0,1 \text{ мм};$$

$$TD_{1.6} = \omega_c = 0,1 \text{ мм};$$

$$TD_{2.2} = \omega_c = 0,12 \text{ мм};$$

$$TD_{2.3} = \omega_c = 0,035 \text{ мм};$$

$$TD_{2.4} = \omega_c = 0,087 \text{ мм};$$

$$TD_{3.1} = \omega_c = 0,15 \text{ мм};$$

$$TD_{3.2} = \omega_c = 0,15 \text{ мм};$$

$$TD_{3.3} = \omega_c = 0,15 \text{ мм};$$

$$TD_{3.4} = \omega_c = 0,15 \text{ мм};$$

$$TD_{3.5} = \omega_c = 0,07 \text{ мм};$$

$$TD_{3.6} = \omega_c = 0,07 \text{ мм};$$

$$TD_{3.7} = \omega_c = 0,07 \text{ мм};$$

$$TD_{3.8} = \omega_c = 0,07 \text{ мм};$$

7.3 Проверка обеспечения точности конструкторских размеров

При расчете методом максимума-минимума условие обеспечения точности конструкторского размера проверяется по формуле [2, стр. 60]:

$$TK \geq \sum_{i=1}^{n+p} TA_i.$$

Рассмотрим размерную цепь для размера K_1 (рис. 5).

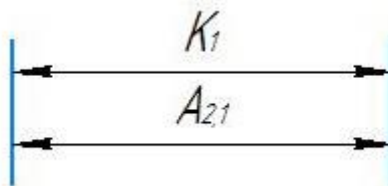


Рис. 5. Размерная цепь № 1

$$TK_1 = 0,62 \text{ мм}; \quad TA_{2.1} = 0,206 \text{ мм};$$

Размер K_1 выдерживается, условие выполняется.

Рассмотрим размерную цепь для размера K_2 (рис. 6).

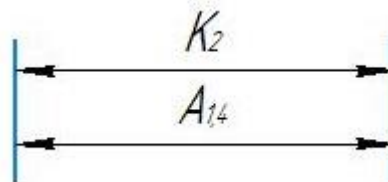


Рис. 6. Размерная цепь № 2

$$TK_2 = 0,62 \text{ мм}; \quad TA_{1.4} = 0,2 \text{ мм};$$

Размер K_2 выдерживается, условие выполняется.

Рассмотрим размерную цепь для размера K_3 (рис. 7).

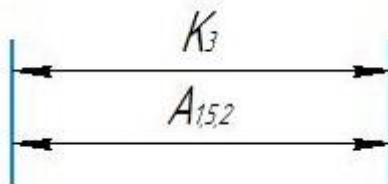


Рис. 7. Размерная цепь № 3

$$TK_3 = 0,3 \text{ мм}; \quad TA_{1.5.2} = 0,12 \text{ мм};$$

Размер K_3 выдерживается, условие выполняется.

Рассмотрим размерную цепь для размера K_4 (рис. 8).

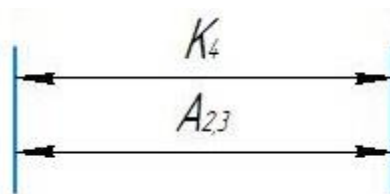


Рис. 8. Размерная цепь № 4

$$TK_4 = 0,05 \text{ мм}; \quad TA_{2,3} = 0,04 \text{ мм};$$

Размер K_4 выдерживается, условие выполняется.

Рассмотрим размерную цепь для размера K_5 (рис. 9).

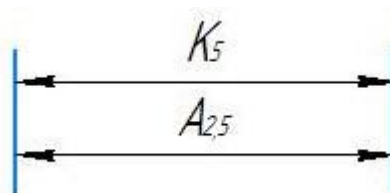


Рис. 9. Размерная цепь № 5

$$TK_5 = 0,4 \text{ мм}; \quad TA_{2,5} = 0,12 \text{ мм};$$

Размер K_5 выдерживается, условие выполняется.

Рассмотрим размерную цепь для размера K_6 (рис. 10).

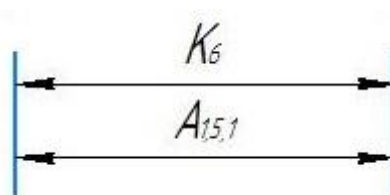


Рис. 10. Размерная цепь № 6

$$TK_6 = 0,3 \text{ мм}; \quad TA_{1,5,1} = 0,12 \text{ мм};$$

Размер K_6 выдерживается, условие выполняется.

Рассмотрим размерную цепь для размера TKD_1 (рис. 11).

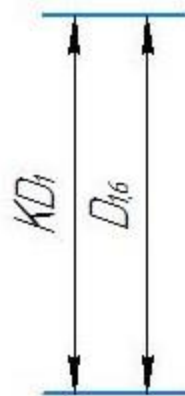


Рис.11. Размерная цепь № 7

$$TKD_1 = 0,62 \text{ мм}; \quad TD_{1.6} = 0,1 \text{ мм};$$

Размер TKD_1 выдерживается, условие выполняется.

Рассмотрим размерную цепь для размера TKD_2 (рис. 12).

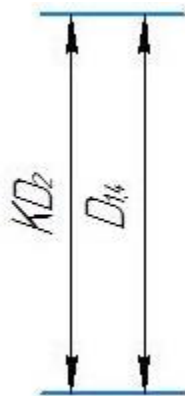


Рис. 12. Размерная цепь № 8

$$TKD_2 = 0,1 \text{ мм}; \quad TD_{1.4} = 0,1 \text{ мм};$$

Размер TKD_2 выдерживается, условие выполняется.

Рассмотрим размерную цепь для размера TKD_3 (рис. 13).

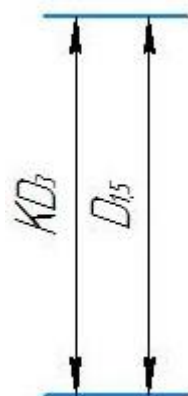


Рис. 13. Размерная цепь № 9

$$TKD_3 = 0,2 \text{ мм}; \quad TD_{1,5} = 0,1 \text{ мм};$$

Размер TKD_3 выдерживается, условие выполняется.

Рассмотрим размерную цепь для размера TKD_4 (рис. 14).

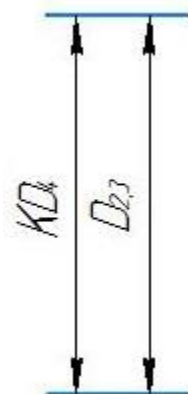


Рис. 14. Размерная цепь № 10

$$TKD_4 = 0,05 \text{ мм}; \quad TD_{2,3} = 0,035 \text{ мм};$$

Размер TKD_4 выдерживается, условие выполняется.

Рассмотрим размерную цепь для размера TKD_6 (рис. 15).

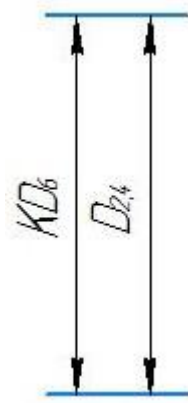


Рис. 15. Размерная цепь № 11

$$TKD_6 = 0,1 \text{ мм}; \quad TD_{2.4} = 0,087 \text{ мм};$$

Размер TKD_6 выдерживается, условие выполняется.

Рассмотрим размерную цепь для размера TKD_7 (рис. 16).

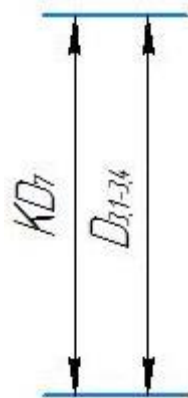


Рис. 16. Размерная цепь № 12

$$TKD_7 = 0,43 \text{ мм}; \quad TD_{3.1-3.4} = 0,15 \text{ мм};$$

Размер TKD_7 выдерживается, условие выполняется.

Рассмотрим размерную цепь для размера TKD_8 (рис. 17).

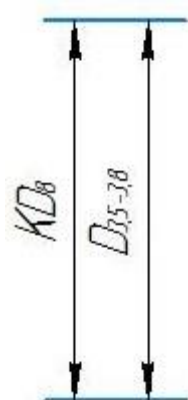


Рис. 17. Размерная цепь № 13

$$TKD_8 = 0,36 \text{ мм}; \quad TD_{3.5-3.8} = 0,07 \text{ мм};$$

Размер TKD_8 выдерживается, условие выполняется.

7.4 Расчет припусков на обработку заготовки

Допуски размеров исходной заготовки назначают по соответствующим стандартам и справочным материалам. Допуски размеров, полученные на операциях механической обработки, находят с использованием таблиц точности. Эти таблицы содержат статистические данные по погрешностям размеров заготовок, обрабатываемых на различных металлорежущих станках. Величина допусков, естественно, зависит от вида и метода обработки, применяемого оборудования, числа рабочих ходов и размера обрабатываемой поверхности.

7.5 Расчет припусков на диаметральные размеры

При обработке тел вращения и предположении, что направления векторов всех погрешностей совпадают (для гарантированного устранения погрешностей и дефектов), суммирование составляющих наименьшего припуска производится арифметически [2, стр. 47]:

$$2 \cdot z_{i\min} = 2 \cdot (Rz_{i-1} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2})$$

где $z_{i\min}$ - минимальный припуск на обработку поверхности вращения, мкм;

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

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

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

ε_i - погрешность установки и закрепления перед рассматриваемой обработкой (во время рассматриваемой обработки), мкм.

$$Z_{2.3}^D \min = 2 \cdot (50 + 60 + \sqrt{10^2 + 120^2}) = 460 \text{ мкм};$$

7.6 Расчет припусков на осевые размеры

Расчёт припуска на обработку плоскости, определяется по формуле из [2, стр. 47]:

$$z_{i\min} = Rz_{i-1} + h_{i-1} + \rho_{i-1} + \varepsilon_i$$

$$Z_{1.1\min} = 150 + 150 + 250 + 370 = 920 \text{ мкм.}$$

$$TZ_{1.1} = TA_{0.1} + TA_{1.1} = 3000 + 320 = 3200 \text{ мкм.}$$

$$Z_{1.1\max} = Z_{1.1\min} + TZ_{1.1} = 920 + 3200 = 4120 \text{ мкм.}$$

$$Z_{1.1\text{cp}} = \frac{Z_{1.1\max} + Z_{1.1\min}}{2} \pm \frac{TZ_{1.1}}{2} = \frac{4120 + 920}{2} \pm \frac{3200}{2} = 2520 \pm 1600 \text{ мкм.}$$

$$Z_{2.1\min} = 150 + 100 + 250 + 370 = 870 \text{ мкм.}$$

$$TZ_{2.1} = TA_{1.1} + TA_{2.1} = 320 + 206 = 526 \text{ мкм.}$$

$$Z_{2.1\max} = Z_{2.1\min} + TZ_{2.1} = 870 + 526 = 1396 \text{ мкм.}$$

$$Z_{2.1\text{cp}} = \frac{Z_{2.1\max} + Z_{2.1\min}}{2} \pm \frac{TZ_{2.1}}{2} = \frac{1396 + 870}{2} \pm \frac{526}{2} = 1133 \pm 263 \text{ мкм.}$$

$$Z_{2.3min} = 50 + 60 + 10 + 80 = 200 \text{ мкм.}$$

$$TZ_{2.3} = TA_{2.2} + TA_{2.3} = 120 + 40 = 160 \text{ мкм.}$$

$$Z_{2.3max} = Z_{23min} + TZ_{23} = 200 + 160 = 360 \text{ мкм.}$$

$$Z_{2.3cp} = \frac{Z_{2.3max} + Z_{2.3min}}{2} \pm \frac{TZ_{2.3}}{2} = \frac{360 + 200}{2} \pm \frac{160}{2} = 280 \pm 80 \text{ мкм.}$$

7.7 Расчет технологических размеров

Расчет технологических размеров находим из размерного анализа технологического процесса обработки детали, для чего вычерчиваем размерные цепи.

Рассмотрим размерную цепь для размера $A_{2.1}$ (рис. 18).

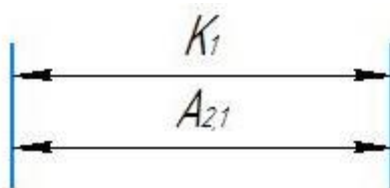


Рис. 18. Размерная цепь № 1

$$A_{2.1}^c = K_1^c = 43,69 \text{ мм;}$$

$$A_{2.1} = 43,69 \pm 0,103 = 43,793_{-0,206} \text{ мм.}$$

Рассмотрим размерную цепь для размера $A_{1.5.1}$ (рис. 19).

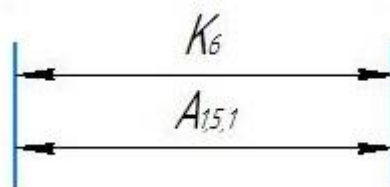


Рис. 19. Размерная цепь № 2

$$A_{1.5.1} = K_6 = 4_{-0,15}^{+0,15} \text{ мм.}$$

Рассмотрим размерную цепь для размера $A_{1.5.2}$ (рис. 20).

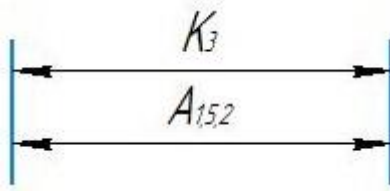


Рис. 20. Размерная цепь № 3

$$A_{1.5.2} = K_3 = 4_{-0,15}^{+0,15} \text{ мм.}$$

Рассмотрим размерную цепь для размера $A_{1.4}$ (рис. 21).

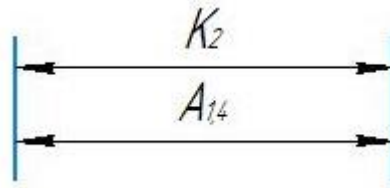


Рис. 21. Размерная цепь № 4

$$A_{1.4} = K_2 = 34_{-0,31}^{+0,31} \text{ мм.}$$

Рассмотрим размерную цепь для размера $A_{2.5}$ (рис. 22).

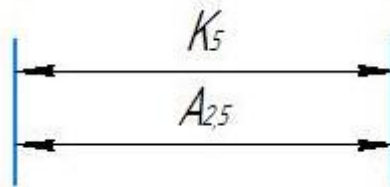


Рис. 22. Размерная цепь № 5

$$A_{2.5} = K_5 = 0,5_{-0,2}^{+0,2} \text{ мм.}$$

Рассмотрим размерную цепь для размера $A_{2.3}$ (рис. 23).

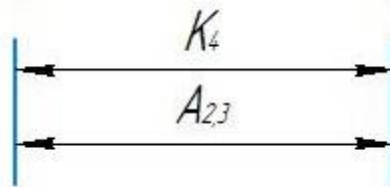


Рис. 23. Размерная цепь № 6

$$A_{2.3} = K_4 = 3_{-0,05}^{+0,05} \text{ мм.}$$

Рассмотрим размерную цепь для размера $A_{2.2}$ (рис. 24).

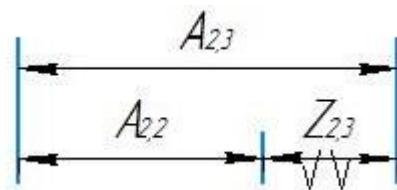


Рис. 24. Размерная цепь № 7

$$A_{2.2}^c = A_{2.3}^c - Z_{2.3}^c = 3,025 - 0,28 = 2,745 \text{ мм};$$

$$A_{2.2} = 2,745 \pm 0,06;$$

Рассмотрим размерную цепь для размера $A_{2.1}$ (рис. 25).

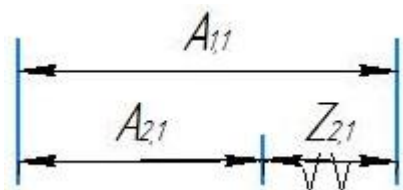


Рис. 25. Размерная цепь № 8

$$A_{1.1}^c = A_{2.1}^c + Z_{2.1}^c = 43,69 + 1,133 = 44,823 \text{ мм};$$

$$A_{1.1} = 44,823_{-0,32} \text{ мм};$$

Рассмотрим размерную цепь для размера $A_{0.1}$ (рис. 26).

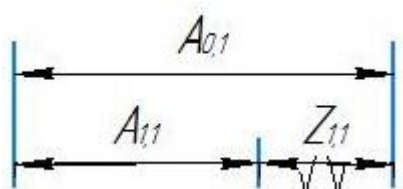


Рис. 26. Размерная цепь № 9

$$A_{0.1}^c = A_{1.1}^c + Z_{1.1}^c = 44,823 + 2,52 = 47,343 \text{ мм};$$

$$A_{0.1} = 47,343 \pm 1,5 \text{ мм};$$

Рассмотрим размерную цепь для размера $A_{1.6}$ (рис. 27).

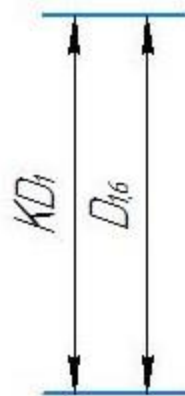


Рис. 27. Размерная цепь № 10

$$D_{1.6} = KD_1 = 50_{-0,62} \text{ мм};$$

Рассмотрим размерную цепь для размера $A_{1.4}$ (рис. 28).

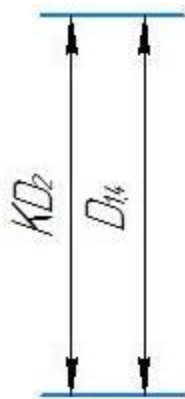


Рис. 28. Размерная цепь № 11

$$D_{1.4} = KD_2 = 40_{+0,1}^{+0,2} \text{ мм};$$

Рассмотрим размерную цепь для размера $A_{1.5}$ (рис. 29).

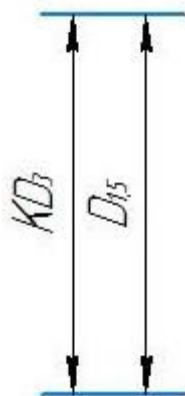


Рис. 29. Размерная цепь № 12

$$D_{1.5} = KD_3 = 42_{+0.1}^{+0.3} \text{ мм};$$

Рассмотрим размерную цепь для размера $A_{2.3}$ (рис. 30).

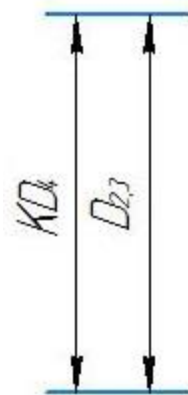


Рис. 30. Размерная цепь № 13

$$D_{2.3} = KD_4 = 72_{-0.05} \text{ мм};$$

Рассмотрим размерную цепь для размера $A_{2.4}$ (рис. 31).

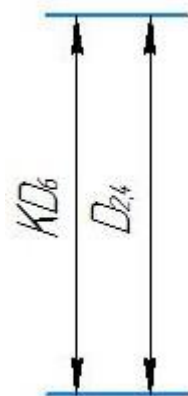


Рис. 31. Размерная цепь № 14

$$D_{2.4} = KD_6 = 100_{-0.1} \text{ мм};$$

Рассмотрим размерную цепь для размера $A_{3.1-3.4}$ (рис. 32).

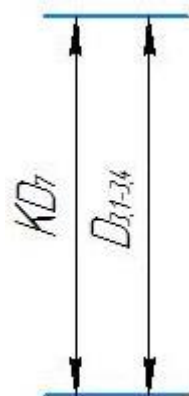


Рис. 32. Размерная цепь № 15

$$D_{3.1-3.4} = KD_7 = 11^{+0.43} \text{ мм};$$

Рассмотрим размерную цепь для размера $A_{3.5-3.8}$ (рис. 33).

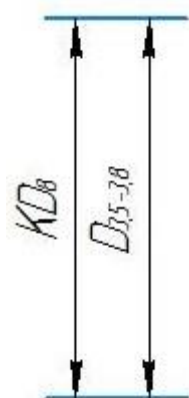


Рис. 33. Размерная цепь № 16

$$D_{3.5-3.8} = KD_8 = 6,5^{+0.36} \text{ мм};$$

По ГОСТ 2590-2006 $D_{0,1} = 105_{-1,7}^{+0,6}$

8. Выбор оборудования и технологической оснастки

Выбор средств технологического оснащения в большинстве случаев зависит от размеров заготовки и точности ее обработки. Также следует выбирать станки с наименьшей стоимостью и наиболее универсальное. Выбор следует начинать со стандартного оснащения. В тех случаях, когда

стандартного оснащения не достаточно, делается выбор, проектирование и изготовление специального оснащения.

Ленточно-отрезная операция:

Выбираем абразивно-отрезной станок 8230

Таблица 6 - Технические характеристики 8230:

Наибольший диаметр обрабатываемой заготовки	120мм
Пределы скоростей вращения шпинделя	5100 об/мин
Мощность станка	7,5 кВт
Габариты станка	1370×1160×1980

В качестве технологической оснастки выбираем тиски

Токарная операция с ЧПУ:

Выбираем токарно-винторезный с ЧПУ 16К20Ф1

Таблица 7 - Технические характеристики 16К20Ф1:

Наибольший диаметр обрабатываемой заготовки	400 мм
Пределы скоростей вращения шпинделя	1600 об/мин
Мощность станка	11 кВт
Габариты станка	2795×1190×1500

В качестве оснастки выбираем патрон самоцентрирующий спиральный

Сверлильная операция:

Выбираем настольный сверлильный станок с вариатором 2А112.

Таблица 8 - Технические характеристики 2А112:

Наибольший диаметр сверления	12 мм
Ширина рабочей поверхности стола	250 мм

Пределы скоростей вращения шпинделя	4500 об/мин
Мощность станка	0,55 кВт
Габариты станка	700×300×800

В качестве оснастки выбираем специальное приспособление.

9. Расчет и назначение режимов обработки

При назначении режимов резания следует учитывать несколько факторов: вид обработки, тип и размеры инструмента, материал его режущей части, материал заготовки, тип и состояние станка.

Элементы режима резания обычно устанавливают в порядке, указанном ниже:

1. глубина резания;
2. подача;
3. скорость резания.

Далее рассчитываются:

1. число оборотов;
2. фактическая скорость резания;
3. главная составляющая силы резания;
4. мощность резания;
5. мощность главного привода движения;
6. проверка по мощности.

Обрабатываемый материал 40X13, $\varnothing 105_{-1,7}^{+0,6}$ мм:

Заготовительная.

Отрезать заготовку в размер А0.1:

Материал режущего инструмента М42

1. Глубина резания $t=1,5$ мм; ширина резания $B=3$ мм.
2. Подача на зуб: $S_z=0,15$ мм/зуб [4, стр. 283, табл. 34].
3. Скорость резания:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z^p} \cdot K_v$$

$C_v = 46,7; q = 0,45; x = 0,5; y = 0,5; u = 0,1; p = 0,1; m = 0,33$ [4, стр. 287, табл. 39].

Стойкость ленточного полотна: $T = 10$ мин.

Поправочный коэффициент на скорость резания, учитывающий фактические условия резания:

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

K_{mv} – коэффициент на обрабатываемый материал по таблице 3 [4, стр. 262].

$$K_{mv} = 1,3$$

K_{pv} – коэффициент на инструментальный материал [4, стр. 263, табл. 6].

K_{iv} – коэффициент учитывающий глубину фрезерования [4, стр. 280, табл. 31].

$$V = \frac{46,7 \cdot 105^{0,45}}{10^{0,33} \cdot 1,5^{0,5} \cdot 0,15^{0,5} \cdot 3^{0,1} \cdot 1500^{0,1}} \cdot 1,3 = 209,6 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

4. Частота вращения шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 209,6}{3,14 \cdot 105} = 635,73 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

5. Сила резания:

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{mp}$$

$C_p = 82; x = 0,75; y = 0,6; u = 1; q = 0,86, w = 0$ [4, стр. 291, табл. 41].

$$K_{mp} = \left(\frac{600}{750}\right)^{0,75} = 0,85$$

$$P_z = \frac{10 \cdot 82 \cdot 1,5^{0,75} \cdot 0,15^{0,6} \cdot 3^1 \cdot 1500}{105^{0,86} \cdot 635,73^0} \cdot 0,85 = 39,02 \text{ Н}$$

6. Мощность резания:

$$N = \frac{39,02 \cdot 209,6}{1020 \cdot 60} = 0,13 \text{ кВт}$$

7. Мощность электродвигателя станка 7,5 кВт, она достаточна для выполнения операции.

Токарная с ЧПУ:

Подрезка торца А1.1:

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [3, с. 116] – Т30К4.

1. Глубина резания $t = Z_{1.1cp} = 2,52 \text{ мм}$.

2. Подачу S назначаем по таблице 11 [3, с.266]. Для данной глубины резания: $s = 0,8 \text{ мм/об}$.

3. Скорость резания определяется по формуле:

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v,$$

где C_v, m, x, y – коэффициенты;

K_v – общий поправочный коэффициент.

Период стойкости инструмента принимаем: $T = 50 \text{ мин}$.

Значения коэффициентов: $C_v = 350; m = 0,2; x = 0,15; y = 0,2$ – определены по таблице 17

Общий поправочный коэффициент определяется по формуле:

$$K_V = K_{MV} K_{PV} K_{IV};$$

где K_{MV} – коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала;

K_{PV} – коэффициент, учитывающий состояние поверхности заготовки;

K_{IV} – коэффициент, учитывающий материал инструмента.

$K_{MV} = 1,3$ – по таблице 3 [3, с.262].

$K_{PV} = 0,8$ – по таблице 5 [3, с.263].

$K_{IV} = 1,4$ – по таблице 6 [3, с.263].

$$K_V = 1,3 \cdot 0,8 \cdot 1,4 = 1,456$$

$$V = \frac{C_V}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_V = \frac{350}{50^{0,2} \cdot 2,52^{0,15} \cdot 0,8^{0,2}} \cdot 1,456 = 212,13 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 212,13}{3,14 \cdot 105} = 643,4 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Принимаем фактическое число оборотов, с учетом типа станка, типа обработки и обрабатывающего инструментального материала:

$$n = 400 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

5. Фактическая скорость резания:

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 105 \cdot 400}{1000} = 131,9 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

6. Определяем главную составляющую силы резания по формуле:

$$P_z = 10 \cdot C_P \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_P$$

Значения коэффициентов: $C_P = 300$; $n = - 0,15$; $x = 1,0$; $y = 0,75$ – определены по таблице 22 [3, с.273].

Глубина резания в формуле: $t = Z_{1,1_{max}} = 4,12$ мм.

Коэффициент K_P :

$$K_P = K_{MP} \cdot K_{\varphi P} \cdot K_{\gamma P} \cdot K_{\lambda P} \cdot K_{rP}$$

Коэффициенты, входящие в формулу, учитывают фактические условия резания. По таблицам 9, 23 [3, с.264]:

$$K_{MP} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{850}{750} \right)^{0,75} = 1,1.$$

$$K_{MP} = 1,1; K_{\varphi P} = 0,89; K_{\gamma P} = 1,0; K_{\lambda P} = 1,0; K_{rP} = 1,0.$$

$$K_P = K_{MP} \cdot K_{\varphi P} \cdot K_{\gamma P} \cdot K_{\lambda P} \cdot K_{rP} = 1,1 \cdot 0,89 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,979$$

Главная составляющая силы резания, формула:

$$\begin{aligned} P_z &= 10 \cdot C_P \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_P = \\ &= 10 \cdot 300 \cdot 4,12^1 \cdot 0,8^{0,75} \cdot 131,9^{(-0,15)} \cdot 0,979 = 4921,32 \text{ Н} \end{aligned}$$

7. Мощность резания:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{4921,32 \cdot 131,9}{1020 \cdot 60} = 10,6 \text{ кВт.}$$

8. Мощность электродвигателя станка 11 кВт, она достаточна для выполнения операции.

Сверлить отверстие D1.2:

Сверло $D = 25$ мм;

Материал сверла – быстрорежущая сталь P6M5.

1. Глубина резания $t = 0,5 \cdot D = 0,5 \cdot 25 = 12,5$ мм.
2. Подача по таблице 25 [3, с. 277]: $S=0,32$ мм/об.
3. Скорость резания определяется по формуле:

$$V = \frac{C_V \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} \cdot K_V$$

Период стойкости инструмента принимаем по таблице 30 [3, с. 279]: $T = 50$ мин.

Значения коэффициентов: $C_V = 9,8$; $q = 0,4$; $m = 0,2$; $y = 0,5$ – определены по таблице 28 [3, с. 278].

Коэффициент K_V :

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{IV} \cdot K_{IIV},$$

где K_{IV} - коэффициент, учитывающий глубину сверления.

$K_{MV} = 1,3$ – по таблице 3 [3, с.262].

По таблице 6 [3, с. 263] $K_{IIV} = 1,0$; По табл. 31 [3, с. 280]: $K_{IV} = 1,0$.

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{IV} \cdot K_{IIV} = 1,3 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 1,3$$

Скорость резания, формула:

$$V = \frac{C_V \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} \cdot K_V = \frac{9,8 \cdot 25^{0,4}}{50^{0,2} \cdot 0,32^{0,5}} \cdot 1,3 = 37,3 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 37,3}{3,14 \cdot 25} = 475,16 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Принимаем фактическое число оборотов, с учетом типа станка:

$n_{\text{ст}} = 400$ об/мин.

5. Фактическая скорость резания:

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 25 \cdot 400}{1000} = 31,4 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

6. Определяем крутящий момент по формуле:

$$M_{\text{кр}} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p$$

Значения коэффициентов: $C_M = 0,0345$; $q = 2,0$; $y = 0,8$ – определены по таблице 32 [3, с. 281]. Коэффициент $K_p = K_{MP} = 1,1$

Максимальный крутящий момент, формула:

$$\begin{aligned} M_{\text{кр}} &= 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p = \\ &= 10 \cdot 0,0345 \cdot 25^2 \cdot 0,14^{0,8} \cdot 1,1 = 49,2 \text{ Н} \cdot \text{м}. \end{aligned}$$

7. Определяем осевую силу по формуле:

$$P_o = 10 \cdot C_p \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p$$

Значения коэффициентов: $C_p = 68$; $q = 1,0$; $y = 0,7$ – определены по таблице 32 [3, с. 281].

Максимальная осевая сила по формуле:

$$\begin{aligned} P_o &= 10 \cdot C_p \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p = \\ &= 10 \cdot 68 \cdot 25^{1,0} \cdot 0,14^{0,7} \cdot 1,1 = 4722,1 \text{ Н}. \end{aligned}$$

8. Мощность резания:

$$N' = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750} = \frac{49,2 \cdot 400}{9750} = 2,02 \text{ кВт.}$$

9. Мощность электродвигателя станка 11 кВт, она достаточна для выполнения операции.

Рассверлить отверстие D1.3 мм:

Сверло $D = 38$ мм;

Материал зенкера – быстрорежущая сталь P6M5.

1. Глубина резания $t = 0,5 \cdot (D_2 - D_1) = 0,5 \cdot (38 - 25) = 6,5$ мм.

2. Подача по таблице 25 [3, с. 277]: $S=0,11$ мм/об.

3. Скорость резания определяется по формуле:

$$V = \frac{C_V \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_V$$

Период стойкости инструмента принимаем по таблице 30 [3, с. 279]: $T = 70$ мин.

Значения коэффициентов: $C_V = 16,2$; $q = 0,4$; $m = 0,2$; $y = 0,5$; $x = 0,2$ – определены по таблице 29 [3, с. 278].

Коэффициент K_V :

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{IV} \cdot K_{IIV},$$

где K_{IV} - коэффициент, учитывающий глубину сверления.

$K_{MV} = 1,3$ – по таблице 3 [3, с.262].

По таблице 6 [3, с. 263] $K_{IIV} = 1,0$; По табл. 31 [3, с. 280]: $K_{IV} = 1,0$.

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{IV} \cdot K_{IIV} = 1,3 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 1,3$$

Скорость резания, формула:

$$V = \frac{C_V \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_V = \frac{16,2 \cdot 38^{0,4}}{70^{0,2} \cdot 6,5^{0,2} \cdot 0,11^{0,5}} \cdot 1,3 = 79,9 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 79,9}{3,14 \cdot 38} = 669,63 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Принимаем фактическое число оборотов, с учетом типа станка:

$n_{ст} = 600$ об/мин.

5. Фактическая скорость резания:

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 38 \cdot 600}{1000} = 71,6 \frac{м}{мин},$$

6. Определяем крутящий момент по формуле:

$$M_{кр} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot t^x \cdot S^y \cdot K_p$$

Значения коэффициентов: $C_M = 0,09$; $q = 1,0$; $y = 0,8$; $x = 0,9$ – определены по таблице 32 [3, с. 281]. Коэффициент $K_p = K_{MP} = 1,1$

Максимальный крутящий момент, формула (18):

$$\begin{aligned} M_{кр} &= 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot t^x \cdot S^y \cdot K_p = \\ &= 10 \cdot 0,09 \cdot 38^1 \cdot 6,5^{0,9} \cdot 0,11^{0,8} \cdot 1,1 = 34,69 \text{ Н} \cdot \text{м}. \end{aligned}$$

Определяем осевую силу по формуле:

$$P_o = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot K_p$$

Значения коэффициентов: $C_p = 67$; $x = 1,2$; $y = 0,65$ – определены по таблице 32 [3, с. 281].

Максимальная осевая сила по формуле:

$$\begin{aligned} P_o &= 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot K_p = \\ &= 10 \cdot 67 \cdot 6,5^{1,2} \cdot 0,11^{0,65} \cdot 1,1 = 1659,08 \text{ Н}. \end{aligned}$$

7. Мощность резания:

$$N' = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750} = \frac{34,69 \cdot 600}{9750} = 2,13 \text{ кВт}.$$

8. Мощность электродвигателя станка 11 кВт, она достаточна для выполнения операции.

Точение размеров А1.4 и D1.4:

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [3, с. 116] – Т30К4.

1. Глубина резания: $t_{\varnothing_{ср}} = 1,0$ мм, $t_{ос_{ср}} = 1,0$ мм
2. Подача: $s = 0,35$ мм/об.
3. Скорость резания определяется по формуле:

$$V_{\emptyset} = \frac{C_V}{T^m \cdot t_{\emptyset}^x \cdot S^y} \cdot K_V = \frac{350}{50^{0,2} \cdot 1^{0,15} \cdot 0,35^{0,2}} \cdot 1,456 = 287,5 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

$$V_{\text{ос}} = \frac{C_V}{T^m \cdot t_{\text{ос}}^x \cdot S^y} \cdot K_V = \frac{350}{50^{0,2} \cdot 1^{0,15} \cdot 0,35^{0,2}} \cdot 1,456 = 287,5 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n_{\emptyset} = \frac{1000 \cdot V_{\emptyset}}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 287,5}{3,14 \cdot 40} = 2289,01 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

$$n_{\text{ос}} = \frac{1000 \cdot V_{\text{ос}}}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 287,5}{3,14 \cdot 40} = 2289,01 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Принимаем фактическое число оборотов, с учетом типа станка, типа обработки и обрабатываемого инструментального материала:

$$n = 2000 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

5. Фактическая скорость резания:

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 40 \cdot 2000}{1000} = 251,2 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

Точить канавку D1.5 на ширину A1.5.2:

Материал режущего инструмента – Т30К4.

1. Глубина: $t = 4,0$ мм.

2. Подача: $s = 0,35$ мм/об.

3. Скорость резания определяется по формуле:

$$V = \frac{C_V}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_V = \frac{350}{50^{0,2} \cdot 4,0^{0,15} \cdot 0,35^{0,45}} \cdot 1,456 = 241,3 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 241,3}{3,14 \cdot 42} = 1829,7 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Принимаем фактическое число оборотов, с учетом типа станка, типа обработки и обрабатываемого инструментального материала:

$$n = 1500 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

5. Фактическая скорость резания:

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 42 \cdot 1500}{1000} = 197,82 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

Точить выдерживая размеры D1.6 и O1.6:

Материал режущего инструмента – Т30К4.

1. Глубина: $t = 3$ мм.
2. Подача: $s = 1,3$ мм/об.
3. Количество рабочих ходов:

$$i = \frac{2 \cdot Z_{max}}{2 \cdot t_{max}}$$

$$i = \frac{2 \cdot 21}{2 \cdot 3} = 7$$

4. Скорость резания определяется по формуле (10):

$$V = \frac{C_V}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_V = \frac{350}{50^{0,2} \cdot 3^{0,15} \cdot 1,3^{0,45}} \cdot 1,456 = 175,63 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

5. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 175,63}{3,14 \cdot 50} = 1115,11 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Принимаем фактическое число оборотов, с учетом типа станка, типа обработки и обрабатываемого инструментального материала:

$$n = 950 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

6. Фактическая скорость резания:

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 50 \cdot 950}{1000} = 149,15 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

Подрезка торца A2.1:

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [3, с. 116] – Т30К4.

1. Глубина резания $t = Z_{2.1cp} = 1,133$ мм.

2. Подачу S назначаем по таблице 11 [3, с.266]. Для данной глубины резания: $s = 0,8$ мм/об.

3. Скорость резания определяется по формуле:

$$V = \frac{C_V}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_V,$$

где C_V, m, x, y – коэффициенты;

K_V – общий поправочный коэффициент.

Период стойкости инструмента принимаем: $T = 90$ мин.

Значения коэффициентов: $C_V = 350$; $m = 0,2$; $x = 0,15$; $y = 0,2$ – определены по таблице 17

Общий поправочный коэффициент определяется по формуле:

$$K_V = K_{MV} K_{PV} K_{IV};$$

где K_{MV} – коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала;

K_{PV} – коэффициент, учитывающий состояние поверхности заготовки;

K_{IV} – коэффициент, учитывающий материал инструмента.

$K_{MV} = 1,3$ – по таблице 3 [3, с.262].

$K_{PV} = 0,8$ – по таблице 5 [3, с.263].

$K_{IV} = 1,4$ – по таблице 6 [3, с.263].

$$K_V = 1,3 \cdot 0,8 \cdot 1,4 = 1,456$$

$$V = \frac{C_V}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_V = \frac{350}{90^{0,2} \cdot 1,133^{0,15} \cdot 0,8^{0,2}} \cdot 1,456 = 212,6 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 212,6}{3,14 \cdot 105} = 644,8 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Принимаем фактическое число оборотов, с учетом типа станка, типа обработки и обрабатываемого инструментального материала:

$$n = 400 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

5. Фактическая скорость резания:

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 105 \cdot 400}{1000} = 131,9 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

6. Определяем главную составляющую силы резания по формуле:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p$$

Значения коэффициентов: $C_p = 300$; $n = -0,15$; $x = 1,0$; $y = 0,75$ – определены по таблице 22 [3, с.273].

Глубина резания в формуле: $t = Z_{1,1max} = 1,396$ мм.

Коэффициент K_p :

$$K_p = K_{MP} \cdot K_{\varphi P} \cdot K_{\gamma P} \cdot K_{\lambda P} \cdot K_{rP}$$

Коэффициенты, входящие в формулу, учитывают фактические условия резания. По таблицам 9, 23 [3, с.264]:

$$K_{MP} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{850}{750}\right)^{0,75} = 1,1.$$

$K_{MP} = 1,1$; $K_{\varphi P} = 0,89$; $K_{\gamma P} = 1,0$; $K_{\lambda P} = 1,0$; $K_{rP} = 1,0$.

$$K_p = K_{MP} \cdot K_{\varphi P} \cdot K_{\gamma P} \cdot K_{\lambda P} \cdot K_{rP} = 1,1 \cdot 0,89 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,979$$

Главная составляющая силы резания, формула (13):

$$\begin{aligned} P_z &= 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p = \\ &= 10 \cdot 300 \cdot 1,396^1 \cdot 0,8^{0,75} \cdot 131,9^{(-0,15)} \cdot 0,979 = 1667,5 \text{ Н} \end{aligned}$$

7. Мощность резания:

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{1667,5 \cdot 131,9}{1020 \cdot 60} = 3,6 \text{ кВт.}$$

8. Мощность электродвигателя станка 11 кВт, она достаточна для выполнения операции.

Точение размеров A2.2 и D2.2:

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [3, с. 116] – Т30К4.

1. Глубина резания: $t_{2.2 \varnothing} = 14,5$ мм, $t_{2.2 oc} = 2,7$ мм

2. Подача: $s = 0,8$ мм/об.

3. Скорость резания определяется по формуле:

$$V_{\emptyset} = \frac{C_V}{T^m \cdot t_{\emptyset}^x \cdot S^y} \cdot K_V = \frac{350}{50^{0,2} \cdot 14,5^{0,15} \cdot 0,8^{0,2}} \cdot 1,456 = 163,16 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

$$V_{\text{ос}} = \frac{C_V}{T^m \cdot t_{\text{ос}}^x \cdot S^y} \cdot K_V = \frac{350}{50^{0,2} \cdot 2,7^{0,15} \cdot 0,8^{0,2}} \cdot 1,456 = 209,95 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n_{\emptyset} = \frac{1000 \cdot V_{\emptyset}}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 163,16}{3,14 \cdot 73} = 711,8 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

$$n_{\text{ос}} = \frac{1000 \cdot V_{\text{ос}}}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 209,95}{3,14 \cdot 73} = 915,9 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Принимаем фактическое число оборотов, с учетом типа станка, типа обработки и обрабатываемого инструментального материала:

$$n = 650 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

5. Фактическая скорость резания:

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 73 \cdot 650}{1000} = 148,99 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

Точение размеров А2.3 и D2.3:

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [3, с. 116] – Т30К4.

1. Глубина резания: $t_{2.3 \emptyset_{\text{ср}}} = 0,54$ мм, $t_{2.3 \text{ос}_{\text{ср}}} = 0,28$ мм

2. Подача: $s = 0,35$ мм/об.

3. Скорость резания определяется по формуле:

$$V_{\emptyset} = \frac{C_V}{T^m \cdot t_{\emptyset}^x \cdot S^y} \cdot K_V = \frac{350}{50^{0,2} \cdot 0,54^{0,15} \cdot 0,35^{0,2}} \cdot 1,456 = 315,3 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

$$V_{\text{ос}} = \frac{C_V}{T^m \cdot t_{\text{ос}}^x \cdot S^y} \cdot K_V = \frac{350}{50^{0,2} \cdot 0,28^{0,15} \cdot 0,35^{0,2}} \cdot 1,456 = 347,98 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n_{\emptyset} = \frac{1000 \cdot V_{\emptyset}}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 315,3}{3,14 \cdot 72} = 1394,64 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

$$n_{\text{ос}} = \frac{1000 \cdot V_{\text{ос}}}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 347,98}{3,14 \cdot 72} = 1539,19 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Принимаем фактическое число оборотов, с учетом типа станка, типа обработки и обрабатываемого инструментального материала:

$$n = 1000 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

5. Фактическая скорость резания:

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 72 \cdot 1000}{1000} = 226,08 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

Точить диаметр D2.4:

Материал режущего инструмента – Т30К4.

1. Глубина: $t = 2,5$ мм.

2. Подача: $s = 0,8$ мм/об.

3. Скорость резания определяется по формуле (10):

$$V = \frac{C_V}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_V = \frac{350}{50^{0,2} \cdot 2,5^{0,15} \cdot 0,8^{0,45}} \cdot 1,456 = 224,57 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 224,57}{3,14 \cdot 100} = 715,19 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Принимаем фактическое число оборотов, с учетом типа станка, типа обработки и обрабатываемого инструментального материала:

$$n = 650 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

5. Фактическая скорость резания:

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 100 \cdot 650}{1000} = 204,1 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

Точить фаску A2.5:

Материал режущего инструмента – Т30К4.

1. Глубина: $t = 0,5$ мм.

2. Подача: $s = 0,25$ мм/об.

3. Скорость резания определяется по формуле:

$$V = \frac{C_V}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_V = \frac{350}{50^{0,2} \cdot 0,5^{0,15} \cdot 0,25^{0,45}} \cdot 1,456 = 482,52 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 482,52}{3,14 \cdot 72} = 2134,3 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Принимаем фактическое число оборотов, с учетом типа станка, типа обработки и обрабатываемого инструментального материала:

$$n = 1500 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

5. Фактическая скорость резания:

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 72 \cdot 1500}{1000} = 339,12 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

Сверление четырех отверстий Дз.1 – Дз.4 Ø6, 5 мм:

Сверло $D = 6,5\text{мм}$;

Материал сверла – быстрорежущая сталь Р6М5.

1. Глубина резания $t = 0,5 \cdot D = 0,5 \cdot 6,5 = 3,25\text{ мм}$.

2. Подача по таблице 25 [3, с. 277]: $S=0,11\text{ мм/об}$.

3. Скорость резания определяется по формуле:

$$V = \frac{C_V \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} \cdot K_V$$

Период стойкости инструмента принимаем по таблице 30 [3, с. 279]: $T = 25\text{мин}$.

Значения коэффициентов: $C_V = 7,0$; $q = 0,4$; $m = 0,2$; $y = 0,7$ – определены по таблице 28 [3, с. 278].

Коэффициент K_V :

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{IV} \cdot K_{IIV},$$

где K_{IV} - коэффициент, учитывающий глубину сверления.

$K_{MV} = 1,3$ – по таблице 3 [3, с.262].

По таблице 6 [3, с. 263] $K_{IIV} = 1,0$; По табл. 31 [3, с. 280]: $K_{IV} = 0,85$.

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{IV} \cdot K_{IIV} = 1,3 \cdot 0,85 \cdot 1,0 = 1,1$$

Скорость резания, формула:

$$V = \frac{C_V \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} \cdot K_V = \frac{7 \cdot 6,5^{0,4}}{25^{0,2} \cdot 0,11^{0,7}} \cdot 1,1 = 40,1 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 40,1}{3,14 \cdot 6,5} = 1964,7 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Принимаем фактическое число оборотов, с учетом типа станка:

$$n_{\text{ст}} = 1500 \text{ об/мин.}$$

5. Фактическая скорость резания:

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 6,5 \cdot 1500}{1000} = 30,6 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

6. Определяем крутящий момент по формуле:

$$M_{\text{кр}} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p$$

Значения коэффициентов: $C_M = 0,0345$; $q = 2,0$; $y = 0,8$ – определены по таблице 32 [3, с. 281]. Коэффициент $K_p = K_{MP} = 1,1$

Максимальный крутящий момент, формула (18):

$$\begin{aligned} M_{\text{кр}} &= 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p = \\ &= 10 \cdot 0,0345 \cdot 6,5^2 \cdot 0,14^{0,8} \cdot 1,1 = 3,33 \text{ Н} \cdot \text{м.} \end{aligned}$$

7. Определяем осевую силу по формуле:

$$P_o = 10 \cdot C_p \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p$$

Значения коэффициентов: $C_p = 68$; $q = 1,0$; $y = 0,7$ – определены по таблице 32 [3, с. 281].

Максимальная осевая сила по формуле:

$$\begin{aligned} P_o &= 10 \cdot C_p \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p = \\ &= 10 \cdot 68 \cdot 6,5^{1,0} \cdot 0,14^{0,7} \cdot 1,1 = 1227,7 \text{ Н.} \end{aligned}$$

8. Мощность резания:

$$N' = \frac{M_{\text{кр}} \cdot n}{9750} = \frac{3,33 \cdot 1500}{9750} = 0,51 \text{ кВт.}$$

9. Мощность электродвигателя станка 0,55 кВт, она достаточна для выполнения операции.

Зенкерование четырех отверстий D3.5 – D3.8 Ø11 мм:

Зенкер $D = 11$ мм;

Материал зенкера – быстрорежущая сталь P6M5.

1. Глубина резания $t = 0,5 \cdot (D_2 - D_1) = 0,5 \cdot (11 - 6,5) = 2,25$ мм.
2. Подача по таблице 26 [3, с. 277]: $S=0,6$ мм/об.
3. Скорость резания определяется по формуле:

$$V = \frac{C_V \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_V$$

Период стойкости инструмента принимаем по таблице 30 [3, с. 279]: $T = 30$ мин.

Значения коэффициентов: $C_V = 16,3$; $q = 0,3$; $m = 0,3$; $y = 0,5$; $x = 0,2$ – определены по таблице 29 [3, с. 278].

Коэффициент K_V :

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{IV} \cdot K_{IIV},$$

где K_{IV} - коэффициент, учитывающий глубину сверления.

$K_{MV} = 1,3$ – по таблице 3 [3, с.262].

По таблице 6 [3, с. 263] $K_{IIV} = 1,0$; По табл. 31 [3, с. 280]: $K_{IV} = 1,0$.

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{IV} \cdot K_{IIV} = 1,3 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 1,3$$

Скорость резания, формула:

$$V = \frac{C_V \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_V = \frac{16,3 \cdot 11^{0,3}}{30^{0,3} \cdot 2,25^{0,2} \cdot 0,6^{0,5}} \cdot 1,3 = 14,29 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

4. Расчётное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 14,29}{3,14 \cdot 11} = 413,7 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

Принимаем фактическое число оборотов, с учетом типа станка:

$n_{\text{ст}} = 320$ об/мин.

5. Фактическая скорость резания:

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 11 \cdot 320}{1000} = 11,1 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

6. Определяем крутящий момент по формуле:

$$M_{кр} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot t^x \cdot S^y \cdot K_p$$

Значения коэффициентов: $C_M = 0,09$; $q = 1,0$; $y = 0,8$; $x = 0,9$ – определены по таблице 32 [3, с. 281]. Коэффициент $K_p = K_{MP} = 1,1$

Максимальный крутящий момент, формула:

$$M_{кр} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot t^x \cdot S^y \cdot K_p = \\ = 10 \cdot 0,09 \cdot 11^1 \cdot 2,25^{0,9} \cdot 0,6^{0,8} \cdot 1,1 = 15,02 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Определяем осевую силу по формуле:

$$P_o = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot K_p$$

Значения коэффициентов: $C_p = 67$; $x = 1,2$; $y = 0,65$ – определены по таблице 32 [3, с. 281].

Максимальная осевая сила по формуле (19):

$$P_o = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot K_p = \\ = 10 \cdot 67 \cdot 2,25^{1,2} \cdot 0,6^{0,65} \cdot 1,1 = 1399,2 \text{ Н}.$$

7. Мощность резания:

$$N' = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750} = \frac{15,2 \cdot 320}{9750} = 0,49 \text{ кВт}.$$

8. Мощность электродвигателя станка 0,55 кВт, она достаточна для выполнения операции.

10. Расчет основного времени

Основное время для токарных операций определяем по формуле [4, стр. 603]:

$$T_o = \frac{L \cdot i}{n \cdot S},$$

Где L – расчётная длина обработки, мм;

i – число рабочих ходов;

n – частота вращения шпинделя, об/мин;

S – подача, мм/об (мм/мин).

Расчётная длина обработки:

$$L = l + l_B + l_{cx} + l_{пд}$$

Где l – размер детали на данном переходе, мм;

l_B – величина врезания инструмента, мм;

l_{cx} – величина схода инструмента, мм;

$l_{пд}$ – величина подвода инструмента, мм.

Принимаем: $l_{cx} = l_{пд} = 1$ мм.

Величина врезания инструмента:

$$l_B = \frac{t}{tg\varphi},$$

Где t – глубина резания, мм;

φ – угол в плане.

Тогда окончательная формула для определения основного времени:

$$T_o = \frac{(l + \frac{t}{tg\varphi} + l_{cx} + l_{пд}) \cdot i}{n \cdot S}$$

Основное время для первой токарной операции:

Переход 1- подрезка торца:

$$T_o = \frac{(l + \frac{t}{tg\varphi} + l_{cx} + l_{пд}) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(52,5 + \frac{2,52}{tg 100^\circ} + 1 + 1) \cdot 1}{400 \cdot 0,8} = 0,17 \text{ мин.}$$

Переход 2 – сверление отверстия:

$$T_o = \frac{(l + \frac{d}{2} \cdot ctg\varphi + l_{cx} + l_{пд}) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(20 + \frac{25}{2} \cdot ctg 59^\circ + 1) \cdot 1}{400 \cdot 0,32} = 0,22 \text{ мин.}$$

Переход 3 – рассверлить отверстие:

$$T_o = \frac{(l + \frac{d}{2} \cdot ctg\varphi + l_{cx} + l_{пд}) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(33 + \frac{38}{2} \cdot ctg 59^\circ + 1) \cdot 1}{600 \cdot 0,11} = 0,68 \text{ мин.}$$

Переход 4 – точить внутренний диаметр:

$$T_o = \frac{(l + \frac{t}{tg\varphi} + l_{cx} + l_{пд}) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{(34 + \frac{1}{tg 100^\circ} + 1 + 1) \cdot 1}{2000 \cdot 0,35} = 0,05 \text{ мин.}$$

Переход 5 - точить канавку:

$$T_o = \frac{\left(l + \frac{t}{\operatorname{tg}\varphi} + l_{\text{cx}} + l_{\text{пд}}\right) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{\left(0,5 + \frac{4}{\operatorname{tg} 100^\circ} + 1 + 1\right) \cdot 1}{1500 \cdot 0,35} = 0,02 \text{ мин.}$$

Переход 6 - точить наружный диаметр и угол 40° :

$$T_o = \frac{\left(l + \frac{t}{\operatorname{tg}\varphi} + l_{\text{cx}} + l_{\text{пд}}\right) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{\left(21 + \frac{3}{\operatorname{tg} 40^\circ} + 1 + 1\right) \cdot 7}{950 \cdot 1,3} = 0,15 \text{ мин.}$$

Основное время для второй токарной операции:

Переход 1 – подрезка торца:

$$T_o = \frac{\left(l + \frac{t}{\operatorname{tg}\varphi} + l_{\text{cx}} + l_{\text{пд}}\right) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{\left(52,5 + \frac{1,133}{\operatorname{tg} 100^\circ} + 1 + 1\right) \cdot 1}{400 \cdot 0,8} = 0,17 \text{ мин.}$$

Переход 2 - точить наружный диаметр:

$$T_o = \frac{\left(l + \frac{t}{\operatorname{tg}\varphi} + l_{\text{cx}} + l_{\text{пд}}\right) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{\left(14,5 + \frac{2,7}{\operatorname{tg} 100^\circ} + 1 + 1\right) \cdot 1}{650 \cdot 0,8} = 0,03 \text{ мин.}$$

Переход 3 – точить наружный диаметр:

$$T_o = \frac{\left(l + \frac{t}{\operatorname{tg}\varphi} + l_{\text{cx}} + l_{\text{пд}}\right) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{\left(14,5 + \frac{0,28}{\operatorname{tg} 100^\circ} + 1 + 1\right) \cdot 1}{1000 \cdot 0,35} = 0,04 \text{ мин.}$$

Переход 4 – точить наружный диаметр:

$$T_o = \frac{\left(l + \frac{t}{\operatorname{tg}\varphi} + l_{\text{cx}} + l_{\text{пд}}\right) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{\left(20 + \frac{2,5}{\operatorname{tg} 100^\circ} + 1 + 1\right) \cdot 1}{650 \cdot 0,8} = 0,04 \text{ мин.}$$

Переход 5 - точить фаску:

$$T_o = \frac{\left(l + \frac{t}{\operatorname{tg}\varphi} + l_{\text{cx}} + l_{\text{пд}}\right) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{\left(0,5 + \frac{0,5}{\operatorname{tg} 45^\circ} + 1 + 1\right) \cdot 1}{1500 \cdot 0,25} = 0,02 \text{ мин.}$$

Основное время для вертикально-сверлильной операции:

При сверлении на проход длину врезания определяют по формуле:

$$l_{\text{в}} = \frac{d}{2} \cdot \operatorname{ctg}\varphi$$

$$T_{o1} = \frac{\left(l + \frac{d_1}{2} \cdot ctg\varphi + l_{cx} + l_{нд}\right) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{\left(30,5 + \frac{6,5}{2} \cdot ctg59^\circ + 1 + 1\right) \cdot 4}{1500 \cdot 0,11}$$

$$= 0,83 \text{ мин};$$

$$T_{o2} = \frac{\left(l + \frac{d_2}{2} \cdot ctg\varphi + l_{cx} + l_{нд}\right) \cdot i}{n \cdot S} = \frac{\left(25 + \frac{11}{2} \cdot ctg59^\circ + 1\right) \cdot 4}{320 \cdot 0,6} = 0,61 \text{ мин};$$

$$T_o = T_{o1} + T_{o2} = 0,83 + 0,61 = 1,44 \text{ мин.}$$

II. Конструкторская часть

1. Анализ исходных данных и разработка технического задания на проектирование станочного приспособления.

Техническое задание на проектирование специальных средств технологического оснащения разрабатывается в соответствии с ГОСТ 15.001-73 [9, с. 175].

Техническое задание на проектирование специального приспособления приведено в таблице 9.

Таблица 9 – Техническое задание

Раздел	Содержание раздела
Наименование и область применения	Приспособление для сверления отверстий на наклонной поверхности детали «Поршень» на настольном сверлильном станке с вариатором Модель 2А112.
Основание для разработки	Операционная карта технологического процесса механической обработки детали «Поршень».
Цель и назначение разработки	Проектируемое приспособление должно обеспечивать надежное закрепление заготовки «Поршень» и направление режущего инструмента с целью получения отверстий необходимой точности.
Технические (тактико-технические) требования	<u>Тип производства</u> – среднесерийный <u>Программа выпуска</u> - 5000 шт. в год. Установочные и присоединительные размеры приспособления должны соответствовать настольному сверлильному станку с вариатором Модель 2А112. <u>Входные данные</u> о заготовке, поступающей на сверлильную операцию: высота заготовки 44 _{-0,62} мм; диаметр 100 _{-0,1} мм; R _a = 5,0 мкм.
Документация, подлежащая разработке	Пояснительная записка (раздел - конструкторская часть), чертеж общего вида для технического проекта специального приспособления, спецификация, принципиальная схема сборки специального

	приспособления.
--	-----------------

2. Разработка принципиальной расчетной схемы и компоновка приспособления.

На основе технических решений и исходных данных технического задания проектируется приспособление. Целью этого раздела является создание работоспособной, экономичной в изготовлении и отвечающую всем требованиям конструкцию приспособления.

Перед разработкой принципиальной схемы и перед компоновкой приспособления, необходимо определить относительно каких поверхностей заготовки будет происходить ее фиксация во время обработки на станке. Изобразим принципиальную схему зажима заготовки в приспособлении с указанием мест приложения силы зажима (рис. 34).

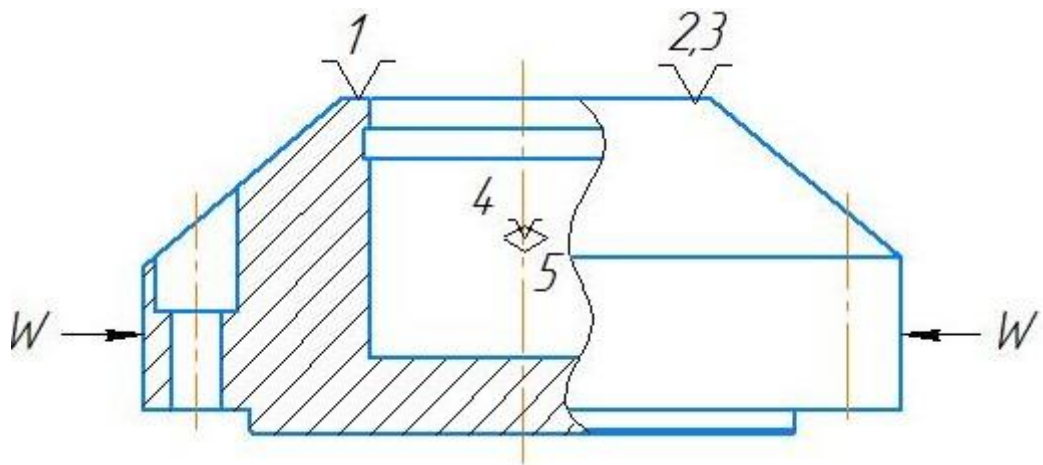


Рис. 34. Принципиальная схема зажима заготовки в приспособлении с указанием мест приложения силы зажима.

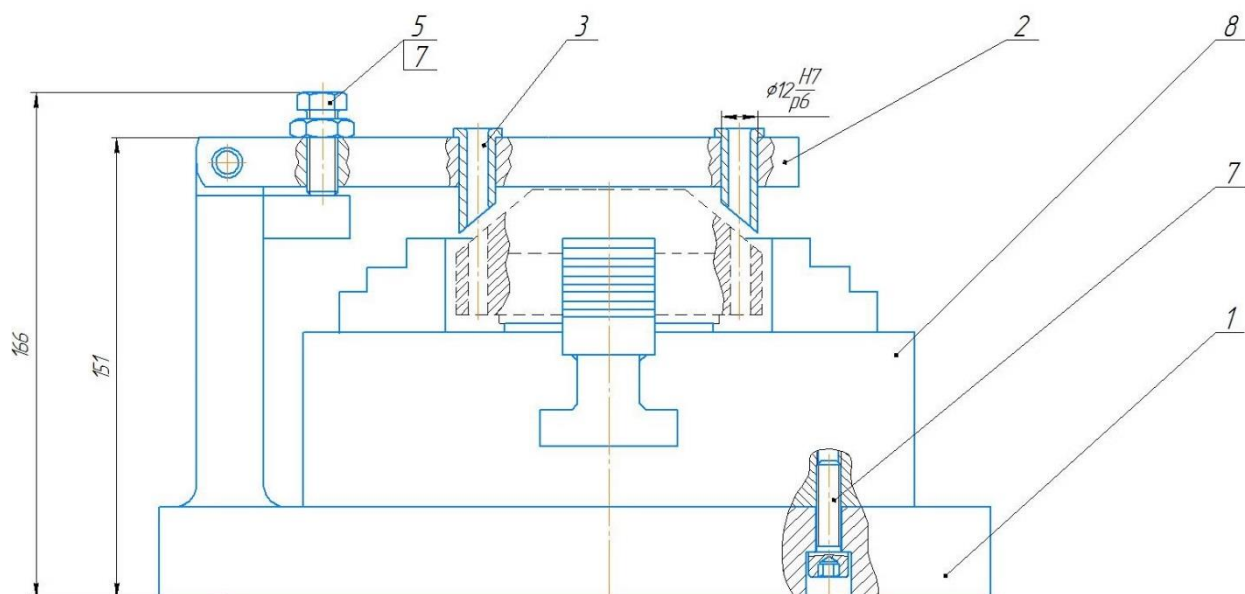


Рис. 35. Компоновка (общий вид) приспособления

3. Описание конструкции и работы приспособления.

Сборка приспособления специальная для сверления проста и эффективна. Плита 1 скрепляется с 3-х кулачковым патроном 5 при помощи винтов 7. Кондукторная плита 2 крепится к приспособлению при помощи пальца 4.

Деталь «Поршень» зажимается в трехкулачковый патрон 5, сверху опускается кондукторная плита 2. Приспособление закрепляется на столе настольного сверлильного станка с вариатором Модель 2А112 в положении сверло к отверстию кондукторной втулки и начинается сверление. Далее, когда просверлено первое отверстие, устройство с деталью перемещается и закрепляется для сверления следующего отверстия.

Компоновка приспособления приведена на формате А1.

Конструкции и размеры деталей приспособления должны выбираться по ГОСТ и нормативам машиностроения.

4. Определение необходимой силы зажима

Расчет силы закрепления будем производить по условию непроворачиваемости заготовки в приспособлении под действием момента:

$$k \cdot M_{св} \leq 3 \cdot M_{тр}$$

где $M_{св}$ - момент, пытающийся повернуть заготовку;

k – коэффициент запаса.

$$k = k_0 \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot k_4 \cdot k_5$$

Указанные коэффициенты принимаем из [3]

Где: $K_0 = 1,5$ – гарантированный коэффициент запаса;

K_1 – коэффициент учитывающий увеличение сил резания из-за случайных неровностей на обрабатываемых поверхностях заготовки: при черновой обработке $K_1 = 1$;

K_2 - коэффициент учитывающий увеличение сил резания вследствие затупления режущего инструмента (выбираем по таблице в зависимости от метода обработки и материала заготовки: $K_2 = 1,15$;

K_3 - коэффициент, учитывающий увеличение сил резания при прерывистом резании: для непрерывного резания $K_3 = 1$;

K_4 - коэффициент, характеризующий постоянство силы, развиваемой зажимным механизмом: для механизированных приводов $K_4 = 1,3$;

K_5 -коэффициент, характеризующий эргономику немеханизированного зажимного механизма (удобство расположения органов зажима): $K_5=1$
Коэффициент K_6 вводится в расчёт только при наличии моментов, стремящихся повернуть заготовку, установленную плоской поверхностью на постоянные опоры.

Таким образом $k = 2,2$

Если $k < 2,5$, то принимаем $k = 2,5$.

$M_{тр}$ – момент силы трения при провертывание заготовки.

Определяется как сила трения $F_{тр2}$ умноженная на соответствующее плечо.

$$k \cdot M_{св} \leq 3 \cdot M_{тр} \cdot r$$

где r - расстояние от оси отверстия до оси детали.

После подстановки выражения для силы трения $F_{тр2} = F_3 \cdot f$,

где f – коэффициент трения на поверхностях кулачков; $f=0,3$

Окончательно получим формулу для расчета силы закрепления:

$$F_3 = \frac{2 \cdot k \cdot M_{св}}{3 \cdot f \cdot r} = \frac{2 \cdot 2.5 \cdot 5.8}{3 \cdot 0.3 \cdot 0.0445} = 724 \text{ Н}$$

$F_3 = 724 \text{ Н}$ – сила давления на заготовку трехкулачковым патроном.

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

Студенту:

Группа	ФИО
3-8Л61	Кологривовой Юлии Ивановне

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

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

1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	<i>Примерный бюджет проекта - 120 тыс руб. В реализации проекта задействованы два человека: руководитель, инженер.</i>
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	<i>Накладные расходы 16%; Премии 30%; Дополнительная заработная плата 13-15%</i>
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	<i>Коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды – 30,2%</i>

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. <i>Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i>	<i>Составление таблицы оценочной конкурентоспособности, SWOT-анализ.</i>
2. <i>Планирование и формирование бюджета научных исследований</i>	<i>Продолжительность каждого этапа проекта, составление графика Ганта.</i>
3. <i>Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности</i>	<i>Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности.</i>

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. *Оценка конкурентоспособности технических решений*
2. *Матрица SWOT*
3. *График проведения и бюджет НИ*
4. *Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НИ*

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	24.04.2021
---	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Трубченко Т.Г.	К.э.н., доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Л61	Кологривова Юлия Ивановна		

III. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

1. Потенциальные потребители результатов исследования

В ходе работы проводилась технологическая подготовка производства изготовления детали «Поршень». Объем выпуска продукции составляет 5000 шт. в год. В следствии этого, потенциальными потребителями результатов исследования выступают машиностроительные предприятия, находящиеся в любой области Российской Федерации, оборудование которых позволяет производить обработку металлов. На территории Томской области выделим такие предприятия, как: ООО НПО «Сибирский машиностроитель» (конкурент №1), АО «ТОМЗЭЛ» (конкурент №2).

2. Анализ конкурентных технических решений

Для достижения поставленной цели необходимо произвести анализ конкурентных технических решений. Для этого составим таблицу, на основе которой дадим оценку конкурентоспособности данной детали.

Таблица 1 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Бф	Бк1	Бк2	Кф	Кк1	Кк2
1	2	3	4	5	6	7	8
Технологические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Повышение производительности труда пользователя	0,1	4	3	3	0,4	0,3	0,3
2. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,1	4	3	3	0,4	0,3	0,3
3. Энергоэкономичность	0,1	4	3	3	0,4	0,3	0,3
4. Надежность	0,1	4	4	4	0,4	0,4	0,4
5. Безопасность	0,1	4	3	3	0,4	0,3	0,3
6. Функциональная	0,1	4	3	3	0,4	0,3	0,3

мощность (предоставляемые возможности)							
7. Простота эксплуатации	0,1	4	3	3	0,4	0,3	0,3
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Конкурентоспособность продукта	0,1	3	4	4	0,3	0,4	0,4
2. Цена	0,1	4	4	3	0,4	0,4	0,3
3. Предполагаемый срок эксплуатации	0,1	4	4	2	0,4	0,4	0,2
Итого	1	39	34	31	3,9	3,4	3,1

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum Vi \cdot Bi, \text{ где:}$$

K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

Vi – вес показателя (в долях единицы);

Bi – балл i -го показателя.

Разработка:

$$K = \sum Vi \cdot Bi = 39 \cdot 3,9 = 152,1$$

Конкуренты:

$$K1 = \sum Vi \cdot Bi = 34 \cdot 3,4 = 115,6$$

$$K2 = \sum Vi \cdot Bi = 31 \cdot 3,1 = 96,1$$

Анализ показывает, что деталь конкурентоспособна. Разработанная технология является удобной в эксплуатации и повышает производительность труда. Цена детали, изготовленной по разработанному техпроцессу в рамках допустимой нормы. Разработка выполнялась в соответствии со стандартами ЕСТПП.

3. SWOT-анализ разработки технологического процесса изготовления детали «Поршень»

SWOT-анализ является инструментом стратегического менеджмента и представляет собой комплексное исследование технического проекта.

Задача анализа – описать ситуацию, для решения которой нужно принять какое-либо решение.

Для проведения SWOT-анализа составляется матрица SWOT, в которую записываются слабые и сильные стороны проекта, а также возможности и угрозы.

При составлении матрицы SWOT удобно использовать следующие обозначения.

С – сильные стороны проекта;

Сл – слабые стороны проекта;

В – возможности;

У – угрозы;

Матрица SWOT приведена в таблице 2.

На основании матрицы SWOT строятся интерактивные матрицы возможностей и угроз, позволяющие оценить эффективность проекта, а также надежность его реализации. При построении интерактивных матриц используются обозначения аналогичные самой матрицы SWOT с дополнением знаков (+, -) для подробного представления наличия возможностей и угроз проекта («+» – сильное соответствие; «-» – слабое соответствие). Интерактивные матрицы возможностей и угроз представлены в таблицах 3 и 4 соответственно.

Таблица 2 – Матрица SWOT

	<p>Сильные стороны проекта:</p> <p>C1: Высокий уровень заготовительной операции</p> <p>C2: Высокая точность расчетов расхода</p> <p>C3: Большой монтажный период</p> <p>C4: Высококвалифицированный персонал</p> <p>C5: Низкая стоимость производства по сравнению с другими технологиям</p>	<p>Слабые стороны проекта:</p> <p>Сл1: Низкий коэффициент использования материала</p> <p>Сл2: Высокая цена материала</p> <p>Сл3: Наличие вращающихся частей станков</p>
<p>Возможности:</p> <p>V1: Увеличение производительности продукции</p> <p>V2: Автоматизация технологического процесса</p> <p>V3: Снижение затрат на заготовки готовой продукции</p> <p>V4: Снижение затрат на себестоимость продукции</p>	<p>V1C1; C2; C3; C4; C5;</p> <p>V2C1; C2; C4; C5;</p> <p>V3C1; C2;</p> <p>V4C5.</p>	<p>V1Сл1; Сл2;</p> <p>V2Сл2;</p> <p>V4Сл1.</p>
<p>Угрозы:</p> <p>У1: Отсутствие спроса на технологии производства</p> <p>У2: Ограничения на экспорт материала</p> <p>У3: Введения дополнительных государственных требований к стандартизации и сертификации продукции</p> <p>У4: Угрозы выхода из строя сложного рабочего органа</p>	<p>У1C1; C5;</p> <p>У3C1;</p> <p>У4C1; C2.</p>	<p>У1Сл1; Сл3;</p> <p>У4Сл1; Сл3.</p>

Таблица 3 – Интерактивная матрица возможностей

Возможности	Сильные стороны проекта				
	С1	С2	С3	С4	С5
В1	+	+	+	+	-
В2	+	+	+	+	-
В3	+	+	+	-	+
В4	+	+	+	-	+
Возможности	Слабые стороны проекта				
	Сл1	Сл2	Сл3	-	-
В1	-	-	-		
В2	-	+	-		
В3	-	-	-		
В4	-	+	-		

Таблица 4 – Интерактивная матрица угроз

Угрозы	Сильные стороны проекта				
	С1	С2	С3	С4	С5
У1	-	-	-	-	+
У2	-	-	-	-	-
У3	+	-	-	-	-
У4	+	+	-	-	-
Угрозы	Слабые стороны проекта				
	Сл1	Сл2	Сл3	-	-
У1	-	-	+		
У2	-	-	-		
У3	-	-	-		
У4	-	+	-		

При разработке технологического процесса изготовления детали «Поршень», предприятия технолог нацелен на проектирование с возможно большим внедрением сильных сторон. Это влияет, прежде всего, на качество и востребованность продукции.

Несмотря на то, что для данного анализа сильных сторон, не исключен случай, когда какая-либо одна из слабых сторон окажется наиболее сильным фактором, негативно влияющим на разработку технологического процесса изготовления детали, чем все вместе взятые сильные стороны. Для данного случая таким фактором может быть Сл2 - «Высокая цена материала». К примеру, при любом проектировании систем с использованием более

простых универсальных электрических и конструктивных систем внутризаводской и внутрицеховой сети всегда будет присутствовать сложность в эксплуатации, ввиду наличия высокой ответственности и сложности технической системы для персонала и для потребителей. Но именно для этого разрабатываются и усовершенствуются разработки универсальных, простых и безопасных систем с использованием автоматизированного управления, что позволит минимизировать влияние слабых сторон.

Таблица 5 – Итоговая матрица SWOT-анализа

	<p>Сильные стороны проекта:</p> <p>C1: Высокий уровень заготовительной операции</p> <p>C2: Высокая точность расчетов расхода</p> <p>C3: Большой монтажный период</p> <p>C4: Высококвалифицированный персонал</p> <p>C5: Низкая стоимость производства по сравнению с другими технологиям</p>	<p>Слабые стороны проекта:</p> <p>Сл1: Низкий коэффициент использования материала</p> <p>Сл2: Высокая цена материала</p> <p>Сл3: Наличие вращающихся частей станков</p>
<p>Возможности:</p> <p>V1: Увеличение производительности продукции</p> <p>V2: Автоматизация технологического процесса</p> <p>V3: Снижение затрат на заготовки готовой продукции</p> <p>V4: Снижение затрат на себестоимость продукции</p>	<p>При использовании современного оборудования и УП обеспечивается автоматизация процесса, что приводит к уменьшению себестоимости продукции;</p>	<p>Автоматизация техпроцесса приводит к созданию новых конкурентных технологий</p>

Угрозы: У1: Отсутствие спроса на технологии производства		
У2: Ограничения на экспорт материала	Использование современного оборудования побуждает введение дополнительных требований к сертификации продукции	Развитие технологий приводит к введению дополнительных государственных требований к сертификации продукции
У3: Введения дополнительных государственных требований к стандартизации и сертификации продукции		
У4: Угрозы выхода из строя сложного рабочего органа		

4. Планирование научно – исследовательских работ

4.1 Структуры работ в рамках научного исследования

Организация работ технического проекта осуществляется в следующем порядке:

- определение структуры работ в рамках технического проектирования;
- определение участников каждой работы;
- установление продолжительности работ;
- разработка графика проведения технического проектирования.

В таблице 6 представлен весь перечень этапов и работ выполненных в ходе технического проектирования.

Таблица 6 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель
Выбор направления исследований	2	Подбор и изучение материалов по теме	Инженер
	3	Сбор исходных данных (анализ разрабатываемого технологического процесса изготовления детали)	Инженер

Теоретические и экспериментальные исследования	4	Расчет режимов и мощности резания переходов	Инженер
	5	Нормирование технологических операций	Инженер, руководитель
	6	Выбор оборудования	Инженер
Разработка технической документации и проектирование	7	Проектирование оснастки для облегчения изготовления детали «Поршень»	Инженер, руководитель
Оформление отчета по ВКР	8	Оформление пояснительной записки	Инженер, руководитель
	9	Защита проекта	Инженер, руководитель

4.2 Определение трудоемкости выполнения работ

Трудовые затраты в большинстве случаев образуют основную часть стоимости разработки, поэтому важным моментом является определение трудоемкости работ каждого из участников выполнения проекта. Трудоемкость выполнения технического проекта оценивается экспертным путем в рабочих днях и носит вероятностный характер, так как зависит от множества трудно учитываемых факторов.

Для определения, ожидаемого (среднего) значения трудоемкости i $t_{ож}$ используется следующая формула:

$$t_{ожi} = \frac{3t_{mini} + 2t_{maxi}}{5},$$

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

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

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

Исходя из ожидаемой трудоемкости работ, определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях T_p , учитывающая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями.

$$T_{pi} = \frac{toжi}{Чi}, \text{ где:}$$

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

$toжi$ – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.-дн.

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

Результаты расчетов продолжительности выполнения работ приведены в таблице 7.

4.3 Разработка графика проведения научного исследования

Диаграмма Ганта – горизонтальный ленточный график, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ.

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

$$T_{ki} = T_{pi} * k_{\text{кал}}, \text{ где:}$$

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

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

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

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}}, \text{ где:}$$

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

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

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

$$k_{\text{кал}} = 1,22$$

Все рассчитанные значения представлены в таблице 7.

Таблица 7 – Временные показатели проведения научного исследования.

Название работы	Трудоемкость работ						Длительность работ в рабочих днях T_{pi}	Длительность работ в календарных днях T_{ki}		
	t_{min} , чел-дни		t_{max} , чел-дни		$t_{ожг}$, чел-дни					
	Руководитель	Инженер	Руководитель	Инженер	Руководитель	Инженер				
Составление и утверждение ТЗ	1	-	1	-	1	-	1	-	1	-
Подбор и изучение материалов по теме	-	6	-	10	-	8	-	8	-	10
Сбор исходных данных	-	6	-	10	-	8	-	8	-	10
Расчет режимов и мощности резания переходов	-	6	-	10	-	8	-	8	-	10
Нормирование технологических операций	1	12	1	14	1	13	0,5	6,5	1	8
Выбор оборудования	-	2	-	4	-	3	-	3	-	4
Проектирование оснастки	1	12	1	14	1	13	0,5	6,5	1	8
Оформление пояснительной записки	1	5	1	9	1	7	0,5	3,5	1	4
Защита проекта	1	1	1	1	1	1	0,5	0,5	1	1

Таблица 8 – Календарный план-график проведения ВКР

Вид работ	Исполнители	Раб. дни	Продолжительность выполнения работ									
			Март	Апрель			Май			Июнь		
			3	1	2	3	1	2	3	1		
1. Составление и утверждение ТЗ	Руководитель	1	—									
2. Сбор и изучение литературы	Инженер	8	—									
3. Сбор исходных данных	Инженер	8		—								
4. Расчет режимов и мощности резания переходов	Инженер	8			—							
5. Нормирование технологических операций	Инженер	13			—							
	Руководитель	1				—						
6. Выбор оборудования	Инженер	3				—						
7. Проектирование оснастки	Инженер	13					—					
	Руководитель	1						—				
8. Оформление пояснительной записки	Инженер	7								—		
	Руководитель	2									—	
9. Защита Технического проекта	Инженер	1									—	
	Руководитель	1										—

- руководитель; - Инженер.

Исходя из диаграммы продолжительности работ, определяется участие каждого специалиста рабочей группы в разработке проекта: руководитель 6 дней, Инженер 61 дня. Общая продолжительность выполнения ВКР составила 67 рабочих дней.

4.4 Бюджет научно-исследовательского проекта (НИТ)

Планирование бюджета позволяет оценить затраты на проведение исследования до его фактического начала и позволяет судить об экономической эффективности работы. В данном разделе подсчитываются следующие статьи расходов:

- материальные затраты;
- амортизационные отчисления;
- полная заработная плата исполнителей темы;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- накладные расходы.

4.5 Расчет материальных затрат

В этом подразделе оценивается стоимость всех материальных ценностей, непосредственно расходуемых в процессе выполнения работ.

Теоретические исследования, а также моделирование детали требуют ряд программных продуктов: MicrosoftOffice, КОМПАС, MATLAB и др. Большинство из них предоставляются бесплатно для студентов ТПУ, другие находятся в свободном доступе в сети «Интернет». Таким образом, затраты на материалы включают в себя расходы на канцелярские принадлежности. Для исследований используется персональный компьютер с бесплатным доступом к лицензии КОМПАС.

Расчет материальных затрат приведен в таблице 9.

Таблица 9 – Материальные затраты.

Наименование	Цена за ед., руб.	Количество, шт.	Цена, руб
Шариковая ручка	40	2	80
Тетрадь общая, 48 л.	45	2	90
Офисная бумага, упак. 500 листов	370	1	370
Итого:			540

4.6 Расчет амортизационных отчислений

Написание выпускной квалификационной работы по плану занимает 4 месяца. Для моделирования и проведения расчётов используется персональный компьютер первоначальной стоимостью 45000 рублей. Срок полезного использования для офисной техники составляет от 2 до 3 лет

Норма амортизации H_A рассчитывается как:

$$H_A = \frac{1}{T} \cdot 100\% ,$$

где T – срок полезного использования, лет.

Если принять срок полезного использования равным 3 годам, тогда норма амортизации H_A :

$$H_A = \frac{1}{3} \cdot 100\% = 33,3\% .$$

Годовые амортизационные отчисления:

$$A_{\text{год}} = 45000 \cdot 0,33 = 14850 \text{ руб.}$$

Ежемесячные амортизационные отчисления:

$$A_{\text{мес}} = 14850/12 = 1238 \text{ руб.}$$

Итоговая сумма амортизации основных средств:

$$A = 1238 \cdot 4 = 4952 \text{ руб.}$$

4.7 Основная заработная плата исполнителей

В этом разделе включена основная и дополнительная заработная плата всех исполнителей, непосредственно участвующих в выполнении работ по

данной теме. Величина расходов по заработной плате определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы окладов и тарифных ставок.

Расчет полной заработной платы осуществляется следующим образом:

$$Z_{зп} = Z_{осн} + Z_{доп}, \text{ где:}$$

$Z_{осн}$ – основная заработная плата;

$Z_{доп}$ – дополнительная заработная плата.

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

$$Z_{осн} = Z_{дн} * T_p, \text{ где:}$$

$Z_{осн}$ – основная заработная плата одного работника;

$Z_{дн}$ – среднедневная заработная плата работника, руб.

T_p – продолжительность работ, выполняемых работником, раб. дн.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{дн} = \frac{Z_{тс} + Z_{р.к.}}{F_d}, \text{ где:}$$

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

$Z_{допл}$ – доплаты и надбавки, руб.;

$Z_{р.к.}$ – районная доплата, руб

F_d – количество рабочих дней в месяце, раб. дн.

Расчёт основной заработной платы приведён в таблице 10.

Таблица 10– Расчёт основной заработной платы исполнителей

Исполнители	Оклад	Районная доплата, руб.	Зарплата месячная, руб	Среднедневная заработная плата в день, руб	Продолжительность работ, раб. дн	Основная заработная плата, руб
Руководитель	5120	10536	15656	602	6	3612
Инженер	12300	3690	15990	615	61	37515
Итого $Z_{осн}$, руб.						41127

4.8 Дополнительная заработная плата исполнителей

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, составляет 12-15% от основной и рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{доп}} = k_{\text{доп}} * Z_{\text{осн}}$$

Расчет дополнительной и полной заработной платы приведен в таблице 11.

Таблица 11 – Расчет дополнительной и полной заработной платы

Исполнители	Коэффициент дополнительной заработной платы	Основная заработная плата, руб	Дополнительная заработная плата, руб.	Полная заработная плата, руб
Руководитель	0,15	3612	542	4154
Инженер	0,12	37515	4502	42017
Итого $Z_{\text{доп}}$, руб		41127	5044	46171

4.9 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

В данной статье расходов отражаются: обязательные отчисления по установленным законодательством Российской Федерации нормам, органам государственного социального страхования (ФСС), пенсионного фонда (ПФ) и медицинского страхования (ФФОМС), страхование от несчастных случаев; от затрат на оплату труда работников.

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$Z_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} * (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}), \text{ где:}$$

$k_{\text{внеб}}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды

$k_{\text{внеб}} = 30,2 \%$ в условиях ТПУ.

Расчет отчислений во внебюджетные фонды представлены в таблице 12.

Таблица 12 – Отчисления во внебюджетные фонды.

Исполнитель	Основная заработная плата	Дополнительная заработная плата
Руководитель проекта	3612	542
Бакалавр	37515	4502
Коэффициент отчисления во внебюджетные фонды, %	30,2	30,2
Итого:	12420	1523

Накладные расходы принимаются в размере 10% от величины всех остальных расходов.

4.10 Расчет общей стоимости

Определение затрат на научно-исследовательский проект приведен в таблице 12.

Таблица 13 – Расчет бюджета затрат

Наименование статьи	Сумма, руб.	Примечание
Материальные затраты	540	Пункт 3.2.4.1
Затраты на амортизацию	4952	Пункт 3.2.4.2
Основная заработная плата	41127	Пункт 3.2.4.3
Дополнительная заработная плата	46171	Пункт 3.2.4.4
Страховые взносы	13943	Пункт 3.2.4.5
Накладные расходы	10673	Пункт 3.2.4.5
Итого	117406	Пункт 3.2.4.6

5. Определение ресурсной, финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности проекта

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

Интегральный показатель финансовой эффективности научного исследования получен в ходе оценки бюджета затрат вариантов исполнения научного исследования.

Интегральный финансовый показатель разработки находится по формуле:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}}, \text{ где:}$$

$I_{\text{финр}}$ – интегральный финансовый показатель разработки;

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

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

Для определения интегрального показателя финансовой эффективности использована оценка бюджета затрат вариантов исполнения технологии изготовления детали «Поршень» (базового технологического процесса, применяемого на машиностроительных предприятиях и технологии изготовления, разработанного в рамках данного научного исследования). Экспертная оценка бюджета затрат исполнения технологии составляет 120 000 руб.

Интегральный финансовый показатель составил:

$$I_{фин1}^{исп1} = \frac{117406}{120000} = 0,98$$

$$I_{фин2}^{исп2} = \frac{120000}{120000} = 1$$

Полученная величина интегрального финансового показателя разработки отражает численное удешевление затрат разработки технологии изготовления детали «Поршень».

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения объекта исследования определен следующим образом:

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i, \text{ где:}$$

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

a_i – весовой коэффициент i -го варианта исполнения разработки;

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

n – число параметров сравнения.

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности представлен в таблице 14.

Таблица 14 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта.

Критерии / Объект исследования	Весовой коэффициент параметра	Разработанный технологический процесс (Исп.1)	Базовый технологический процесс (Исп.2)
1. Способствует росту производительности труда пользователя	0,1	5	4
2. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,15	4	3
3. Безопасность	0,15	5	4
4. Энергосбережение	0,2	4	4
5. Надежность	0,25	4	3
6. Материалоемкость	0,15	5	4
Итого	1	4,4	3,6

$$I_{p-исп1} = 5 \cdot 0,1 + 4 \cdot 0,15 + 5 \cdot 0,15 + 4 \cdot 0,2 + 4 \cdot 0,25 + 5 \cdot 0,15 = 4,4$$

$$I_{p-исп2} = 4 \cdot 0,1 + 3 \cdot 0,15 + 4 \cdot 0,15 + 4 \cdot 0,2 + 3 \cdot 0,25 + 4 \cdot 0,15 = 3,6$$

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки (Исп.1) определен на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{исп.1} = \frac{I_{p-исп1}}{I_{финр.1}}, \quad I_{исп.2} = \frac{I_{p-исп2}}{I_{финр.2}}$$

$$Исп1 = 4,4 / 0,98 = 4,49$$

$$Исп2 = 3,6 / 1 = 3,6$$

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки позволило определить сравнительную эффективность проекта таблица 15.

Сравнительная эффективность проекта ($\mathcal{E}_{ср}$):

$$\mathcal{E}_{cp} = \frac{I_{исп.1}}{I_{исп.2}}$$

$$\mathcal{E}_{cp} = 4,49 / 3,6 = 1,25$$

Таблица 15 – Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Разработанный технологический процесс	Базовый технологический процесс
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,98	1
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,4	3,6
3	Интегральный показатель эффективности	4,49	3,6
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	-	1,25

Сравнение значений интегральных показателей эффективности позволило выбрать более эффективный вариант исполнения научного исследования с позиции финансовой и ресурсной эффективности – разработанный в рамках ВКР по разработке технологии изготовления детали «Поршень».

Таким образом, в результате проведенных исследований, установлено, что разработанная технология изготовления детали «Поршень» требует меньших затрат разработки, энергоэффективна, показывает низкую металлоемкостью и высокую производительностью труда. Это означает, что этот проект конкурентоспособен.

Вывод

В разделе «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» были выявлены потенциальные потребители результатов исследования, проведен анализ конкурентных технических решений, разработан график проведения проекта, рассчитан бюджет технического проекта и определена его ресурсоэффективность.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА

«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-8Л61	Кологривовой Юлии Ивановне

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

Тема ВКР:

Разработка технологии изготовления детали «Поршень»	
Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Объектом исследования является деталь «Поршень», а также содержащиеся в данном цеху станки и сопутствующее оборудование, применяется в области машиностроения и сфере услуг технического сервиса.
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. 	Основные проводимые правовые и организационные мероприятия по обеспечению безопасности трудящихся на рабочем месте согласно: ТК РФ, N197-ФЗ (ред. от 24.04.2020); ГОСТ 12.2.032-92; ГОСТ 12.2.003-91; ГОСТ 12.2.049-80; ГОСТ 22269-76.
2. Производственная безопасность: 2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов 2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия	Параметры анализа: Вредные факторы: 1. Отклонение параметров микроклимата; 2. Повышение уровня шума; 3. Недостаточная освещенность рабочего места. Опасные факторы: 1. Опасность и вредность воздействия газовых компонентов (включая пары), загрязняющих чистый природный воздух примесей; 2. Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека; 3. Движущиеся машины и механизмы.
3. Экологическая безопасность:	1. Воздействие на атмосферу: вероятность загрязнения путём выделения паров СОЖ. 2. Воздействие на гидросферу: вероятность загрязнения путём отвода жидкостей из станков. 3. Воздействие на литосферу: вероятность загрязнения отходами

	металлообработки.
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	<p>1. Возможные ЧС при разработке и изготовлении детали «Поршень»: пожар, взрыв, внештатные ситуации на коммунальных системах жизнеобеспечения, транспортные аварии.</p> <p>2. Наиболее типичной ЧС при разработке и проектировании детали «Поршень» является пожар.</p>

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Мезенцева Ирина Леонидовна			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-8Л61	Кологривова Юлия Ивановна		

IV. Социальная ответственность

Введение

Задачей данного раздела является выявление и анализ вредных и опасных факторов труда технолога при разработке технологического процесса детали «Поршень», и разработка мер защиты от них, оценка условий труда микроклимата рабочей среды. В разделе также рассматриваются вопросы техники безопасности, пожарной профилактики и охраны окружающей среды, даются рекомендации по созданию оптимальных условий труда.

Безопасность жизнедеятельности человека определяется характером труда, его организацией, взаимоотношениями, существующими в трудовых коллективах, организацией рабочих мест, наличием опасных и вредных факторов.

1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Одним из факторов комфортности рабочей среды технолога при разработке технологического процесса детали «Поршень» является организация рабочего места. Рабочее место должно соответствовать ГОСТ 12.2.032 – 92.

1) рабочий стол должен быть устойчивым, иметь однотонное неметаллическое покрытие, не обладающее способностью накапливать статическое электричество;

2) рабочий стул должен иметь дизайн, исключающий онемение тела из-за нарушения кровообращения при продолжительной работе на рабочем месте;

3) рабочее место должно соответствовать техническим требованиям и санитарным нормам.

Рекомендуются следующие цвета окраски помещений (СН 181 –70):

- потолок – белый или светлый цветной;
- стены – сплошные, светло-голубые;
- пол – темно-серый, темно-красный или коричневый.

Применение указанной палитры цветов обусловлено ее успокаивающим воздействием на психику человека, способствующим уменьшению зрительного утомления.

Согласно СН 245 – 71 объем помещений должен быть таким, чтобы на одного работающего приходилось не менее 15 м³ свободного пространства и не менее 4.5 м² площади.

В процессе производственной деятельности работодатель обязан обеспечить выполнение установленных законодательством условий безопасности, в том числе:

- безопасность работников при эксплуатации зданий, сооружений, оборудования, осуществлении технологических процессов, а также применяемых в производстве инструментов, сырья и материалов;
- применение средств индивидуальной и коллективной защиты работников;
- приобретение и выдачу специальной одежды, специальной обуви, других средств индивидуальной защиты;
- обучение безопасным методам и приемам выполнения работ;
- недопущение работников моложе 18 лет к работам на опасных производственных объектах;
- применение режима сокращённого рабочего дня.

2. Производственная безопасность

2.1 Анализ опасных и вредных производственных факторов

При разработке технологического процесса детали «Поршень» технолог сталкивается с опасными и вредными производственными факторами. Они подразделяются по природе действия на физические, химические, биологические, психофизические. [ГОСТ 12.0.003-74]:

Так как на состояние здоровья технологов биологические и химические факторы существенного влияния не оказывают, то мы будем рассматривать лишь две группы факторов. Физические факторы:

- температура и влажность воздуха;
- механические;
- шум;
- статическое электричество;
- электромагнитное поле (ЭМП) низкой частоты;

- освещенность;
- ионизирующее излучение.

К вредным психофизическим и опасным факторам относятся:

- физические (статические, динамические);
- нервно – психические перегрузки (умственное перенапряжение, утомление, монотонность труда, эмоциональные перегрузки).

Основными опасным фактором являются:

- опасность поражения электрическим током. Исходя из анализа состояния помещения, данное помещение по степени опасности поражения электрическим током можно отнести к классу помещений без повышенной опасности;
- подверженность влиянию шума, вибраций, связи с наличием обрабатывающего оборудования (станков), которые создают повышенный уровень вибраций и шума;
- механический фактор, возникающий в результате движения машин и оборудования, а так же подъемно-транспортных устройств.

Таблица 1 – Основные элементы производственного процесса, формирующие опасные и вредные факторы

Факторы (ГОСТ 12.0.003- 2015)	Этапы работ			Нормативные документы
	Разработка	Изготовление	Эксплуатация	
Вредные факторы				
1. Микроклимат производственных помещений	+	+	+	1. СанПиН 2.2.4.548-96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. [1]
2. Превышение уровня шума		+	+	2. ГОСТ 12.1.003-2014 и СН 2.2.4/2.1.8.562-96 [3]
3. Недостаточная освещенность рабочей зоны	+	+	+	3. СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. [4]
Опасные факторы				

1. Опасность и вредность воздействия газовых компонентов (включая пары), загрязняющих чистый природный воздух примесей		+	+	1. ГН 2.2.5.3532-18 Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны. [2]
2. Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека		+	+	2. ГОСТ 12.1.030-81. Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление. [5]
3. Движущиеся машины и механизмы		+	+	3. ГОСТ 12.4.026-2015 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Цвета сигнальные, знаки безопасности и разметка сигнальная. Назначение и правила применения. Общие технические требования и характеристики. Методы испытаний (с Поправками, с Изменением N 1) [6]

2.2 Обоснование и разработка мероприятий по снижению уровней опасного и вредного воздействия

Меры защиты от опасных и вредных факторов производства делятся на технические и организационные.

Меры защиты от вредных факторов производства.

Микроклимат производственных помещений – это комплекс физических факторов, оказывающих влияние на теплообмен человека и определяющих самочувствие, работоспособность, здоровье и производительность труда.

Одним из факторов микроклимата является температура воздуха. При низких температурах охлаждение человека приводит к изменению его двигательной реакции, нарушает координацию и способность выполнять точные операции. Воздействие повышенных температур вызывает нарушение состояния

здоровья, снижение работоспособности и производительности труда, может привести к тепловому удару.

По СанПиН 2.2.4.548-96 оптимальная температура воздуха на рабочем месте технолога составляет 22 – 24°С.

Мероприятия по поддержанию нормального теплообмена организма:

- регламентация продолжительности воздействия нагревающей среды для поддержания среднесменного теплового состояния на оптимальном уровне;
- использования локальных источников тепла, обеспечивающие сохранение должного уровня общего и локального теплообмена организма;
- использование специальных средств индивидуальной защиты.

Превышение уровня шума

На производстве повышенный уровень шума может исходить от работающих станков и механизмов, системы оповещения, от испытательных стендов готовой продукции и т.д. По СН 2.2.4/2.1.8.562-96 [3] максимально допустимый уровень шума для работы технолога 54 дБ.

Про длительном воздействии повышенного уровня шума могут наблюдаться: снижение разборчивости речи, неприятные ощущения, развитие утомления и снижение производительности труда, появление шумовой патологии.

Мероприятия по снижению шума:

- применение звукоизоляции;
- использование материалов, имеющих хорошие звукопоглощающие свойства;

Недостаточная освещенность рабочей зоны может возникать из-за неправильной проектировки искусственного освещения рабочего места. Недостаточное освещение рабочего места затрудняет длительную работу, вызывает повышенное утомление и способствует развитию близорукости.

По СП 52.13330.2016 [4] освещенность на рабочем месте технолога при системе комбинированного освещения должна быть 750 лк, в том числе от общего 200 лк.

Мероприятия по устранению недостаточной освещенности:

- правильно спроектированное и рационально выполненное освещение помещений;
- комбинирование естественного и искусственного освещения.

Меры защиты от опасных факторов производства.

Опасность и вредность воздействия газовых компонентов, загрязняющих чистый природный воздух примесей на организм зависит от концентрации и химических свойств. Может вызывать фиброз легочных тканей, а для биоаэрозоли способны вызывать различные заболевания. ПДК вредных веществ в воздухе рабочей зоны прописаны в ГН 2.2.5.3532-18 [2].

Меры по снижению концентраций опасных и вредных газовых компонентов:

- ежедневное проветривание помещений;
- использование специальных средств индивидуальной защиты;
- очистка газа от вредных примесей.

Повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека может возникать из-за нарушения правил электробезопасности и неправильной эксплуатации электроустановок.

Электрический ток оказывает на человека термическое, электролитическое, биологическое и механическое воздействие.

Мероприятия по обеспечению электробезопасности:

- зануление корпусов всех установок через нулевой провод;
- покрытие металлических поверхностей инструментов надежной изоляцией;
- организация безопасной эксплуатации оборудования;

– недоступность токоведущих частей.

Движущиеся машины и механизмы.

Наиболее распространенными источниками механических травм являются риски, заусенцы, острые кромки, стружка, выступы на движущихся частях механизмов и инструментов, при неправильном обращении с которыми можно получить травмы различной степени тяжести.

Мероприятия по защите от движущихся машин и механизмов:

- использование средств индивидуальной защиты;
- использование установленных средств защиты;
- использование предупреждающих знаков опасности.

Весь персонал обязан знать и строго соблюдать правила техники безопасности.

3. Экологическая безопасность

Защита атмосферы

При разработке и изготовлении детали «Поршень» есть вероятность загрязнения атмосферы путём выделения паров СОЖ во время металлообрабатывающих работ.

Для защиты от загрязнения атмосферы применяют следующие меры:

– экологизацию технологических процессов - создание замкнутого технологического цикла, без отходов, для предотвращения попадания в атмосферу вредных веществ. Кроме того, предварительная очистка топлива или замена его более экологичными типами, приложения гидрообеспыливания, перераспределения газа, передача в сектор электроэнергетики и др.;

– очистки газа от вредных примесей. Широко распространенный способ заключается в использовании очистки отработанных газов, аэрозолей и токсичных газов и загрязняющих веществ (NO, NO₂, SO₂, SO₃ и др.);

– рассеивание газовых выбросов в атмосфере. Объем выбросов от аэрозолей, использование различных типов оборудования, в зависимости от степени запыленности воздуха, размеров твердых частиц и требуемого уровня очистки: сухие пылеуловители (циклоны, пылесадительные камеры), влажная уборка: пылеуловители, фильтры, электрофильтры (каталитические, поглощения,

адсорбционные) и другие технологии очистки природного газа от токсичных газов и паров загрязняющих веществ. Рассеивание газовых примесей в атмосфере является снижением его концентрации – это снижение их опасных концентраций до уровня соответствующего ПДК;

- соблюдение нормативов допустимых выбросов вредных веществ;

Защита гидросферы

При разработке и изготовлении детали «Поршень» есть вероятность загрязнения гидросферы путём отвода жидкостей из шлифовальных станков.

Защита поверхностных вод от засорения, загрязнения и истощения.

Для предотвращения от засорения необходимо принимать меры по устранению в водах строительного мусора, твердых отходов, где разработка грунта и других объектов, могут негативно влиять на качество воды и условия обитания рыб и др.

Для достижения этой цели, включают следующие мероприятия:

- развитие безотходных и безводных технологий, использования систем оборотного водоснабжения, утилизации отходов;
- очистка промышленных, городских и сточных вод;
- передача сточных вод на другие предприятия, которые накладывают менее жесткие требования по качеству воды;
- обезвреживания сточных вод и санитарная очистка в городах;
- создание водоохраных зон.

Учитывая многообразие состава сточных вод существуют различные способы очистки: механическая очистка, физико-химические, химические, биологические и др.

Защита литосферы

При разработке и изготовлении детали «Поршень» есть вероятность загрязнения литосферы отходами металлообработки (стружка, использованные абразивы и т.д.)

Утилизация твердых отходов.

Утилизация представляет собой переработку отходов, имеющую целью использование полезных свойств отходов или их компонентов. В этом случае отходы выступают в качестве вторичного сырья.

После сбора отходы подвергаются переработке, утилизации и захоронению. Перерабатываются такие отходы, которые могут быть полезны. Переработка отходов – важнейший этап в обеспечении безопасности жизнедеятельности, способствующий защите окружающей среды от загрязнения и сохраняющий природные ресурсы.

Широкое распространение получила термическая переработка отходов с последующим использованием теплоты.

Отходы, не подлежащие переработке и дальнейшему использованию подвергаются захоронению на полигонах. Полигоны должны располагаться вдали от водоохраных зон и иметь санитарно-защитные зоны. В местах складирования выполняется гидроизоляция для исключения загрязнения грунтовых вод.

При переработке твердых бытовых отходов широко используются методы биотехнологии: аэробное компостирование, анаэробное компостирование или анаэробное сбраживание.

4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях

С развитием техносферы возникли техногенные бедствия, источниками которых являются аварии и техногенные катастрофы. Причиной большинства техногенных аварий и катастроф является человеческий фактор. Одной из распространенной ЧС является пожар, который может возникнуть при проектировании детали «Поршень»

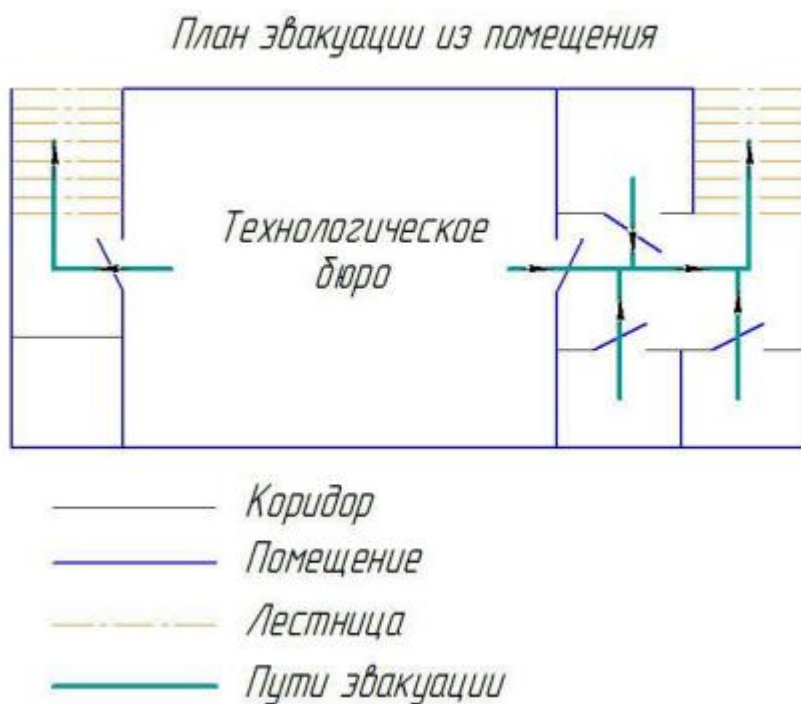
Согласно НПБ 105-03 бюро относится к категории В. По степени огнестойкости данное помещение относится к 1-й степени огнестойкости по СНиП 2.01.02-85. Возникновение пожара при работе с электронной аппаратурой может быть по причинам как электрического, так и неэлектрического характера.

Для устранения причин возникновения и локализации пожаров в помещении должны проводиться следующие мероприятия:

- использование только исправного оборудования;
- проведение периодических инструктажей по пожарной безопасности;

- отключение электрооборудования, освещения и электропитания при предполагаемом отсутствии обслуживающего персонала или по окончании работ;
- курение в строго отведенном месте;
- содержание путей и проходов для эвакуации людей в свободном состоянии.

Рисунок 1 – План эвакуации



Вывод

В данном разделе ВКР рассмотрены вопросы, связанные с организацией рабочего места по проектированию детали «Поршень», в соответствии с нормами производственной санитарии, техники производственной безопасности и охраны окружающей среды.

Основной целью данного раздела являлось создание оптимальных норм для улучшения условий труда, обеспечения производственной безопасности человека, повышения его производительности, сохранения работоспособности в процессе деятельности, а также охраны окружающей среды.

При проектировании рабочих мест были учтены освещенность, температура, шум, наличие вредных веществ и другие санитарно-гигиенические требования к организации рабочих мест.

При проектировании технологического процесса было уделено внимание и охране окружающей среды, а в частности, организации безотходного производства. Также учитывалась возможность чрезвычайных ситуаций.

Список литературы

1. Курсовое проектирование по технологии машиностроения / Под ред. А. Ф. Горбачевича. — 3-е изд., перераб. и доп. — Минск: Высшая школа, 1975. — 288 с.
2. Скворцов В.Ф. Основы размерного анализа технологических процессов изготовления деталей. Учебное пособие . Томск изд ТПУ 2006,100с.
3. Справочник технолога машиностроителя .В 2-х томах Под редакцией А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова.4-е издание, преработанное и доп.- машиностроение, 1985,496 с.,илл.
4. Ансеров А.М. Приспособления для металлорежущих станков. Л.: Машиностроение, 1966 – 650 с., ил.
5. Горохов В.А. Проектирование и расчёт приспособлений: Учеб пособие для студентов вузов машиностроительных спец. – Мн.: Выш. шк., 1986.
6. Горошкин, Александр Константинович. Приспособления для металлорежущих станков : справочник / А. К. Горошкин. — 4-е изд., перераб. и доп. — Москва: Машгиз, 1962. — 380 с.: ил.
7. Методические указания к курсовой работе по экономике фирмы. – Томск: Изд. ТПУ, 2000г.
8. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение: учебно-методическое пособие/ И.Г. Видяев, Г.Н. Серикова, Н.А. Гаврикова, Н.В. Шаповалова, Л.Р. Тухватулина, З.В. Криницына; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. – 36 с.
9. СанПиН 2.2.4.548-96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.
10. ГН 2.2.5.3532-18 Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны.
11. ГОСТ 12.1.003-2014 и СН 2.2.4/2.1.8.562-96
12. СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение.
13. ГОСТ 12.1.030-81. Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление.

14. ГОСТ 12.4.026-2015 Система стандартов безопасности труда (ССБТ).
Цвета сигнальные, знаки безопасности и разметка сигнальная. Назначение и правила применения. Общие технические требования и характеристики.
Методы испытаний (с Поправками, с Изменением N 1)
15. ГОСТ 12.1.004-91. Пожарная безопасность. Общие требования. ГОСТ 12.2.037- 78. Техника пожарная. Требования безопасности
16. ГОСТ 30775-2001 Ресурсосбережение. Обращение с отходами.
Классификация, идентификация и кодирование отходов.
17. СНиП 21-01-97. Противопожарные нормы.
18. ГОСТ 12.0.003-2015 Система стандартов безопасности труда.
19. "Трудовой кодекс Российской Федерации" от 30.12.2001 N 197-ФЗ.

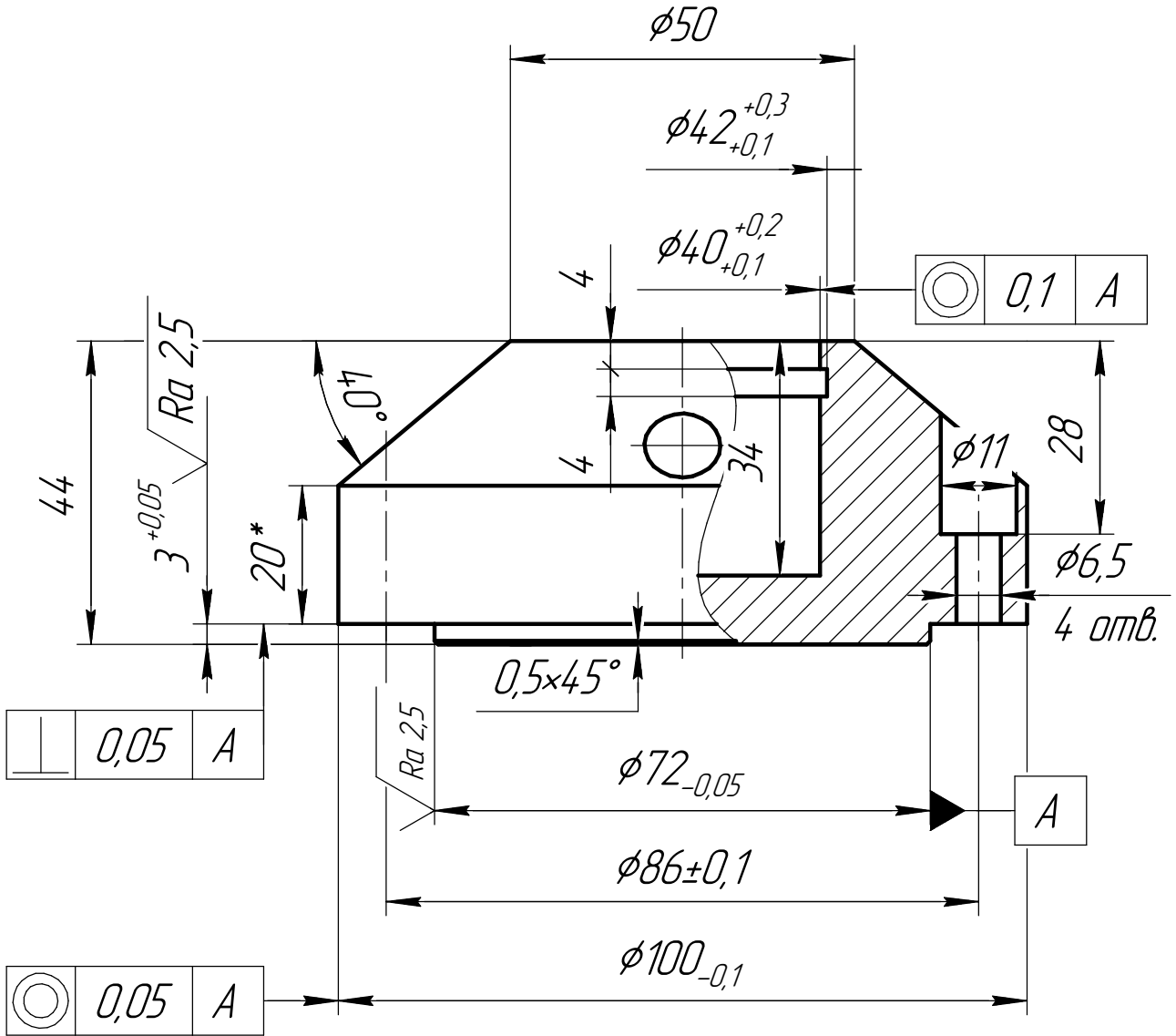
Приложение А

ВКР.15.03.01.001

√ Ra 5,0 (√)

Перв. примен.

Справ. №



0,05 A

0,05 A

1 H14, h14, ± IT14 / 2

Подп. и дата

Инд. № дробл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инд. № подл.

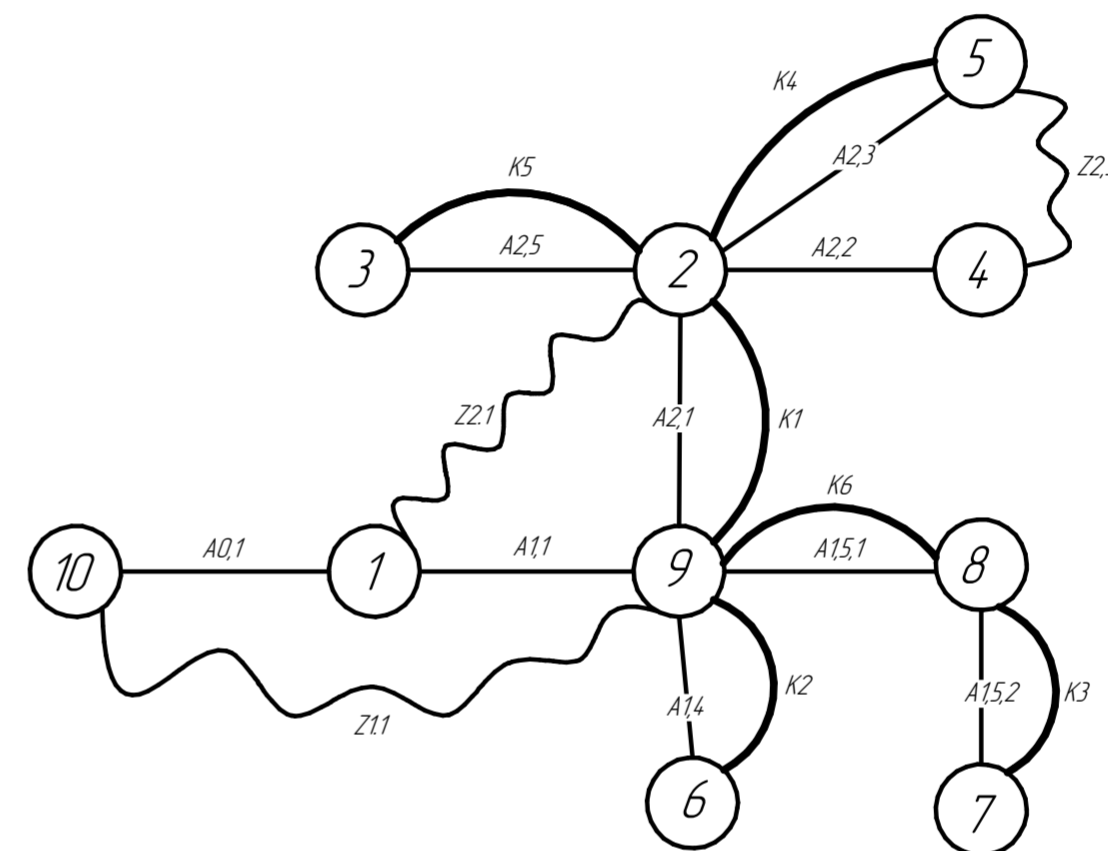
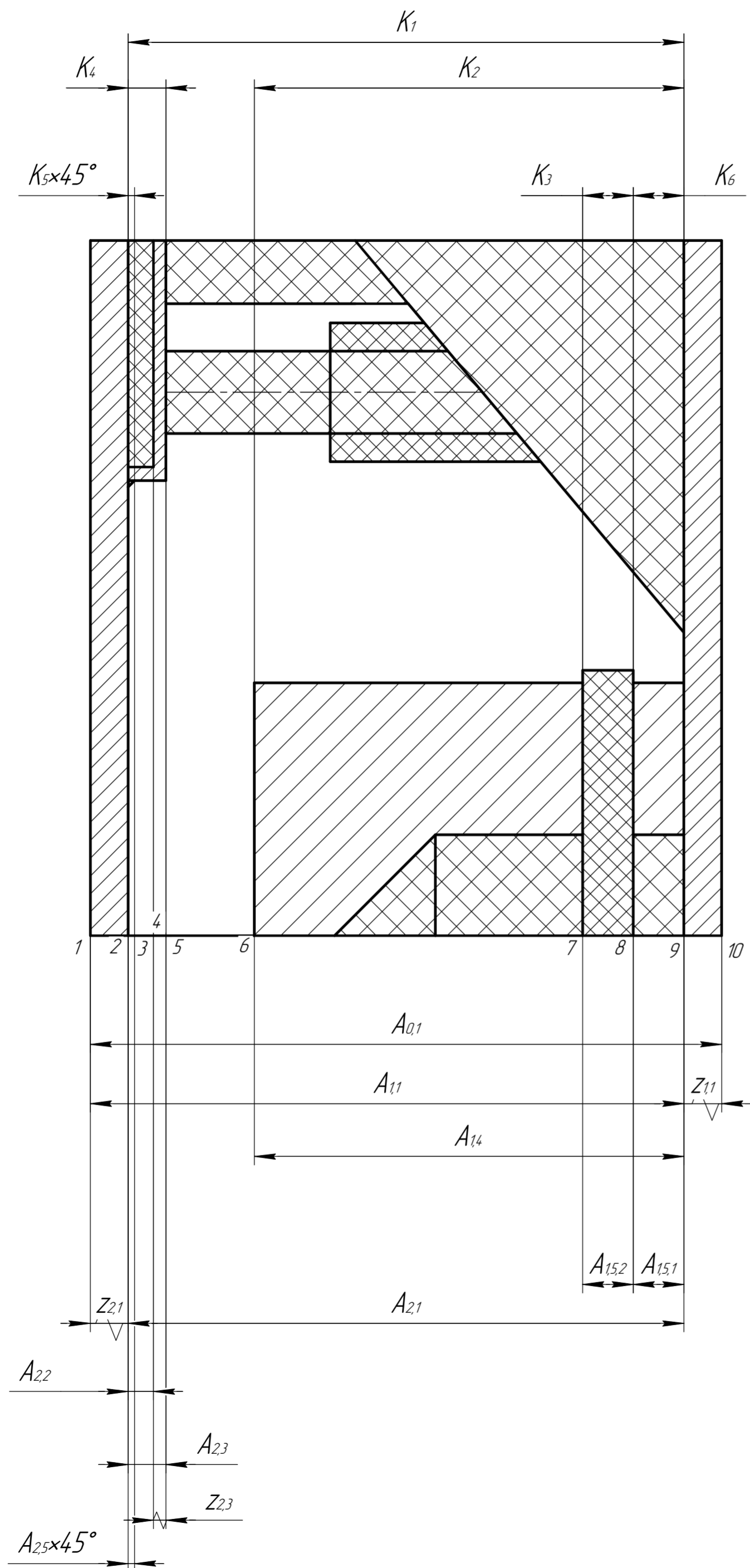
ВКР.15.03.01.001

Поршень

Сталь 40X13 ГОСТ 5632-72

Лит.	Масса	Масштаб
	1,65	1:1
Лист	Листов	1

Приложение Б

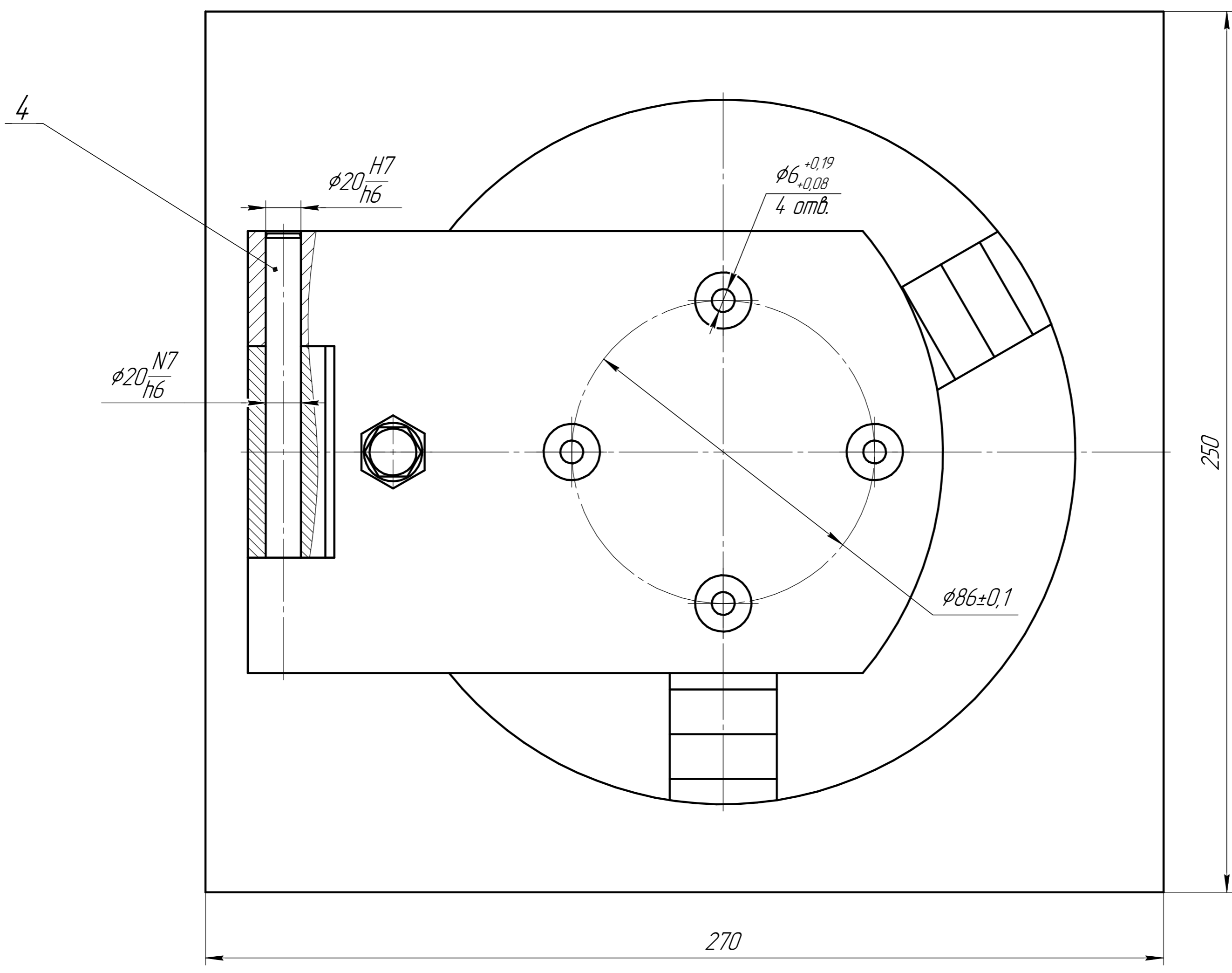
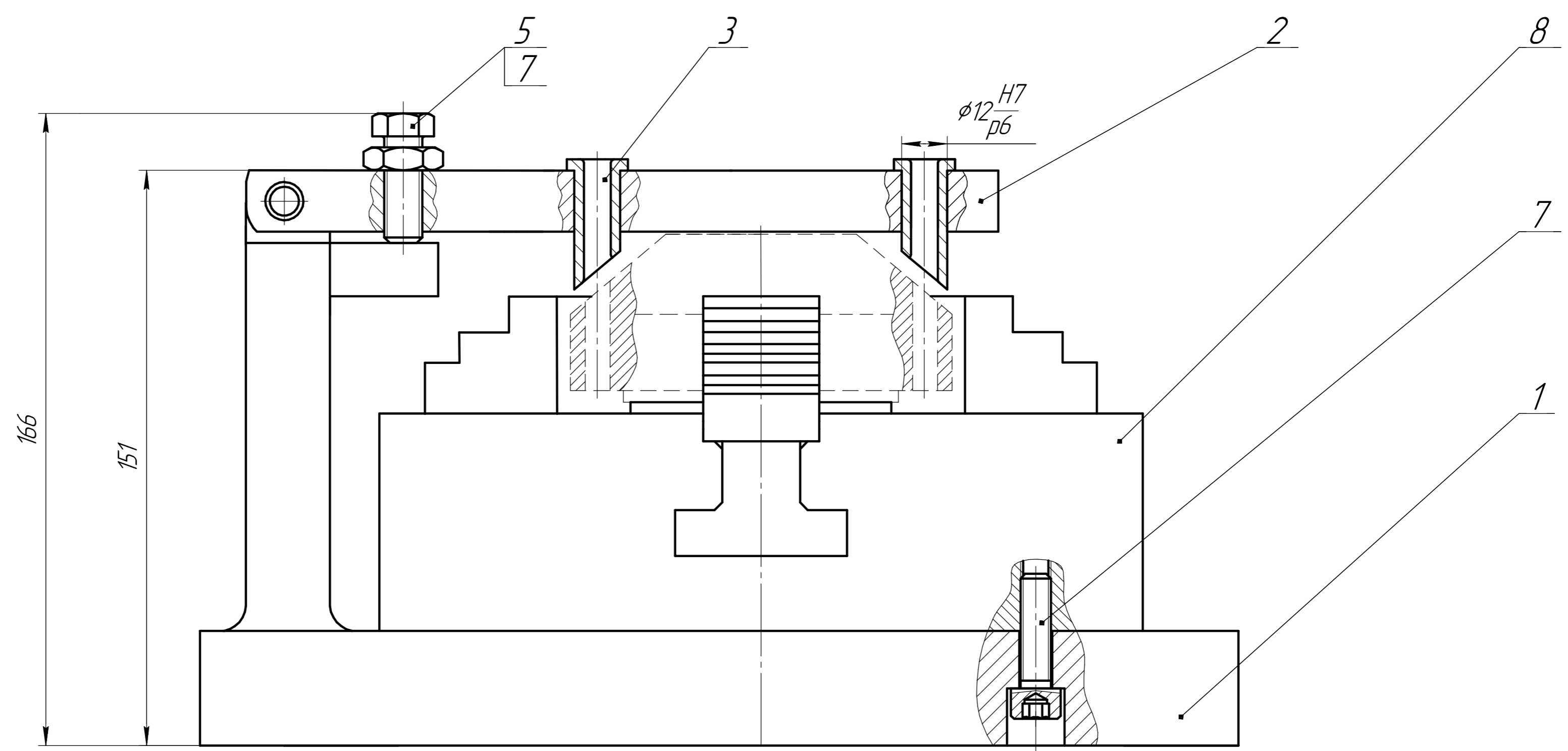


Перв. исполн.

Справ. №
Инд. № дробл.
Взам. инд. №
Инд. № дробл.
Инд. № дробл.

				ИШНПТ-3-8/161-014.00.000		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Размерный анализ	
Разраб.	Кологрибова Ю.И.				Лист	Листов 1
Проб.	Ким А.Б.				НИ ТПУ ИШНПТ	
Т.контр.					Группа 3-8/161	
Н.контр.					Копировал	
Утв.					Формат А2	

Приложение В



Технические характеристики:

1 Усилие зажима: 724 Н.

Технические требования:

- 1 Размеры для справок.
- 2 Маркировать ударным способом серийный номер приспособления, товарный знак завода изготовителя. Шрифт 110-5 ГОСТ 2930-62.

ИШНПТ-3-8/161-014.00.000 СБ			
Изм./Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.	Кологривова Ю.И.		
Проб.	Ким А.Б.		
Т.контр.			
Н.контр.			
Этб.			
Приспособление специальное сверлильное		Лит	Масса
Сборочный чертёж		33	1:1
		Лист	Листов
		1	1
		НИ ТПУ ИШНПТ	
		Группа 3-8/161	

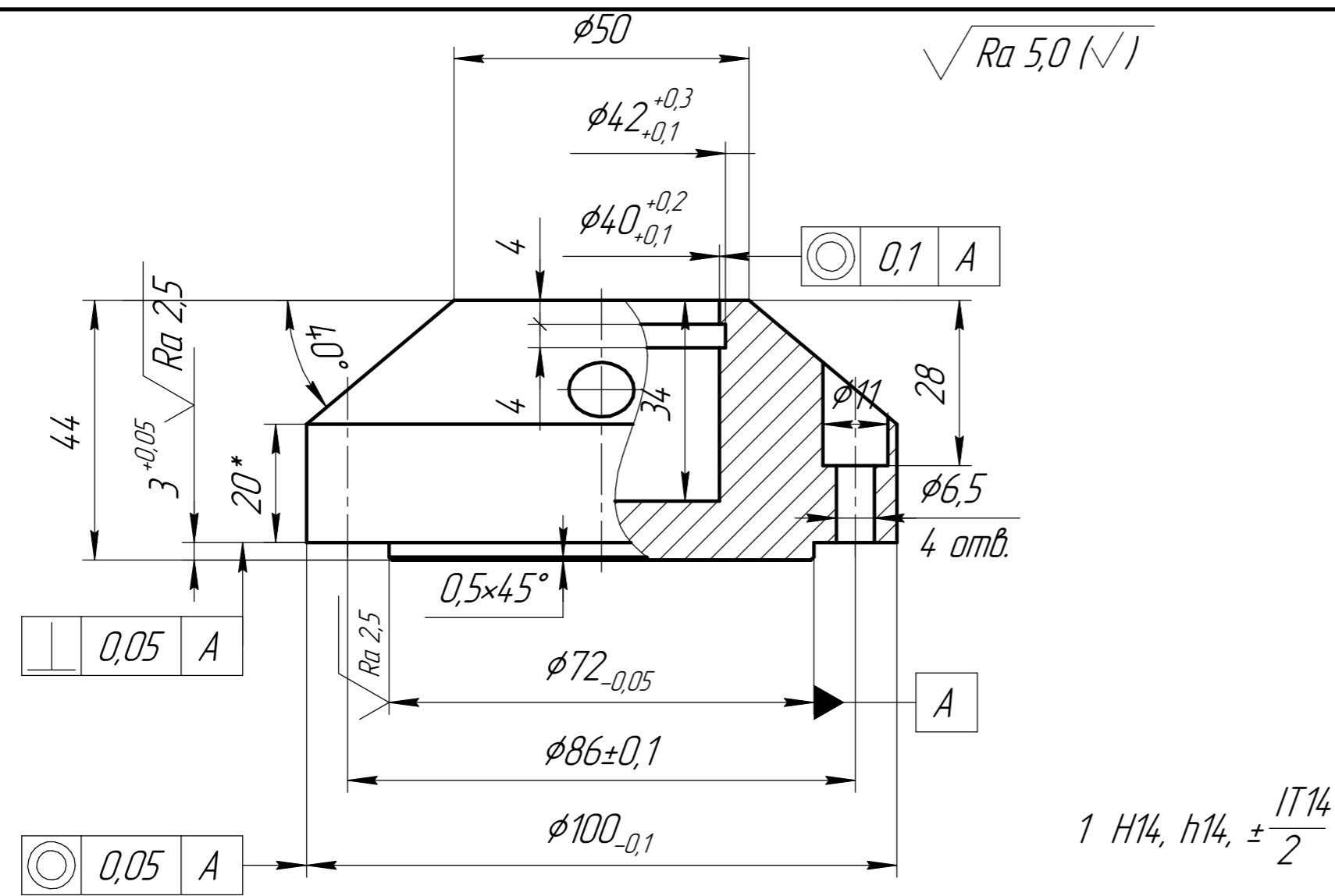
Лист № 33
 Дата и дата
 Изм. № 1
 Разраб. Кологривова Ю.И.
 Проб. Ким А.Б.
 Т.контр.
 Н.контр.
 Этб.

Приложение Г

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
<u>Документация</u>						
A1			ОИШНПТ-3-8/61-014.00.000 СБ	Сборочный чертеж		
<u>Детали</u>						
		1		Плита	1	
		2		Кондукторная плита	1	
		3		Кондукторная втулка	4	
		4		Палец	1	
<u>Стандартные изделия</u>						
		5		Болт М10-6д x 28.58 ГОСТ 7796-70	1	
		6		Винт М8-6д x 30 ГОСТ 11738-84	4	
		7		Гайка М12-6Н.04 (S18) ГОСТ 5929-70	1	
<u>Прочие изделия</u>						
		8		3-х кулачковый патрон	1	
ИШНПТ-3-8/61-014.00.000						
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		
Разраб.		Кологривова Ю.И.			Лит.	Лист
Пров.		Ким А.Б.				Листов
Н.контр.					1	
Утв.					НИ ТПУ ИШНПТ Группа 3-8/61	

Приложение Д

Карта технологического процесса



Материал	Код ед. величины	Масса детали, кг	Заготовка		
Наименование марка			Код и вид	Профиль Размеры	Масса кг
40X13 ГОСТ 5632-72		1,65	Круг 105		3,7

№ перехода	№ операции	Наименование операции и содержание перехода	Эскиз обработки	Оборудование	Приспособление	Инструмент		Наличие деталей в партии	Диаметр (ширина), мм	Расчетная длина, мм	Число рабочих ходов	Глубина резания, мм	Режим обработки		Нормы времени						
						Режущий	Измерит.						Подача	Частота, об/мин	Т ₀	Т _{ог}	Т _{пз}	Т _{шт}	Т _{штк}		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
005	A 1	<u>Заготовительная</u> Установить прутки до упора Отрезать заготовку выдерживая размер 1		Ленточно-отрезной станок 8230	Тиски																
010	A 1	<u>Токарная с ЧПУ</u> Установить и закрепить заготовку Подрезать торец выдерживая размер 1		Токарно-винторезный станок с ЧПУ 16К20Ф1	Патрон самоцентрирующий спиральный	Резец 2112-0005 Т30К4 ГОСТ 18880-73															
	2	Сверлить центровочное отверстие выдерживая размеры 1 и 2		Токарно-винторезный станок с ЧПУ 16К20Ф1	Патрон самоцентрирующий спиральный	Сверло спиральное ф25 Р6М5 ГОСТ 10933-77															
	3	Рассточить отверстие выдерживая размеры 1 и 2		Токарно-винторезный станок с ЧПУ 16К20Ф1	Патрон самоцентрирующий спиральный	Сверло спиральное ф38 Р6М5 ГОСТ 10933-77															

Имя, № работы, Подпись и дата, Взам. инв. №, Инв. № докум., Подп. и дата.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	
	4	Точить внутреннее отверстие выдерживая размеры 1 и 2				Резец 2140-0005 Т30К4 ГОСТ 18882-73	Диаметр ИМ-25-50 0.002 ГОСТ 868-82 Набор КМД 1 класса с доводками ГОСТ 9038-90 Штангенглубиномер ШГ-160-0,05 ГОСТ 162-90.	500	38	36	1	1	0,35	700	2000	251,2	0,02				
	5	Точить канавку выдерживая размеры 1, 2 и 3				Резец каналочный внутренний Т30К4 ГОСТ 18885-73	Шаблон специальный для контроля канавки	500	40	2,5	1	4	0,35	525	1500	197,8	0,15				
	6	Точить выдерживая размеры 1 и 2				Токарно-винторезный станок с ЧПУ 16К20Ф1	Штангенциркуль ШЦ-И-125-0,1 ГОСТ 166-89 Угломер типа 1 ГОСТ 5378-88	500	105	23	7	3	1,3	1235	950	149,15	0,17				
015	A	Токарная с ЧПУ				Резец 2112-0005 Т30К4 ГОСТ 18880-73	Штангенциркуль ШЦ-И-125-0,1 ГОСТ 166-89	500	105	54,5	1	1,133	0,8	320	400	131,9	0,03				
	1	Установить и закрепить заготовку Подрезать торец выдерживая размер 1					Штангенциркуль ШЦ-И-125-0,1 ГОСТ 166-89	500	105	16,5	1	14,5	0,8	520	650	148,99	0,04				
	2	Точить выдерживая размеры 1 и 2					Индикатор ИЧ10 кл.1 ГОСТ 577-68 Глубиномер ГИ-100 ГОСТ 7661-67	500	105	4,7	1	2,7	0,8	350	1000	226,1	0,04				
	3	Точить выдерживая размеры 1 и 2						500	73	2,54	1	0,54	0,35	350	1000	226,1	0,04				

ИШНПТ-3-8/161-014.00.000

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	
	4	Точить размер 1 на проход		Токарно-винторезный станок с ЧПУ 16К20Ф1	Патрон самоцентрирующийся спиральный	Резец 2112-0005 Т30К4 ГОСТ 18880-73	Микрометр гладкий МК100 ГОСТ 6507-78		500	105	22	1	2,5	0,8	520	650	204,1	0,02			
	5	Точить фаску 1		Токарно-винторезный станок с ЧПУ 16К20Ф1	Патрон самоцентрирующийся спиральный	Резец 2112-0005 Т30К4 ГОСТ 18880-73	Обеспечивается точностью настройки станка		500	72	2,5	1	0,5	0,25	375	1500	339,16	0,83			
020	A	<u>Сверлильная</u> Установить и снять заготовку		Настольный сверлильный станок с вариатором 2А112	Специальное приспособление	Сверла спиральные $\phi 6,5$ Р6М5 ГОСТ 10933-77	Индикатор многообразный МИГ-1 ГОСТ 9696-82		500	30,5	32,5	1	3,25	0,11	165	1500	30,6	0,61			
	1	Сверлить 4 отверстия на проход выдерживая размеры 1 и 2		Настольный сверлильный станок с вариатором 2А112	Специальное приспособление	Сверла спиральные $\phi 6,5$ Р6М5 ГОСТ 10933-77	Индикатор многообразный МИГ-1 ГОСТ 9696-82		500	30,5	32,5	1	3,25	0,11	165	1500	30,6	0,61			
	2	Зенковать 4 отверстия выдерживая размеры 1 и 2		Настольный сверлильный станок с вариатором 2А112	Специальное приспособление	Зенкер 2323-0508 ГОСТ 1248-71 Р6М5	Индикатор многообразный МИГ-1 ГОСТ 9696-82 Глубиномер ГМ50 ГОСТ 74-70-92		500	25	26	1	2,25	0,6	192	320	11,1				
025		<u>Контрольная</u> Контролировать деталь согласно чертежу		Стол ОТК																	

Изд. № 001/01
Лист № 001/01
Взам. инв. № 1
Инд. № 001/01
Лист № 001/01
Дата