



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

Школа Инженерная школа новых производственных технологий  
Направление подготовки 15.03.01 Машиностроение  
ООП/ОПОП Оборудование и высокоэффективные технологии в автоматизированном  
машиностроительном производстве  
Отделение школы (НОЦ) отделение машиностроения

### ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА БАКАЛАВРА

Тема работы
Технологическая подготовка производства детали «Плита верхняя» на станках с ЧПУ

УДК 621.81-2-043.61

Обучающийся

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4А91	Перемитин Евгений Владимирович		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Пустовых Ольга Сергеевна			

### КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

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

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Черемискина Мария Сергеевна			

### ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

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

**ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ООП/ОПОП**  
**Оборудование и высокоэффективные технологии в автоматизированном**  
**машиностроительном производстве**

<b>Код компетенции</b>	<b>Наименование компетенции</b>
<b>Универсальные компетенции</b>	
<b>УК(У)-1</b>	Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач
<b>УК(У)-2</b>	Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений
<b>УК(У)-3</b>	Способен осуществлять социальное взаимодействие и реализовывать свою роль в команде
<b>УК(У)-4</b>	Способен осуществлять деловую коммуникацию в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном(-ых) языке(-ах)
<b>УК(У)-5</b>	Способен воспринимать межкультурное разнообразие общества в социально- историческом, этическом и философском контекстах
<b>УК(У)-6</b>	Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни
<b>УК(У)-7</b>	Способен поддерживать должный уровень физической подготовленности для обеспечения полноценной социальной и профессиональной деятельности
<b>УК(У)-8</b>	Способен создавать и поддерживать безопасные условия жизнедеятельности, в том числе при возникновении чрезвычайных ситуаций
<b>УК(У)-9</b>	Способен проявлять предприимчивость в профессиональной деятельности, в т.ч. в рамках разработки коммерчески перспективного продукта на основе научно-технической идеи
<b>Общепрофессиональные компетенции</b>	
<b>ОПК(У)-1</b>	Умеет использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования
<b>ОПК(У)-2</b>	Осознает сущности и значения информации в развитии современного общества
<b>ОПК(У)-3</b>	Владеет основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации
<b>ОПК(У)-4</b>	Способен решать стандартные задачи профессиональной деятельности на основе информационной и библиографической культуры с применением информационно-коммуникационных технологий и с учетом основных требований информационной безопасности
<b>ДОПК(У)-1</b>	Способен разрабатывать и оформлять конструкторскую документацию в соответствии со стандартами и с учетом технических и эксплуатационных характеристик деталей и узлов изделий
<b>Профессиональные компетенции</b>	
<b>ПК(У)-1</b>	Способен обеспечивать технологичность изделий и процессов их изготовления; умением контролировать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий

<b>ПК(У)-2</b>	Способен разрабатывать технологическую и производственную документацию с использованием современных инструментальных средств
<b>ПК(У)-3</b>	Способен обеспечивать техническое оснащение рабочих мест с размещением технологического оборудования; умением осваивать вводимое оборудование
<b>ПК(У)-4</b>	Способен участвовать в работах по доводке и освоению технологических процессов в ходе подготовки производства новой продукции, проверять качество монтажа и наладки при испытаниях и сдаче в эксплуатацию новых образцов изделий, узлов и деталей выпускаемой продукции
<b>ПК(У)-5</b>	Умеет проверять техническое состояние и остаточный ресурс технологического оборудования, организовывать профилактический осмотр и текущий ремонт оборудования
<b>ПК(У)-6</b>	Умеет проводить мероприятия по профилактике производственного травматизма и профессиональных заболеваний, контролировать соблюдение экологической безопасности проводимых работ
<b>ПК(У)-7</b>	Умеет выбирать основные и вспомогательные материалы и способы реализации основных технологических процессов и применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении изделий машиностроения
<b>ПК(У)-8</b>	Умеет применять методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий
<b>ПК(У)-9</b>	Способен к метрологическому обеспечению технологических процессов, к использованию типовых методов контроля качества выпускаемой продукции
<b>ПК(У)-10</b>	Умеет учитывать технические и эксплуатационные параметры деталей и узлов изделий машиностроения при их проектировании
<b>ПК(У)-11</b>	Умеет использовать стандартные средства автоматизации при проектировании деталей и узлов машиностроительных конструкций в соответствии с техническими заданиями
<b>ПК(У)-12</b>	Способен оформлять законченные конструкторские документы в соответствии со стандартами, техническими условиями и другим нормативным документам
<b>ПК(У)-16</b>	Способен к систематическому изучению научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта по соответствующему профилю подготовки
<b>ПК(У)-17</b>	Умеет обеспечивать моделирование технических объектов и технологических процессов с использованием стандартных пакетов и средств автоматизированного проектирования, проводить эксперименты по заданным методикам с обработкой и анализом результатов



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

Школа Инженерная школа новых производственных технологий  
Направление подготовки (ООП/ОПОП) 15.03.01 Машиностроение  
Отделение школы (НОЦ) отделение машиностроения

УТВЕРЖДАЮ:  
Руководитель ООП/ОПОП  
\_\_\_\_\_ Ефременков Е.А.  
(Подпись) (Дата) (ФИО)

**ЗАДАНИЕ  
на выполнение выпускной квалификационной работы**

Обучающийся:

Группа	ФИО
4А91	Перемитин Евгений Владимирович

Тема работы:

Технологическая подготовка производства детали «Плита верхняя» на станках с ЧПУ	
<i>Утверждена приказом директора (дата, номер)</i>	№34-98/с от 03.02.2023

Срок сдачи обучающимся выполненной работы:	05.06.2023
--	------------

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

<b>Исходные данные к работе</b>	Чертёж детали «Плита верхняя» Тип производства: мелкосерийное
<b>Перечень разделов пояснительной записки подлежащих исследованию, проектированию и разработке</b>	Технологическая подготовка производства заданной детали. Проектирование технологического процесса изготовления детали с использованием станков с ЧПУ. Разработка принципиальной схемы механизированного оборудования.
<b>Перечень графического материала</b>	Чертеж изделия. Карты наладки. Технологические карты.
<b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b> <i>(с указанием разделов)</i>	
<b>Раздел</b>	<b>Консультант</b>
<b>Технологическая часть</b>	Пустовых О.С.
<b>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</b>	Кащук И.В.
<b>Социальная ответственность</b>	Черемискина М.С.

<b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b>	30.11.2022
---	------------

**Задание выдал руководитель / консультант (при наличии):**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Пустовых О.С.			

**Задание принял к исполнению обучающийся:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4А91	Перемитин Евгений Владимирович		

## Реферат

Выпускная квалификационная работа 102 страницы, 27 таблиц, 17 рисунков, 15 источников.

Ключевые слова: МАШИНОСТРОЕНИЕ, ПЛИТА, ПЛИТА ВЕРХНЯЯ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА, ИНСТРУМЕНТ, СТАНОК, ЧПУ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС.

Объектом исследования является деталь «Плита верхняя».

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

В процессе исследования был произведен анализ технологичности изделия и используемого материала, были подобраны средства технологического оснащения, разработан оптимальный технологический процесс производства детали, рассчитаны режимы резания, спроектировано специальное механизированное приспособление для одной из операций, а также были разработаны карта наладки и программный код для станка с ЧПУ. Были произведены экономические расчёты, а также анализ возможных опасных и вредных факторов для снижения их влияния на исполнителя и окружающую среду.

## Оглавление

Введение.....	9
1. Технологическая подготовка производства детали .....	11
2. Проектирование технологического процесса изготовления детали.....	13
• 2.1. Анализ технологичности конструкции изделия .....	13
• 2.2. Выбор заготовки, определение программы выпуска .....	15
• 2.3. Обеспечение эксплуатационных свойств детали .....	16
• 2.4. Разработка технологического маршрута изготовления детали ...	17
• 2.5. Расчет припусков на обработку.....	23
• 2.6. Уточнение технологических баз и схемы закрепления заготовки .....	25
• 2.7. Уточнение содержания переходов .....	26
• 2.8. Выбор средств технологического оснащения.....	28
• 2.9. Расчет режимов резания .....	34
• 2.10. Получение кода для операций с применением ЧПУ .....	53
• 2.11. Размерный анализ технологического процесса .....	54
• 2.12. Специальная механизированная оснастка .....	56
• 2.13. Расчет усилий зажима заготовки в приспособлении .....	58
• 2.14. Расчёт приспособления на точность .....	59
• 2.15. Проектирование гибкой производственной системы (модуля) ...	62
3. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение.	65
• 3.1. Анализ конкурентных технических решений.....	66
• 3.2. SWOT-анализ .....	67
• 3.3. Планирование научно-исследовательских работ .....	69
3.3.1 Структура работ в рамках научного исследования .....	69
3.3.2. Определение трудоемкости выполнения работ и разработка графика проведения .....	70
• 3.4. Бюджет научно-технического исследования .....	74
3.4.1. Расчет материальных затрат научно-технического исследования .....	74
3.4.2. Расчет амортизации специального оборудования.....	75
3.4.3. Основная заработная плата исполнителей темы .....	76
3.4.4. Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)	78

3.4.5. Накладные расходы .....	79
3.4.6. Бюджет ВКР .....	79
• 3.5. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования .....	80
• Выводы по разделу.....	84
4. Социальная ответственность .....	87
• 4.1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности .....	88
4.1.1. Правовые вопросы обеспечения безопасности.....	88
4.1.2. Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны .....	89
• 4.2. Производственная безопасность .....	90
4.2.1. Нарушение параметров освещения .....	91
4.2.2. Отклонение показателей микроклимата.....	91
4.2.3 Превышение уровня допустимого шума .....	92
4.2.4 Превышение уровня допустимой вибрации.....	93
4.2.5 Нарушения электробезопасности.....	94
4.2.6 Нервно-психические перегрузки.....	95
• 4.3. Экологическая безопасность .....	95
• 4.4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях .....	96
• Выводы по разделу .....	98
Заключение .....	99
Список литературы .....	100
Приложение .....	102



## Введение

Машиностроение является одной из ключевых отраслей экономики России, которая играет важную роль в развитии страны. Эта отрасль производит высокотехнологичное оборудование и машины для различных отраслей промышленности, таких как автомобильная, аэрокосмическая, энергетическая, нефтегазовая, медицинская и другие.

Развитие машиностроения в России имеет важное значение для обеспечения экономического роста и устойчивого развития страны. Множество крупных машиностроительных предприятий в России производят продукцию высокого качества, которая конкурентоспособна на мировом рынке. Развитие машиностроения в России способствует укреплению национальной экономики и повышению конкурентоспособности страны.

Несмотря на ряд вызовов, с которыми сталкивается машиностроение в России, таких как нехватка квалифицированных кадров и ограниченный доступ к финансированию, отрасль продолжает развиваться и совершенствоваться. В последние годы правительство России активно поддерживает машиностроение, предоставляя различные льготы и субсидии для развития этой отрасли.

Автоматизация производства и использование станков с ЧПУ имеют значительное влияние на уровень развития машиностроения в России. Это позволяет увеличить производительность, снизить затраты на производство и улучшить качество продукции. Это особенно важно в современном машиностроении, где требуется высокая точность и скорость обработки деталей.

Использование станков с ЧПУ позволяет автоматизировать процесс обработки деталей, что уменьшает количество ошибок, повышает точность и

скорость обработки. Кроме того, станки с ЧПУ позволяют производить сложные детали, которые ранее были недоступны для производства.

Таким образом, автоматизация производства и использование станков с ЧПУ являются важными факторами, которые способствуют развитию машиностроения в России.

## **1. Технологическая подготовка производства детали**

Технологическая подготовка производства (ТПП) – это процесс подготовки производства к производству определенного продукта. Он включает в себя разработку технологических процессов, выбор необходимого оборудования, определение необходимых материалов и компонентов, разработку инструкций по сборке и тестированию продукта, а также обучение персонала.

Цель технологической подготовки производства заключается в обеспечении эффективного и безопасного производства продукта с минимальными затратами на время и ресурсы. Для этого необходимо разработать технологические процессы, выбрать необходимое оборудование, определить необходимые материалы и компоненты, разработать инструкции по сборке и тестированию продукта, а также обучить персонал. В результате технологической подготовки производства должна быть достигнута максимальная производительность и качество продукта. ТПП состоит из следующих пунктов:

- обеспечение технологичности изделия
- разработка и интеграция технологических процессов (процесс получения заготовки, механообработка и др.) для производства деталей;
- подготовка, проектирование и изготовление необходимого оборудования и средств технологической оснастки;
- управление процессами.

Специфика производства и его объем определяют трудовые и экономические затраты при производстве деталей. Для снижения таковых применяются технологии на базе электронно-вычислительных машин (ЭВМ), что автоматизирует производство и, как следствие, оптимизирует его. Для этого используются САПР. САПР (системы автоматизированного

проектирования) применяются при технологической подготовке производства для разработки и оптимизации технологических процессов, создания 3D-моделей деталей и сборок, а также для создания управляющих программ для станков с ЧПУ. С помощью САПР можно проводить анализ прочности деталей, снижать расход материалов, сократить время производства и повысить качество продукции. В основе стандартов, используемых на отдельном предприятии, лежит единая система технологической подготовки производства (ЕСТП). ЕСТП – это комплекс программных и аппаратных средств, который объединяет все этапы технологической подготовки производства. Она включает в себя модули для разработки технологических процессов, создания управляющих программ для станков с ЧПУ, подготовки производства к запуску, контроля качества и мониторинга производственных процессов.

Определим основные этапы ТПП для производства детали «Плита верхняя».

1. Определяется технологичность изделия, анализируется материал заготовки.
2. Строится маршрутная карта с последовательностью выполнения операций с внедрением технологий ЧПУ. На этом этапе идет подбор инструмента, подготовка специальной механизированной оснастки, разработка гибкой производственной системы и т.д.
3. Создается технологическая документация, в том числе и карта наладки, а также программа для станка с ЧПУ.
4. Производится формирование пояснительной записки и ее оформление в соответствии со стандартами.

## 2. Проектирование технологического процесса изготовления детали

### 2.1 Анализ технологичности конструкции изделия

Основная цель данного анализа – снижение потенциальных металло- и трудозатрат.

Деталь «Плита верхняя» выполняется из материала Сталь 40Х ГОСТ 4543-71. Проведем анализ материала и его свойств.

Сталь 40Х относится к конструкционным легированным хромистым сталям широкого применения. Ее главными достоинствами являются прочность, износостойкость и устойчивость к коррозии, а еще она экологична и безопасна для здоровья человека. Сталь сложна в изготовлении, что сказывается на ее стоимости.

Сталь 40Х показывает хорошие свойства при обработке давлением, поэтому её применяют для изготовления деталей штамповкой, ковкой, прокаткой. ГОСТ регламентирует трубы и различный листовой и фасонный прокат из 40Х. Данная деталь изготавливается из листового металла.

Цифра 40 в названии материала говорит о содержании углерода (0,40%), а буква Х – о наличии хрома (в районе 1%). Основная задача данного легирующего элемента – обеспечение коррозионной стойкости, а также повышение параметров прочности и твердости. Наличие других элементов в составе отображено на рисунке 1. Данная сталь легко справляется с обработкой резанием.

Химический состав в % материала сталь 40Х

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Cu
0.36 – 0.44	0.17 – 0.37	0.5 – 0.8	до 0.3	до 0.035	до 0.035	0.8 – 1.1	до 0.3

Рисунок 1 – Химический состав Стали 40Х

Чертеж, данный в качестве технического задания, не отражает всех аспектов при изготовлении детали. Все поверхности имеют показатель шероховатости Ra 3,2 за исключением верхней и нижней поверхностей (Ra 1,0). Самым сложным моментом при изготовлении данной детали будет получение отверстий, так как они располагаются под определенным углом от оси с допуском в  $\pm 2'$ . Большая часть размеров выполняется по 14 качеству, из-за чего можно сделать вывод, что большая часть операций не потребует высокой точности.

## 2.2 Выбор заготовки, определение программы выпуска

При выборе метода получения заготовки решающими факторами являются: форма детали, масса, материал, объём выпуска деталей. Окончательное решение о выборе метода принимается на основе технико-экономических расчетов.

Исходными данными при расчёте заготовки будут являться следующие:

- материал – сталь 40Х,
- масса детали – 3,6 кг;

Определим программу выпуска в зависимости от габаритов, массы (веса) изделия и заданного типа производства.

Серийное производство характеризуется ограниченным выпуском продукции, но большими сериями. Серийное производство подразделяется на крупносерийное и мелкосерийное.

Заданный тип производства: мелкосерийное – характеризуется широкой номенклатурой, большим размером серии, редкой периодичностью выпуска. По характеру близко к единичному. В мелкосерийном производстве используют как специальные средства технологического оснащения, так и универсальные. Оборудование в цехах располагают по ходу технологического процесса или по его типам. Технологические процессы разрабатываются подробно. Квалификация основных рабочих в целом ниже, чем в единичном производстве, но остается высокой.

Так как масса детали 3,6 кг, и тип производства – мелкосерийное, то по ГОСТ 3.1108-74 определим программу выпуска деталей.

$$N \text{ выпуска} = 500 \text{ деталей/год}$$

### 2.3. Обеспечение эксплуатационных свойств

С помощью программы SolidWorks 2020 было произведено исследование с воздействием силы на деталь, исходя из чего можно увидеть, что в целом данная деталь достаточно легко справляется с приложенными нагрузками. Есть небольшие напряжения в области двух отверстий (на рисунке отмечены красной областью), но в целом это не критично. Данное изделие пригодно для эксплуатации.

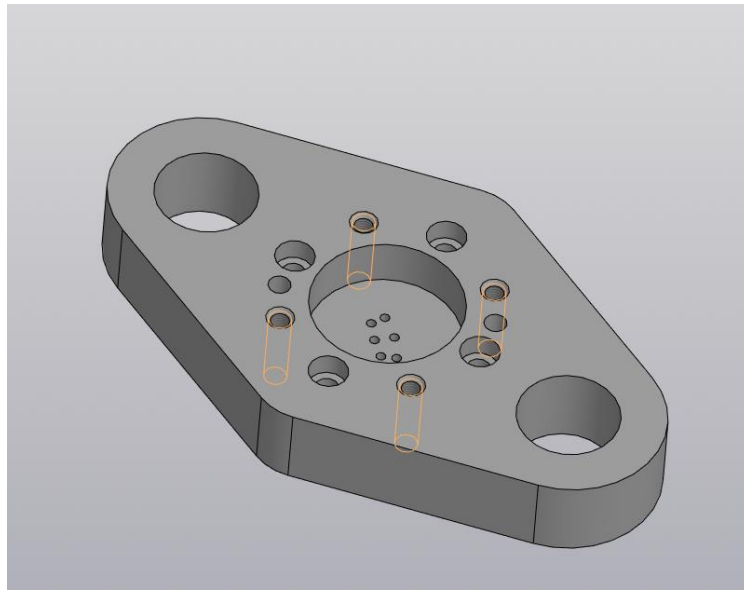


Рисунок 2 – 3D-модель детали, выполненная в программе КОМПАС-3D

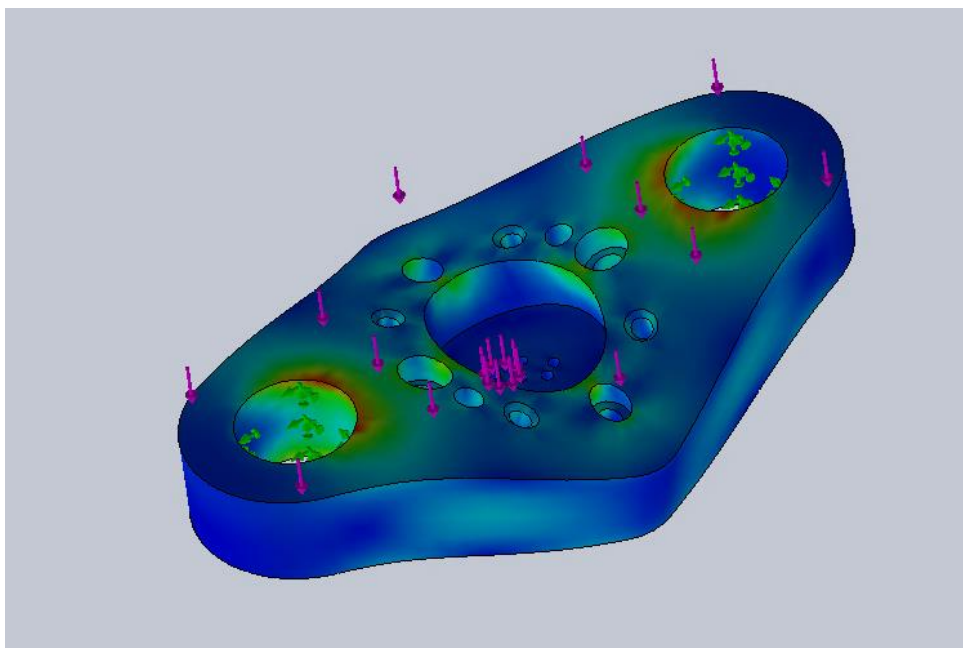


Рисунок 3 – Эпюра напряжений von Mises



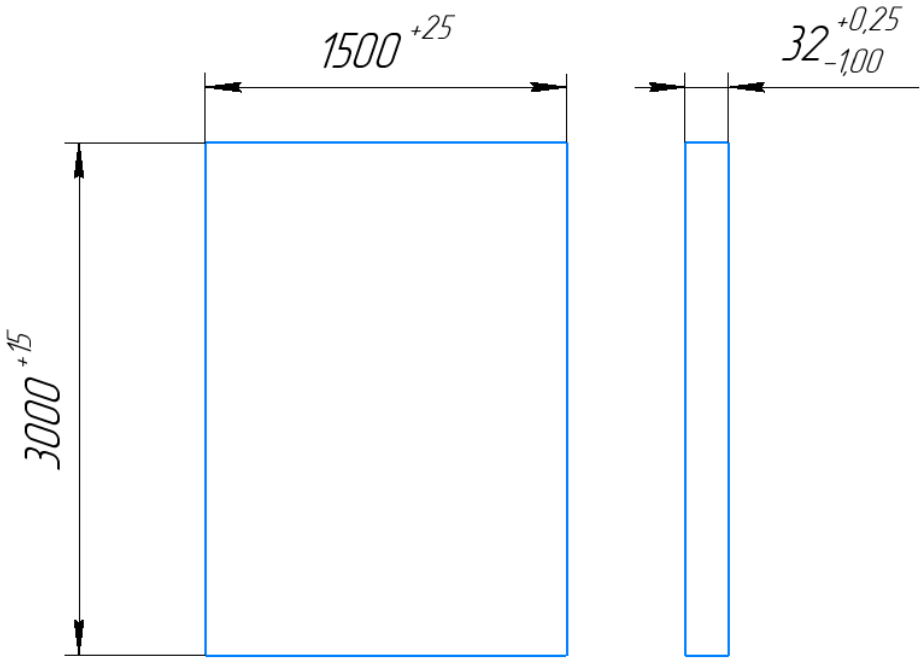
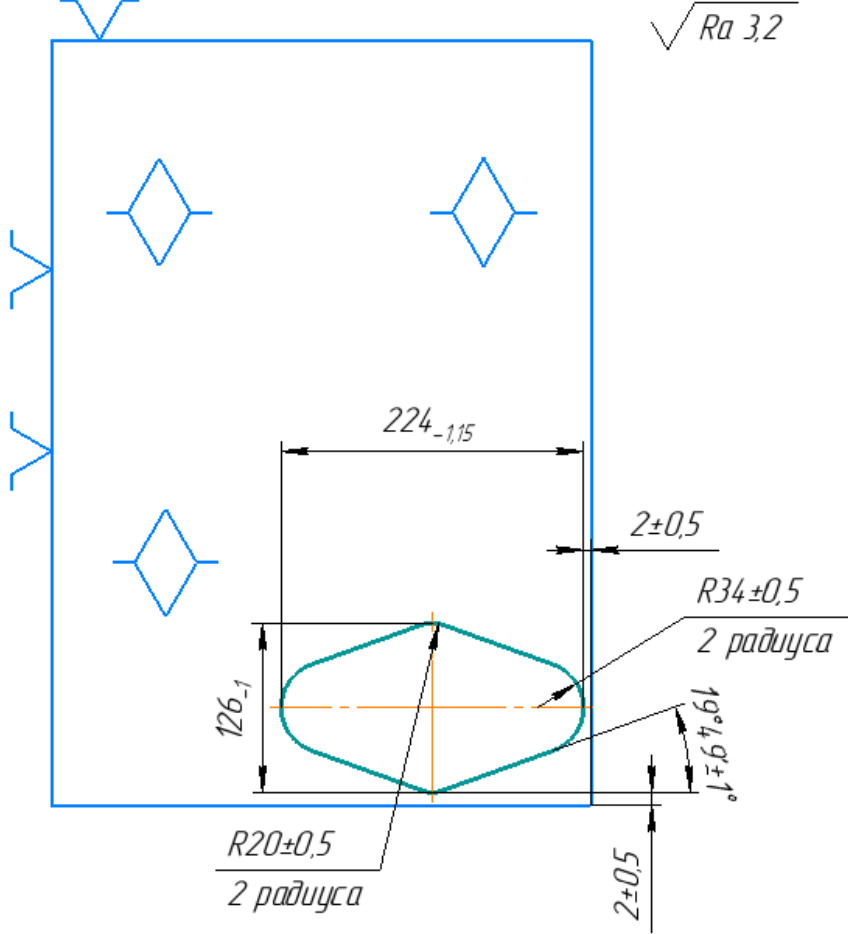
## 2.4. Разработка технологического маршрута изготовления детали

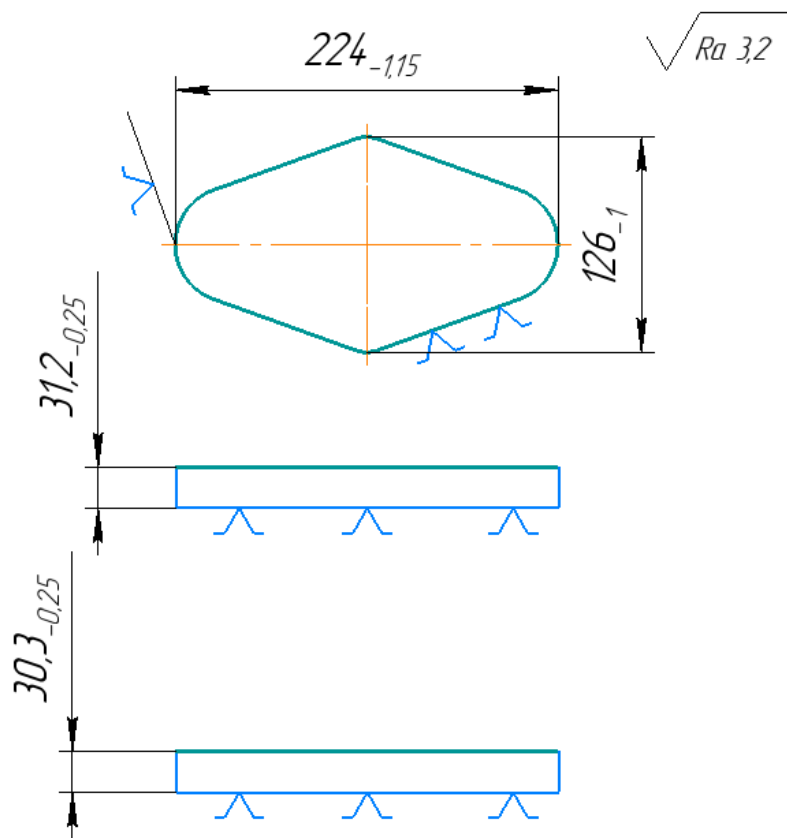
Под технологическим маршрутом изготовления детали понимается последовательность выполнения технологических операций с выбором типа оборудования. Маршрут обработки детали «Плита верхняя» составим на основе типовых техпроцессов, результат оформим в виде таблицы 2.1.

Таблица 2.1 – Технологический маршрут изготовления детали «Плита верхняя»

005	Заготовительная
010	Гидроабразивная
015	Абразивная
020	Фрезерная
025	Слесарная
030	Координатно-расточная
035	Фрезерная с ЧПУ
040	Сверлильная
045	Сверлильная
050	Шлифовальная
055	Промывочная
060	Консервация

Таблица 2.2 – Технологический процесс изготовления детали «Плита верхняя»

	<p><b>005</b> <b>Заготовительная</b></p> <p>1. Взять лист согласно ГОСТ 19903-2015 с параметрами: <math>3000^{+15}</math> х <math>1500^{+25}</math> мм и толщиной <math>32^{+0,25}_{-1}</math> мм.</p>
	<p><b>010 Абразивно-отрезная</b></p> <p>А. Установить заготовку на рабочий стол. Базы: левый торец и опорная поверхность.</p> <p>1. Отрезать заготовку, выдерживая размеры согласно эскизу.</p>
<p><b>015 Галтовка</b></p> <p>1. Галтовать согласно ГОСТ 23505-79.</p>	



### 020 Фрезерная

А. Установить заготовку в тисках. Базы: опорная поверхность и левый торец

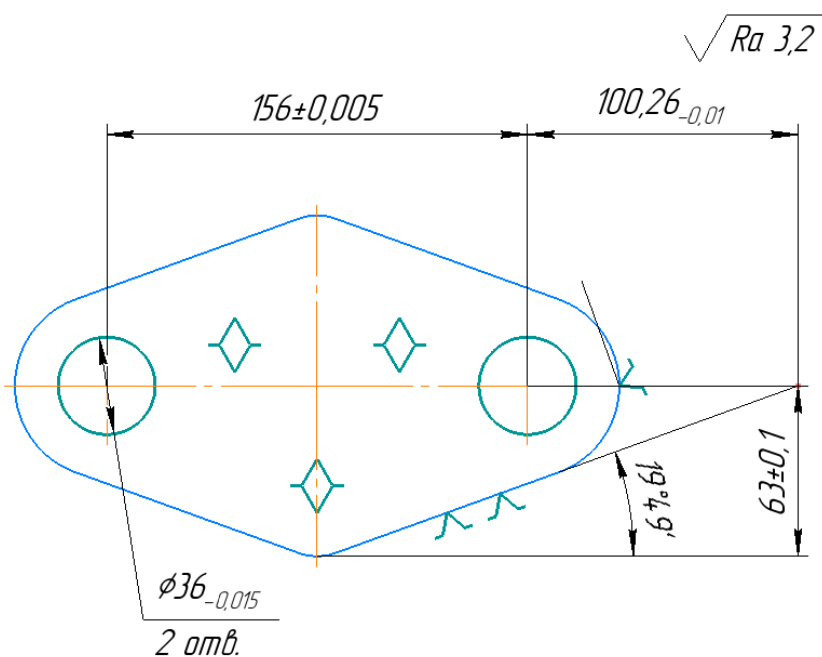
1. Фрезеровать поверхность, выдерживая размер  $31,2_{-0,25}$  мм.

Б. Переустановить заготовку в тисках. Базы: опорная поверхность и левый торец

2. Фрезеровать поверхность, выдерживая размер  $30,3_{-0,25}$  мм.

### 025 Слесарная

1. Снять заусенцы, притупить острые кромки напильником.

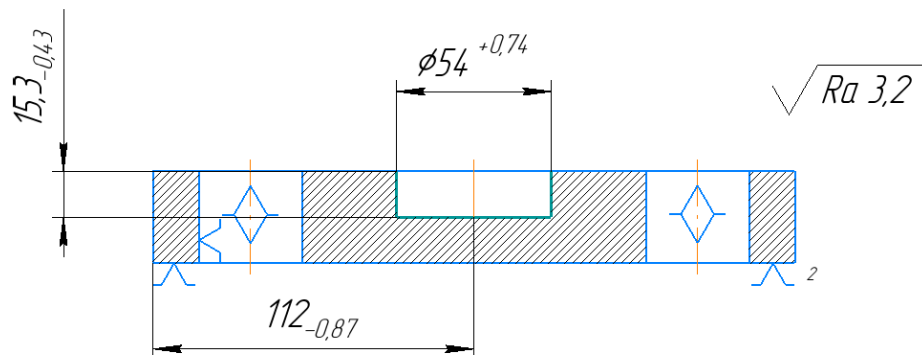


### 030 Координатно-расточная

А. Установить заготовку в тисках. Базы: опорная поверхность и левый торец

1. Центровать 2 отверстия.

2. Расточить отверстия  $\phi 36_{-0,015}$  расточным резцом, выдерживая размеры согласно эскизу.

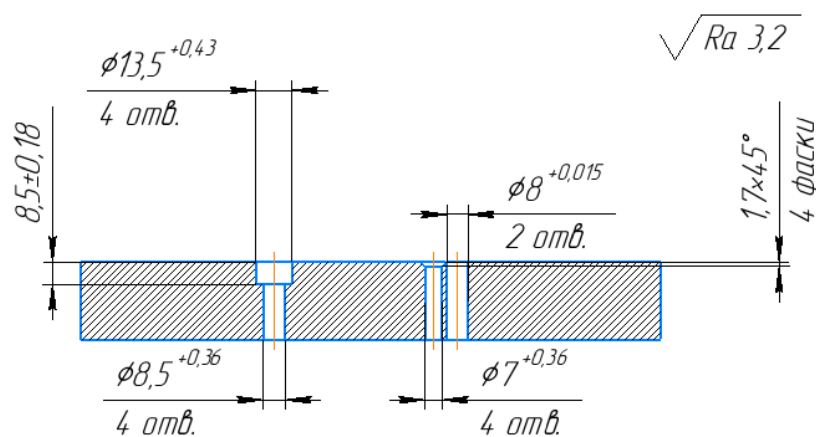


### 035 Фрезерная с ЧПУ

А. Установить заготовку на специальное приспособление с цилиндрическим и срезанным пальцами.

Базы: опорная поверхность и левый торец

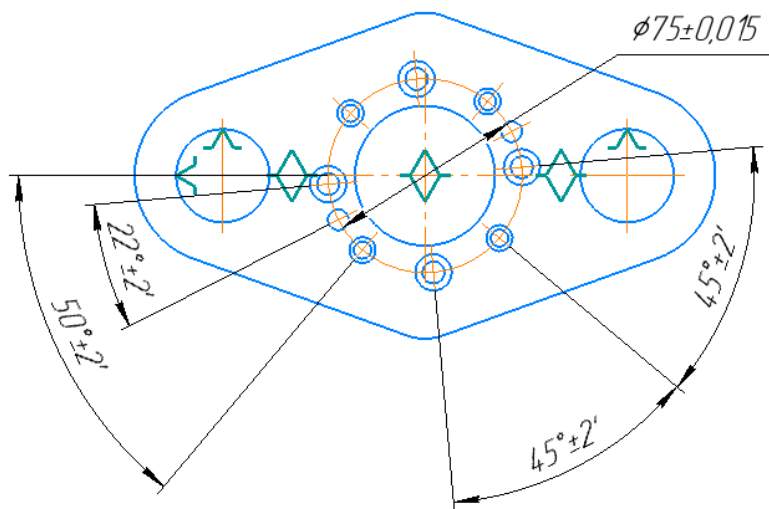
1. Фрезеровать глухое отверстие  $\phi 54^{+0,74}$  мм концевой фрезой, выдерживая размеры  $15,3_{-0,43}$  мм,  $112_{-0,87}$  мм



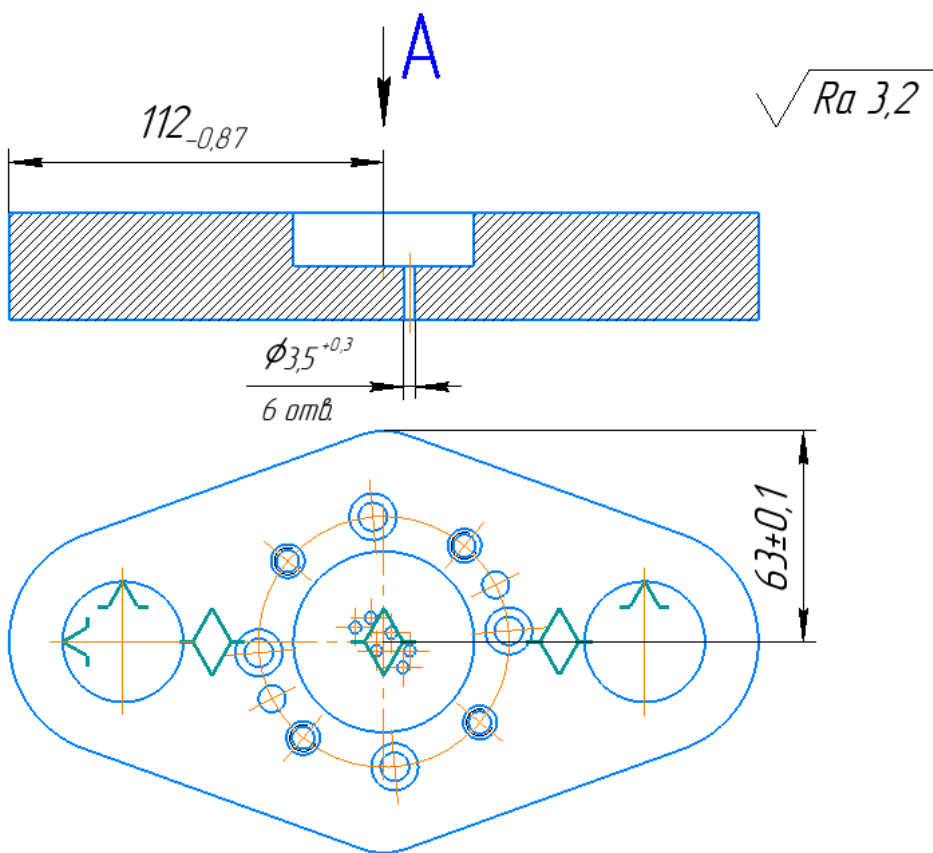
### 040 Сверлильная

А. Установить заготовку в кондуктор на поворотный стол. Базы: опорная поверхность и левый торец.

1. Сверлить 4 сквозных отверстия  $\phi 7^{+0,36}$  мм, выдерживая размеры  $1,7 \times 45^\circ$  мм,  $\phi 75 \pm 0,015$  мм,  $50^\circ \pm 2'$ .
2. Сверлить 2 сквозных отверстия  $\phi 8^{+0,015}$  мм, выдерживая размеры  $\phi 75 \pm 0,015$  мм,  $22^\circ \pm 2'$ .
3. Сверлить 4 сквозных отверстия  $\phi 8,5^{+0,36}$  мм, выдерживая

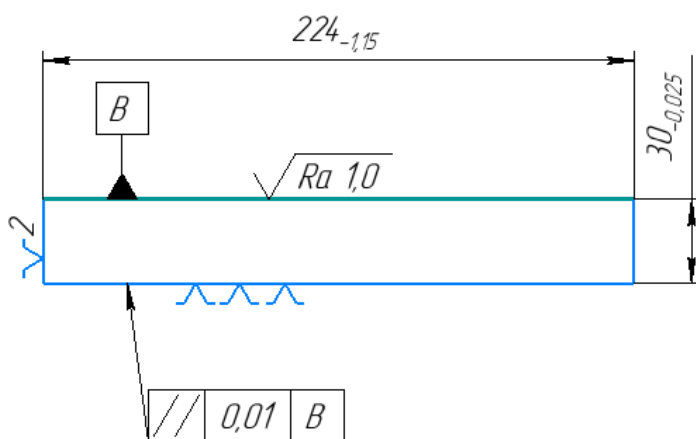
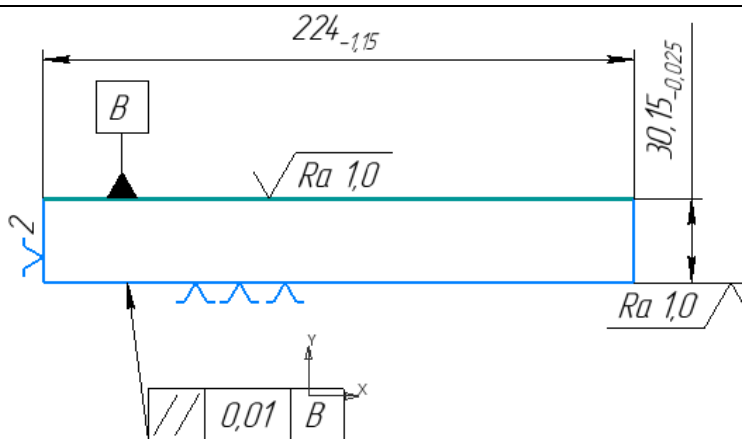
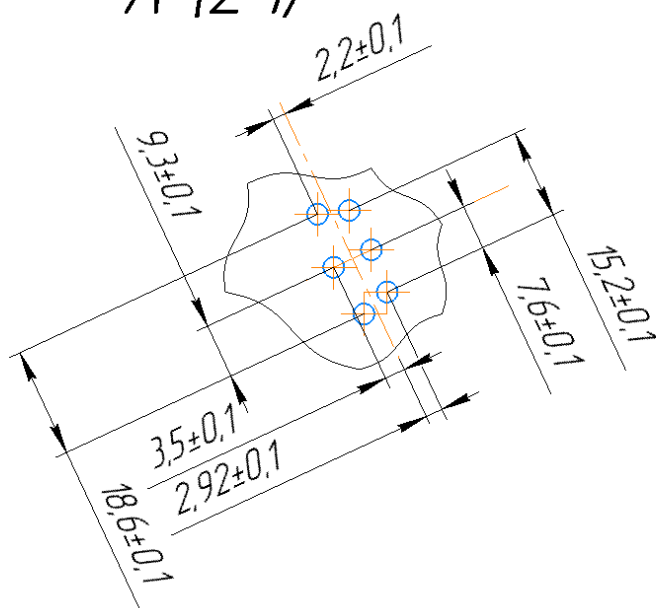


размеры  $\varnothing 75 \pm 0,015$  мм,  $45^\circ \pm 2'$ .  
 4. Цековать 4 отверстия  $\varnothing 13,5^{+0,43}$  мм, выдерживая размер  $8,5 \pm 0,18$  мм.  
 5. Нарезать резьбу М8 в четырёх отверстиях  $\varnothing 7^{+0,36}$  метчиком.



**045 Сверлильная**  
 А. Установить заготовку на плите с цилиндрическим и срезанным пальцами на поворотном столе. Базы: опорная поверхность и левый торец.  
 1. Сверлить 6 сквозных отверстий  $\varnothing 3,5^{+0,3}$  мм, выдерживая размеры согласно эскизу.

A (2:1)



**050**

**Шлифовальная**

А. Установить заготовку в тиски. Базы: опорная поверхность, левый торец.

1. Шлифовать поверхность согласно эскизу.

Б. Переустановить заготовку в тисках. Базы: опорная поверхность, левый торец.

2. Шлифовать поверхность согласно эскизу.

**055 Промывочная**

1. Промыть деталь по типовому техпроцессу ТТП 01279 – 00001.

**060 Консервация**

1. Консервировать деталь по типовому техпроцессу ТТП 60270 – 00001, вариант 2.

## 2.5. Расчёт припусков на обработку

Таблица 2.3 – Расчет припусков на обработку для 3 выбранных размеров

Технологические переходы обработки поверхности	Составляющие минимального припуска на обработку				Расчетный минимальный припуск $2z_{min}$ , мкм	Принятый технологический исполнительный размер $d_{пр}$ , мм	Допуск $T_d$ , мкм	Предельный размер, мм	
	$R_{zi-1}$	$h_{i-1}$	$\rho$	$\varepsilon$				$d_{min}$ $/l_{min}$	$d_{max}$ $/l_{max}$
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>Отверстие <math>\varnothing 54^{+0,74}</math></b>									
Заготовка – отрезка заготовки из листа (h14)	80	150	250	-	-	126h16	1000	125,5	126,5
Черновое фрезерование (h14)	40	60	90	100	580	30,3h14	250	30,05	30,3
Чистовое фрезерование для получения отверстия (h14)	10	40	45	60	310	$\varnothing 54^{+0,74}$	740	54	54,74
<b>Винтовое отверстие <math>\varnothing 13,5^{+0,43}</math></b>									
Заготовка – отрезка заготовки из листа (h14)	80	150	250	-	-	126h16	1000	125,5	126,5
Черновое фрезерование (h14)	40	60	90	100	580	30,3h14	250	30,05	30,3
Сверление отверстия (h14)	25	60	90	5	360	$\varnothing 8,5h14$	360	8,5	8,86
Получение отверстия цековкой (h14)	12,5	40	45	5	205	$\varnothing 13,5^{+0,43}$	430	13,5	13,93

Длина изделия $224 \pm 0,575$									
Заготовка (h16)	100	150	250	-	-	1500h16	10000	1500	1510
Отрезная (h14)	80	150	250	500	1960	$224_{-0,575}^{+0,575}$	1150	223,42	224,57

При односторонней обработке (для поверхностей не тел вращения):

$$Z_{min_i} = R_{z_{i-1}} + h_{i-1} + \Delta_{\varepsilon_{i-1}} + \varepsilon_i$$

$Z_{min_i}$  – минимальный припуск для данной операции;

$R_{z_{i-1}}$  – шероховатость поверхности после предыдущей операции;

$h_{i-1}$  – глубина дефектного слоя после предыдущей операции;

$\Delta_{\varepsilon_{i-1}}$  – сумма погрешностей формы и расположения поверхностей заготовки после предыдущей операции;

$\varepsilon_i$  – погрешность установки и закрепления перед данной операцией.



## **2.6. Уточнение технологических баз и схемы закрепления заготовки**

Операция 010 «Абразивно-отрезная»: закрепление на плоскости установки, базы: левый торец и опорная поверхность.

Операция 020 «Фрезерная»: закрепление в тисках, базы: торец и опорная поверхность.

Операция 030 «Координатно-расточная»: закрепление на поворотном столе с помощью т-образных болтов, базы: торцы и опорная поверхность.

Операция 035 «Фрезерная с ЧПУ»: закрепление на плите с двумя отверстиями, в которые вставляются специальные цилиндрический и срезанный пальцы; базы: два отверстия и опорная поверхность.

Операция 040 «Сверлильная»: закрепление на поворотном столе, на который устанавливается специальное приспособление; базы: два отверстия и опорная поверхность.

Операция 045 «Сверлильная»: закрепление на поворотном столе с помощью т-образных болтов на плите с двумя отверстиями, в которые вставляются специальные цилиндрический и срезанный пальцы; базы: два отверстия и опорная поверхность.

Операция 050 «Шлифовальная»: закрепление в тисках, базы: левый торец и опорная поверхность.

## 2.7. Уточнение содержания переходов

### Операция 010 «Абразивно-отрезная»:

Отрезать заготовку по контуру, выдерживая размеры  $224_{-1,15}$  мм;  $2 \pm 0,5$  мм;  $2 \pm 0,5$  мм;  $126_{-1}$  мм;  $R34 \pm 0,5$  мм;  $R20 \pm 0,5$  мм;  $19^{\circ}49' \pm 1^{\circ}$  – 2 прохода.

### Операция 020 «Фрезерная»:

Фрезеровать заготовку, выдерживая размер  $31,2_{-0,25}$  мм – 1 проход;

Фрезеровать заготовку, выдерживая размер  $30,3_{-0,25}$  мм – 1 проход;

### Операция 030 «Координатно-расточная»:

1. Центровать, выдерживая размеры  $156 \pm 0,005$  мм;  $19^{\circ}49'$ ;  $63 \pm 0,1$  мм,  $100,26_{-0,01}$  мм – 1 проход на каждое отверстие.

2. Расточить отверстия  $\varnothing 36_{-0,015}$  расточным резцом, выдерживая размеры –  $156 \pm 0,005$  мм;  $19^{\circ}49'$ ;  $63 \pm 0,1$  мм,  $100,26_{-0,1}$  мм – 5 проходов на каждое отверстие.

### Операция 035 «Фрезерная с ЧПУ»:

Фрезеровать глухое отверстие  $\varnothing 54^{+0,74}$ , выдерживая размер  $15_{-0,43}$  мм – 1 проход.

### Операция 040 «Сверлильная»:

1. Сверлить 4 сквозных отверстия  $\varnothing 7^{+0,36}$  мм, выдерживая размеры  $1,7 \times 45^{\circ}$  мм,  $\varnothing 75 \pm 0,015$  мм,  $50^{\circ} \pm 2'$  – 1 проход на каждое отверстие.

2. Сверлить 4 сквозных отверстия  $\varnothing 8,5^{+0,36}$  мм, выдерживая размеры  $\varnothing 75 \pm 0,015$  мм,  $45^{\circ} \pm 2'$  – 1 проход на каждое отверстие.

3. Сверлить 2 сквозных отверстия  $\varnothing 8^{+0,015}$  мм, выдерживая размеры  $\varnothing 75 \pm 0,015$  мм,  $22^{\circ} \pm 2'$  – 1 проход на каждое отверстие.

4. Цековать 4 отверстия  $\varnothing 13,5^{+0,43}$  мм, выдерживая размер  $8,5 \pm 0,18$  мм – 1 проход на каждое отверстие.

5. Нарезать резьбу М8 в четырёх отверстиях  $\varnothing 7^{+0,36}$  метчиком – 1 проход на каждое отверстие.

**Операция 045 «Сверлильная»:**

Сверлить 6 сквозных отверстий  $\varnothing 3,5^{+0,3}$ , выдерживая размеры  $15,2 \pm 0,1$  мм;  $7,6 \pm 0,1$  мм;  $2,2 \pm 0,1$  мм;  $2,92 \pm 0,1$  мм;  $3,5 \pm 0,1$  мм;  $9,3 \pm 0,1$  мм;  $18,6 \pm 0,1$  мм – 1 проход на каждое отверстие.

**Операция 050 «Шлифовальная»:**

Шлифовать наружную поверхность в размер  $30,15_{-0,025}$  мм на длину  $224_{-1,15}$  мм – 6 проходов.

Шлифовать наружную поверхность в размер  $30_{-0,025}$  мм на длину  $224_{-1,15}$  мм – 6 проходов.

## 2.8. Выбор средств технологического оснащения

Таблица 2.4 – Подбор оборудования и оснастки

Операция	Оборудование	Приспособление
005 Заготовительная	-	-
010 Абразивно-отрезная	Установка для гидроабразивной резки DeKart W2030L	-
015 Галтовка	Центробежная галтовочная установка Ротор 20	-
020 Фрезерная	Фрезерный станок ФП-17	Тиски 7200-0217 ГОСТ 16518-96
025 Слесарная	Верстак слесарный ГОСТ Р 58863-2020	-
030 Координатно-расточная	Координатно-расточный станок 2450	Стол 7204-0023 В ГОСТ 16936-71 Болт 7002-2461 ГОСТ 13152-67
035 Фрезерная с ЧПУ	Фрезерный станок ФП-17	Оснастка в виде специальных цилиндрического и срезанного пальцев на плите
040 Сверлильная	Станок радиально-сверлильный 2А576	Специальное приспособление Стол 7204-0023 В ГОСТ 16936-71 Болт 7002-2461 ГОСТ 13152-67
045 Сверлильная	Станок радиально-сверлильный 2А576	Оснастка в виде специальных цилиндрического и срезанного пальцев на плите Стол 7204-0023 В ГОСТ 16936-71 Болт 7002-2461 ГОСТ 13152-67
050 Шлифовальная	Плоскошлифовальный станок 3Л722В	Тиски 7200-0217 ГОСТ 16518-96
055 Промывочная	Промывочная ванна	-
060 Консервация	-	-

Операция 010 «Абразивно-отрезная»:



Рисунок 4 – Установка для гидроабразивной резки DeKart W2030L

Операция 015 «Галтовка»:



Рисунок 5 – Центробежная галтовочная установка Ротор 20

Операция 030 «Координатно-расточная»



Рисунок 6 – Координатно-расточный станок 2450

Операция 040 «Сверлильная», Операция 045 «Сверлильная»:



Рисунок 7 – Станок радиально-сверлильный 2A576

Операция 050 «Шлифовальная»:



Рисунок 8 – Плоскошлифовальный станок 3Л722В

Операция 020 «Фрезерная», Операция 035 «Фрезерная с ЧПУ»:



Рисунок 9 – Фрезерный станок ФП-17 с ЧПУ

Таблица 2.5 – Подбор инструментов для операций

Операция	Инструмент		
	Режущий	Вспомогательный	Измерительный
005 Заготовительная	-	-	Линейка 3000 ГОСТ 427-75 ШЦ-II-125-0,05 ГОСТ 166-89
010 Абразивно-отрезная	<b>Песок гранатовый Р-Гарнет 0,1 мм</b> ТУ 3988-002-76245879-2017	-	ШЦ-II-300-0,05 ГОСТ 166-89 Линейка 300 ГОСТ 427-75 Образцы шероховатости $\sqrt{Ra} 3,2$
015 Галтовка	<b>Наполнитель для галтовки BALL SFP Ф2 ПОРЦЕЛАН ШАР</b> ГОСТ 28390-89	Компаунд ОТЕС SC 13 для галтовок шлифовальный ГОСТ 21445-84	-
020 Фрезерная	<b>Фреза торцовая 2214-0005/001</b> T5K10 60° ГОСТ 24359-80	Хвостовик 1-50 ГОСТ 25827-93	ШЦ-II-300-0,05 ГОСТ 166-89 Образцы шероховатости $\sqrt{Ra} 3,2$
025 Слесарная	<b>Напильник 2820-0028</b> ГОСТ 1465-80	-	-
030 Координатно-расточная	<b>Сверло центровочное Ø10</b> Сверло 2317-0112 P6M5 ГОСТ 4010-77 <b>Резец расточной 12x12</b> Резец 2141-0204 T15K6 ГОСТ 18883-73	Цанга 7010-0031 ГОСТ 2876-80	ШЦ-II-300-0,05 ГОСТ 166-89 Микроскоп БМИ-1 ГОСТ 8074-82 Образцы шероховатости $\sqrt{Ra} 3,2$
035 Фрезерная с ЧПУ	<b>Фреза концевая Ø50</b> ГОСТ 17025-71 T15K6	Хвостовик 2-50 ГОСТ 25827-93	ШЦ-II-300-0,05 ГОСТ 166-89 ШГ-160-01 ГОСТ 162-90 Образцы шероховатости $\sqrt{Ra} 3,2$
040 Сверлильная	<b>Сверло спиральное Ø7</b> Сверло 2300-0187-B1 ГОСТ 10902-77 P6M5 <b>Сверло спиральное Ø8</b> Сверло 2300-0195-B1 ГОСТ 10902-77	Цанга 7010-0031 ГОСТ 2876-80	ШЦ-II-300-0,05 ГОСТ 166-89 Калибр-пробка резьбовая, М8х1 ГОСТ 18465-73 Образцы шероховатости $\sqrt{Ra} 3,2$



	<p>Р6М5  <b>Сверло спиральное  Ø8,5</b>  Сверло 2300-0200-В1  ГОСТ 10902-77  Р6М5  <b>Цековка Ø13,5</b>  Цековка 2350-0678  ГОСТ 26258-87  Р6М5  <b>Метчик машинный  для резьбы М8</b>  2621-1219  ГОСТ 3266-81  Р6М5</p>		
045 Сверлильная	<p><b>Сверло спиральное  Ø3,5</b>  Сверло 2300-7533-В1  ГОСТ 10902-77  Р6М5</p>	Цанга 7010-0031 ГОСТ 2876-80	<p>ШЦ-П-300-0,05  ГОСТ 166-89  Микроскоп БМИ-1  ГОСТ 8074-82  Образцы  шероховатости  <math>\sqrt{Ra} 3,2</math></p>
050 Шлифовальная	<p><b>Шлиф. круг Ø500:</b>  1 500x20x203  ГОСТ 2424-83</p>	-	<p>ШЦ-П-300-0,05  ГОСТ 166-89  Профилометр-  профилограф Talysurf  Model 120 stylus  profiler  Образцы  шероховатости  <math>\sqrt{Ra} 1,00</math></p>
055 Промывочная	Раствор согласно ТТП 01279-00001	-	-
060 Консервация	Консервировать согласно ТТП 60270- 00001, вариант 2	-	-

## 2.9. Расчёт режимов резания

1. Рассчитаем режимы резания для операции **020 Фрезерная**.

Фреза торцовая  $\varnothing 160$ , 10 зубьев.

Материал инструмента Т5К10.

$t = 1$  мм;  $B = 126$  мм.

1. Определим подачу на зуб:

$$s_z = 0,15 \text{ мм/зуб [1, с. 283, табл. 33]}$$

2. Скорость резания (окружная скорость фрезы)

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

Значение периода стойкости для торцовых фрез при диаметре фрезы 160 мм [1, с. 290, табл. 40]:

$$T = 180 \text{ мин}$$

Значения коэффициента  $C_v$  и показателей степеней  $m, x, y, u, p, q$  определим согласно [1, с. 269-270, табл. 39]:

$$C_v = 332; x = 0,1; y = 0,4; q = 0,2; u = 0,2; p = 0; m = 0,2$$

Общий поправочный коэффициент на скорость резания, учитывающий фактические условия резания:

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

Коэффициент  $K_v$  является произведением трёх коэффициентов, учитывающих, влияние материала заготовки ( $mv$ ), состояние поверхности ( $pv$ ), материала инструмента ( $iv$ ).

$$K_{mv} = K_r \left( \frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 1 \cdot \left( \frac{750}{590} \right)^{0,9} = 1,24 \text{ [1, с.262, табл. 2]}$$

$$K_{iv} = 0,65; \text{ определяется согласно [1, с.263, табл. 6]}$$

$$K_{pv} = 1 \text{ (без корки), определяется согласно [1, с.263, табл. 5]}$$

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{pv} \cdot K_{iv} = 0,81$$

$$v = \frac{332 \cdot 160^{0,2}}{180^{0,2} \cdot 1^{0,1} \cdot 0,15^{0,4} \cdot 126^{0,2} \cdot 14^0} \cdot 0,81 \approx 213,25 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

3. Определение числа оборотов шпинделя

$$n = \frac{1000v}{\pi D_{\text{фр}}} = \frac{1000 \cdot 213,25}{160 \cdot \pi} \approx 425 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

#### 4. Определение минутной подачи

$$s_{\text{м}} = s_z \cdot z \cdot n = 0,15 \cdot 10 \cdot 425 = 637,5 \frac{\text{мм}}{\text{мин}}$$

#### 5. Расчёт сил резания

Главная составляющая силы резания при фрезеровании – окружная сила

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

Значения коэффициента  $C_p$  и показателей степеней определим согласно [1, с. 291, табл. 41]:

$$C_p = 825; x = 1; y = 0,75; q = 1,3; u = 1,1; w = 0,2$$

Поправочный коэффициент на качество обрабатываемого материала  $K_{\text{тр}}$

$$K_{\text{тр}} = 1$$

$$P_z = \frac{10 \cdot 825 \cdot 1^1 \cdot 0,15^{0,75} \cdot 126^{1,1} \cdot 10}{160^{1,3} \cdot 425^{0,2}} \cdot 1 = 1651,57 \text{ Н}$$

#### 6. Расчёт крутящего момента на шпинделе и эффективной мощности резания

$$M_{\text{кр}} = \frac{P_z \cdot D}{200} = \frac{1651,57 \cdot 160}{200} = 1321,3 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$N = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{1651,57 \cdot 213,25}{1020 \cdot 60} = 5,75 \text{ кВт}$$

2. Рассчитаем режимы резания для операции **030 Координатно-расточная**. Для расчетов будет использован «Справочник технолога-машиностроителя, том 2».

Материал режущего инструмента Р6М5

Сверло центровочное  $\varnothing 10$

Резец расточной 12x12

### 1. Сверло

#### 1. Глубина резания

$$t = 0,5D = 0,5 \cdot 10 = 5 \text{ мм}$$

### 1. Подача

По [1, с. 277, табл. 25] при  $d_{\text{св}}$  8-10 мм и стали НВ 160-240 подберем подачу:  
 $s = 0,2$  мм/об

### 2. Скорость резания

$$v = \frac{C_v \cdot D^q}{T^{m_s} s^y} \cdot K_v$$

Значение периода стойкости при сверлении при диаметре сверла 31-40 мм [1, с. 280, табл. 30]:

$$T = 25 \text{ мин}$$

Значения коэффициента  $C_v$  и показателей степеней  $m$ ,  $y$ ,  $q$  определим согласно [1, с. 278, табл. 28]:

$$C_v = 9,8; y = 0,5; q = 0,4; m = 0,2$$

Общий поправочный коэффициент на скорость резания, учитывающий фактические условия резания:

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

Коэффициент  $K_v$  является произведением трёх коэффициентов, учитывающих влияние материала заготовки ( $mv$ ), глубины резания ( $lv$ ), материала инструмента ( $iv$ ).

$$K_{mv} = K_r \left( \frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 1,2 \cdot \left( \frac{750}{590} \right)^{0,9} = 1,49 \text{ [1, с.262, табл. 2]}$$

$$K_{lv} = 1 \text{ [1, с.280, табл. 31]}$$

$$K_{iv} = 1; \text{ определяется согласно [1, с.263, табл. 6]}$$

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{lv} \cdot K_{iv} = 1,49$$

$$v = \frac{9,8 \cdot 10^{0,4}}{25^{0,2} \cdot 0,2^{0,5}} \cdot 1,49 \approx 41,1 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

### 3. Определение числа оборотов инструмента

$$n = \frac{1000v}{\pi d_{\text{св}}} = \frac{1000 \cdot 43,1}{36 \cdot \pi} \approx 1371 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

### 4. Расчёт силы резания

$$P_0 = 10 \cdot C_p \cdot D^q \cdot s^y \cdot K_{mp}$$

Значения коэффициента  $C_p$  и показателей степеней определим согласно [1, с. 281, табл. 32]:

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

$$K_{mp} = K_p$$

Поправочный коэффициент на качество обрабатываемого материала  $K_p$  [1, с. 264, табл. 9]:

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{590}{750}\right)^{0,75} \approx 0,83$$

$$P_0 = 10 \cdot 68 \cdot 10^1 \cdot 0,2^{0,7} \cdot 0,83 = 1829,4 \text{ Н}$$

## 5. Расчёт крутящего момента и эффективной мощности резания

Значения коэффициента  $C_p$  и показателей степеней определим согласно [1, с. 281, табл. 32]:

$$C_m = 0,0345; y = 0,8; q = 2; K_{mp} = K_p$$

$$M_{кр} = 10C_m \cdot D^q \cdot s^y \cdot K_{mp} = 10 \cdot 0,0345 \cdot 10^2 \cdot 0,2^{0,8} \cdot 0,83 = 7,9 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$N = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750} = \frac{7,9 \cdot 1371}{9750} = 1,11 \text{ кВт}$$

## 2. Резец

### 1. Определение глубины резания

$$t = \frac{d_3 - d_d}{2} = \frac{36 - 10}{2} = 13 \text{ мм}$$

### 2. Определение подачи инструмента

Назначим подачу в зависимости от глубины резания

$$\text{Согласно [1, с. 267, табл. 12], } s = 1 \frac{\text{мм}}{\text{об}}$$

### 3. Определение стойкости инструмента

Согласно рекомендациям, примем  $T = 30$  мин

### 4. Определение скорости резания

При растачивании скорость резания определяют по формуле:

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s^y} \cdot K_v$$

Учтём введение поправочного коэффициента 0,9 для растачивания.

Значения коэффициента  $C_v$  и показателей степеней  $m, x, y$  определим согласно [1, с. 269-270, табл. 17]:

$$C_v = 340; x = 0,15; y = 0,45; m = 0,20$$

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

Коэффициент  $K_v$  является произведением трёх коэффициентов, учитывающих, влияние материала заготовки ( $mv$ ), состояние поверхности ( $pv$ ), материала инструмента ( $iv$ ).

$$K_{mv} \left(\frac{750}{\sigma_B}\right)^{n_v} = 1,2 \cdot \left(\frac{750}{590}\right)^{0,9} = 1,49 [1, с.262, табл. 2]$$

$$K_{pv} = 1, \text{ без корки } [1, с.263, табл. 5]$$

$$K_{iv} = 1; \text{ определяется согласно } [1, с.263, табл. 6]$$

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{pv} \cdot K_{iv} = 1,49$$

$$v = 0,9 \cdot \frac{340}{30^{0,2} \cdot 13^{0,15} \cdot 1^{0,15}} \cdot 1,49 = 174,6 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

5. Определение фактического числа оборотов

$$n = \frac{1000v}{\pi d_{\text{заг}}} = \frac{1000 \cdot 174}{\pi \cdot 36} = 1539 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

6. Расчёт сил резания

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot \vartheta^n \cdot K_p$$

$K_p$  представляет собой произведение ряда коэффициентов, учитывающих фактические условия резания: [1, с. 264-265, 275; табл. 9-10, 23]:

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

$P_z$  – тангенциальная сила

Значения коэффициента  $C_p$  и показателей степеней  $n, x, y$  определим согласно [1, с. 273-274, табл. 22]:

$$C_p = 300, x = 1, y = 0,75, n = -0,15$$

$K_{mp}$  учитывает влияние качества обрабатываемого материала на силовые зависимости:

$$K_{mp} = 1 [1, с. 265, табл. 10]$$

- Главный угол в плане  $\varphi = 90^\circ$
- Угол наклона главного лезвия  $\lambda = 0^\circ$
- Передний угол  $\gamma = 10^\circ$

По [1, с. 275, табл. 23]

$$K_{\varphi p} = 0,89,$$

$$K_{\gamma p} = 1$$

$$K_{\lambda p} = 1$$

$K_{rp}$  отсутствует

Рассчитаем соответственно:

$$K_{pz} = 1 \cdot 0,89 \cdot 1 \cdot 1 = 0,89$$

Сила резания:

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 13^1 \cdot 1^{0,75} \cdot 174,6^{-0,15} \cdot 0,89 = 1601 \text{ Н}$$

7. Мощность резания определим по формуле:

$$N = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{1601 \cdot 174,6}{1020 \cdot 60} = 4,57 \text{ кВт}$$

3. Рассчитаем режимы резания для операции **035 Фрезерная с ЧПУ.**

#### 1. Фреза концевая $\varnothing 50$

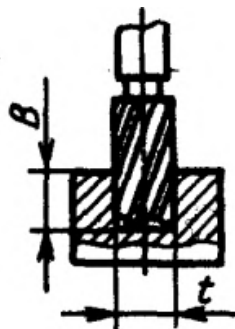


Рисунок 10 – Схематичное изображение движения инструмента

$$B = 15 \text{ мм}, t = 50 \text{ мм};$$

Материал режущего инструмента T15K6.

#### 1. Определение подачи

Исходной величиной подачи при чистовом фрезеровании является величина её подачи:

$$s = 0,5 \text{ мм/об [1, с. 285, табл. 36]}$$

Определим подачу на зуб:

$$s_z = \frac{s}{z} = \frac{0,5}{4} = 0,125 \text{ мм/зуб}$$

2. Скорость резания (окружная скорость фрезы)

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

Значение периода стойкости для концевых фрез при диаметре фрезы 50 мм [1, с. 290, табл. 40]:

$$T = 120 \text{ мин}$$

Значения коэффициента  $C_v$  и показателей степеней  $m, x, y, u, p, q$  определим согласно [1, с. 269-270, табл. 39]:

$$C_v = 145; x = 0,24; y = 0,26; q = 0,44; u = 0,1; p = 0,13; m = 0,37$$

Общий поправочный коэффициент на скорость резания, учитывающий фактические условия резания:

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

Коэффициент  $K_v$  является произведением трёх коэффициентов, учитывающих, влияние материала заготовки ( $mv$ ), состояние поверхности ( $pv$ ), материала инструмента ( $iv$ ).

$$K_{mv} = K_r \left( \frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 1 \cdot \left( \frac{750}{590} \right)^{0,9} = 1,24 \text{ [1, с.262, табл. 2]}$$

$$K_{iv} = 1; \text{ определяется согласно [1, с.263, табл. 6]}$$

$$K_{pv} = 1 \text{ (без корки), определяется согласно [1, с.263, табл. 5]}$$

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{pv} \cdot K_{iv} = 1,24$$

$$v = \frac{145 \cdot 50^{0,44}}{120^{0,37} \cdot 50^{0,24} \cdot 0,125^{0,26} \cdot 15^{0,1} \cdot 4^{0,13}} \cdot 1,24 \approx 73,15 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

3. Определение числа оборотов шпинделя

$$n = \frac{1000v}{\pi D_{\text{фр}}} = \frac{1000 \cdot 73,15}{50 \cdot \pi} \approx 46,57 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

4. Определение минутной подачи



$$s_m = s_z \cdot z \cdot n = 0,5 \cdot 4 \cdot 46,57 = 93,14 \frac{\text{мм}}{\text{мин}}$$

## 5. Расчёт сил резания

Главная составляющая силы резания при фрезеровании – окружная сила

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

Значения коэффициента  $C_p$  и показателей степеней определим согласно [1, с. 291, табл. 41]:

$$C_p = 12,5; x = 0,85; y = 0,75; q = 0,73; u = 1; w = -0,13$$

Поправочный коэффициент на качество обрабатываемого материала  $K_{тр}$

$$K_{тр} = 1$$

$$P_z = \frac{10 \cdot 12,5 \cdot 50^{0,85} \cdot 0,125^{0,75} \cdot 15^1 \cdot 4}{50^{0,73} \cdot 46,57^{-0,13}} \cdot 1 = 4154,1 \text{ Н}$$

## 6. Расчёт крутящего момента на шпинделе и эффективной мощности резания

$$M_{кр} = \frac{P_z \cdot D}{200} = \frac{4154,1 \cdot 50}{200} = 1038,53 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$N = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{4154,1 \cdot 73,15}{1020 \cdot 60} = 4,97 \text{ кВт}$$

4. Рассчитаем режимы резания для операции **040 Сверлильная**. Для расчетов будет использован «Справочник технолога-машиностроителя, том 2». Для данной операции будет использована специализированная технологическая оснастка.

Материал режущих инструментов Р6М5

Обрабатываемый инструмент:

Сверло спиральное  $\varnothing 7$

Сверло спиральное  $\varnothing 8$

Сверло спиральное  $\varnothing 8,5$

Цековка  $\varnothing 13,5$

### 1. Сверло $\varnothing 7$

1. Глубина резания

$$t = 0,5D = 0,5 \cdot 7 = 3,5 \text{ мм}$$

2. Подача

По [1, с. 277, табл. 25] при  $d_{\text{св}}$  6-8 мм и стали НВ 160-240 подберем подачу:

$$s = 0,2 \text{ мм/об}$$

3. Скорость резания

$$v = \frac{C_v \cdot D^q}{T^{m_s} s^y} \cdot K_v$$

Значение периода стойкости при сверлении при диаметре сверла 6-10 мм [1, с. 280, табл. 30]:

$$T = 25 \text{ мин}$$

Значения коэффициента  $C_v$  и показателей степеней  $m, y, q$  определим согласно [1, с. 278, табл. 28]:

$$C_v = 9,8; y = 0,5; q = 0,4; m = 0,2$$

Общий поправочный коэффициент на скорость резания, учитывающий фактические условия резания:

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

Коэффициент  $K_v$  является произведением трёх коэффициентов, учитывающих влияние материала заготовки ( $mv$ ), глубины резания ( $lv$ ), материала инструмента ( $iv$ ).

$$K_{mv} = 1,05 \text{ [1, с.262, табл. 1-4]}$$

$$K_{lv} = 1 \text{ [1, с.280, табл. 31]}$$

$$K_{iv} = 1; \text{ определяется согласно [1, с.263, табл. 6]}$$

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{lv} \cdot K_{iv} = 1,05$$

$$v = \frac{9,8 \cdot 7^{0,4}}{25^{0,2} \cdot 0,2^{0,5}} \cdot 1,05 \approx 26,32 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

4. Определение числа оборотов инструмента

$$n = \frac{1000v}{\pi d_{\text{св}}} = \frac{1000 \cdot 26,32}{7 \cdot \pi} \approx 1196 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

## 5. Расчёт силы резания

$$P_0 = 10 \cdot C_p \cdot D^q \cdot s^y \cdot K_{mp}$$

Значения коэффициента  $C_p$  и показателей степеней определим согласно [1, с. 281, табл. 32]:

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

$$K_{mp} = K_p$$

Поправочный коэффициент на качество обрабатываемого материала  $K_p$  [1, с. 264, табл. 9]:

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{590}{750}\right)^{0,75} \approx 0,83$$

$$P_0 = 10 \cdot 68 \cdot 7^1 \cdot 0,2^{0,7} \cdot 0,83 = 1280,6 \text{ Н}$$

## 6. Расчёт крутящего момента и эффективной мощности резания

Значения коэффициента  $C_p$  и показателей степеней определим согласно [1, с. 281, табл. 32]:

$$C_m = 0,0345; y = 0,8; q = 2; K_{mp} = K_p$$

$$M_{кр} = 10C_m \cdot D^q \cdot s^y \cdot K_{mp} = 10 \cdot 0,0345 \cdot 7^2 \cdot 0,2^{0,8} \cdot 0,83 = 3,87 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$N = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750} = \frac{3,87 \cdot 1196}{9750} = 0,47 \text{ кВт}$$

## 2. Сверло Ø8

### 1. Глубина резания

$$t = 0,5D = 0,5 \cdot 8 = 4 \text{ мм}$$

### 2. Подача

По [1, с. 277, табл. 25] при  $d_{св}$  8-10 мм и стали НВ 160-240 подберем подачу:

$$s = 0,25 \text{ мм/об}$$

### 3. Скорость резания

$$v = \frac{C_v \cdot D^q}{Tm_{sy}} \cdot K_v$$

Значение периода стойкости при сверлении при диаметре сверла 6-10 мм [1, с. 280, табл. 30]:

$$T = 25 \text{ мин}$$

Значения коэффициента  $C_v$  и показателей степеней  $m, y, q$  определим согласно [1, с. 278, табл. 28]:

$$C_v = 9,8; y = 0,5; q = 0,4; m = 0,2$$

Общий поправочный коэффициент на скорость резания, учитывающий фактические условия резания:

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

Коэффициент  $K_v$  является произведением трёх коэффициентов, учитывающих влияние материала заготовки ( $mv$ ), глубины резания ( $lv$ ), материала инструмента ( $iv$ ).

$$K_{mv} = 1,05 \text{ [1, с.262, табл. 1-4]}$$

$$K_{lv} = 1 \text{ [1, с.280, табл. 31]}$$

$$K_{iv} = 1; \text{ определяется согласно [1, с.263, табл. 6]}$$

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{lv} \cdot K_{iv} = 1,05$$

$$v = \frac{9,8 \cdot 8^{0,4}}{25^{0,2} \cdot 0,25^{0,5}} \cdot 1,05 \approx 23,6 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

4. Определение числа оборотов инструмента

$$n = \frac{1000v}{\pi d_{\text{св}}} = \frac{1000 \cdot 23,6}{8 \cdot \pi} \approx 939 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

5. Расчёт силы резания

$$P_0 = 10 \cdot C_p \cdot D^q \cdot s^y \cdot K_{mp}$$

Значения коэффициента  $C_p$  и показателей степеней определим согласно [1, с. 281, табл. 32]:

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

$$K_{mp} = K_p$$

Поправочный коэффициент на качество обрабатываемого материала  $K_p$  [1, с. 264, табл. 9]:

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{590}{750}\right)^{0,75} \approx 0,83$$

$$P_0 = 10 \cdot 68 \cdot 8^1 \cdot 0,25^{0,7} \cdot 0,83 = 1710,9 \text{ Н}$$

6. Расчёт крутящего момента и эффективной мощности резания

Значения коэффициента  $C_p$  и показателей степеней определим согласно [1, с. 281, табл. 32]:

$$C_m = 0,0345; y = 0,8; q = 2; K_{mp} = K_p$$

$$M_{кр} = 10C_m \cdot D^q \cdot s^y \cdot K_{mp} = 10 \cdot 0,0345 \cdot 8^2 \cdot 0,25^{0,8} \cdot 0,83 = 6,045 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$N = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750} = \frac{6,045 \cdot 939}{9750} = 0,58 \text{ кВт}$$

### 3. Сверло Ø8,5

1. Глубина резания

$$t = 0,5D = 0,5 \cdot 8,5 = 4,25 \text{ мм}$$

2. Подача

По [1, с. 277, табл. 25] при  $d_{св}$  8-10 мм и стали НВ 160-240 подберем подачу:  
 $s = 0,25 \text{ мм/об}$

3. Скорость резания

$$v = \frac{C_v \cdot D^q}{T^{m_s} s^y} \cdot K_v$$

Значение периода стойкости при сверлении при диаметре сверла 6-10 мм [1, с. 280, табл. 30]:

$$T = 25 \text{ мин}$$

Значения коэффициента  $C_v$  и показателей степеней  $m, y, q$  определим согласно [1, с. 278, табл. 28]:

$$C_v = 9,8; y = 0,5; q = 0,4; m = 0,2$$

Общий поправочный коэффициент на скорость резания, учитывающий фактические условия резания:

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

Коэффициент  $K_v$  является произведением трёх коэффициентов, учитывающих влияние материала заготовки ( $m_v$ ), глубины резания ( $l_v$ ), материала инструмента ( $i_v$ ).

$$K_{mv} = 1,05 [1, \text{с.262, табл. 1-4}]$$

$$K_{lv} = 1 [1, \text{с.280, табл. 31}]$$

$$K_{iv} = 1; \text{определяется согласно [1, с.263, табл. 6]}$$

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{lv} \cdot K_{iv} = 1,05$$

$$v = \frac{9,8 \cdot 8,5^{0,4}}{25^{0,2} \cdot 0,25^{0,5}} \cdot 1,05 \approx 24,18 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

4. Определение числа оборотов инструмента

$$n = \frac{1000v}{\pi d_{\text{св}}} = \frac{1000 \cdot 24,18}{8,5 \cdot \pi} \approx 905 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

5. Расчёт силы резания

$$P_0 = 10 \cdot C_p \cdot D^q \cdot s^y \cdot K_{mp}$$

Значения коэффициента  $C_p$  и показателей степеней определим согласно [1, с. 281, табл. 32]:

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

$$K_{mp} = K_p$$

Поправочный коэффициент на качество обрабатываемого материала  $K_p$  [1, с. 264, табл. 9]:

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{590}{750}\right)^{0,75} \approx 0,83$$

$$P_0 = 10 \cdot 68 \cdot 8,5^1 \cdot 0,25^{0,7} \cdot 0,83 = 1817,8 \text{ Н}$$

6. Расчёт крутящего момента и эффективной мощности резания

Значения коэффициента  $C_p$  и показателей степеней определим согласно [1, с. 281, табл. 32]:

$$C_m = 0,0345; y = 0,8; q = 2; K_{mp} = K_p$$

$$M_{\text{кр}} = 10C_m \cdot D^q \cdot s^y \cdot K_{mp} = 10 \cdot 0,0345 \cdot 8,5^2 \cdot 0,25^{0,8} \cdot 0,83 = 6,82 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$N = \frac{M_{\text{кр}} \cdot n}{9750} = \frac{6,82 \cdot 905}{9750} = 0,63 \text{ кВт}$$

#### 4. Цековка Ø13,5

1. Определение глубины резания  $t$

$$t = 0,5(D - d) = \frac{(13,5 - 8,5)}{2} = 2,5 \text{ мм}$$

2. Определение подачи

По [1, с. 278, табл. 26] при  $d_{\text{раб}} 13,5$  мм для стали подберем подачу

$$s = 0,5 \text{ мм/об}$$

3. Скорость резания

$$v = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m t^x s^y} \cdot K_v$$

Значение периода стойкости для цекования [1, с. 280, табл. 30]:

$$T = 30 \text{ мин}$$

Значения коэффициента  $C_v$  и показателей степеней  $m, y, q, x$  определим согласно [1, с. 279, табл. 29]:

$$C_v = 16,3; y = 0,5; q = 0,3; m = 0,4, x = 0,3$$

Общий поправочный коэффициент на скорость резания, учитывающий фактические условия резания:

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

Коэффициент  $K_v$  является произведением трёх коэффициентов, учитывающих влияние материала заготовки ( $mv$ ), глубины резания ( $lv$ ), материала инструмента ( $iv$ ).

$$K_{mv} = K_r \left( \frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} = 1,2 \cdot \left( \frac{750}{590} \right)^{0,9} = 1,49 \text{ [1, с.262, табл. 2]}$$

$$K_{lv} = 1 \text{ [1, с.280, табл. 31]}$$

$$K_{iv} = 1 \text{ [1, с.263, табл. 6]}$$

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{lv} \cdot K_{iv} = 1,49$$

$$v = \frac{16,3 \cdot 13,5^{0,3}}{30^{0,4} \cdot 2,5^{0,3} \cdot 0,5^{0,5}} \cdot 1,49 \approx 14,36 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

4. Определение числа оборотов инструмента

$$n = \frac{1000v}{\pi d_{\text{резж}}} = \frac{1000 \cdot 14,36}{14 \cdot \pi} \approx 326 \frac{\text{об}}{\text{мин}}, \text{ при округлении учтем } n_{\text{ст}} \leq n$$

## 5. Расчет силы резания

Поправочный коэффициент на качество обрабатываемого материала  $K_p$  [1, с. 264, табл. 9]:

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{590}{750}\right)^{0,75} \approx 0,83$$

$$P_0 = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot K_{mp}$$

$$C_p = 67; x = 1,2; y = 0,65;$$

$$P_0 = 10 \cdot 67 \cdot 2,5^{1,2} \cdot 0,5^{0,65} \cdot 0,83 = 1193,12 \text{ Н}$$

## 6. Расчёт крутящего момента и эффективной мощности резания

Значения коэффициента  $C_m$  и показателей степеней определим согласно [1, с. 281, табл. 32]:

$$K_{mp} = K_p$$

$$C_m = 0,09; q = 1; y = 0,8; x = 0,9$$

$$M_{кр} = 10C_m \cdot t^x \cdot s^y \cdot D^q \cdot K_p = 10 \cdot 0,09 \cdot 2,5^{0,9} \cdot 0,5^{0,8} \cdot 13,5^1 \cdot 0,83 \\ = 14,93 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$N = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750} = \frac{14,93 \cdot 326}{9750} = 0,5 \text{ кВт}$$

## 5. Метчик М8

Материал инструмента Р6М5

### 1. Определим подачу:

$$s = 0,5 \text{ мм/об [1, с.295, табл. 49]}$$

### 2. Скорость резания

$$v = \frac{C_v D^q}{T^m s^y} K_v$$

Значение периода стойкости при нарезании резьбы метчиками [1, с. 296, табл. 49]:

$$T = 90 \text{ мин}$$

Значения коэффициента  $C_v$  и показателей степеней  $m, y, q$  определим согласно [1, с. 296, табл. 49]:



$$C_v = 64,8; y = 0,5; q = 1,2; m = 0,9$$

Общий поправочный коэффициент на скорость резания, учитывающий фактические условия резания:

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

Коэффициент  $K_v$  является произведением трёх коэффициентов, учитывающих влияние материала заготовки ( $mv$ ), точности резьбы ( $Tv$ ), материала инструмента ( $iv$ ).

$$K_{mv} = 1 [1, \text{с.298, табл. 50}]$$

$$K_{Tv} = 1 [1, \text{с.298, табл. 50}] \text{ (средняя точность)}$$

$$K_{iv} = 1; [1, \text{с. 298, табл. 50}]$$

$$K_v = 1.$$

$$v = \frac{64,8 \cdot 8^{1,2}}{90^{0,9} \cdot 0,5^{0,5}} \cdot 1 = 19,35 \text{ м/мин}$$

3. Определение числа оборотов инструмента:

$$n = \frac{1000v}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 19,35}{8 \cdot \pi} \approx 770 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

4. Расчёт крутящего момента и эффективной мощности резания

Крутящий момент при нарезании резьбы метчиком рассчитывается:

$$M_{кр} = 10C_m D^q P^y K_p$$

$P = 1$  – шаг резьбы,  $K_p = 1$  – поправочный коэффициент на крутящий момент [1, с. 298, табл. 50].

Значения коэффициента  $C_m$  и показателей степеней определим согласно [1, с. 298, табл. 51]:

$$C_m = 0,0270; y = 1,5; q = 1,4.$$

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,027 \cdot 8^{1,4} \cdot 1^{1,5} \cdot 1 = 4,96 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Эффективная мощность резания:

$$N = \frac{Mn}{975} = \frac{4,96 \cdot 770}{975} = 3,92 \text{ кВт.}$$

5. Рассчитаем режимы резания для операции **045 Сверлильная**. Для расчетов будет использован «Справочник технолога-машиностроителя, том 2». Для данной операции будет использована специализированная технологическая оснастка.

Сверло Ø3,5

Материал инструмента Р6М5

1. Глубина резания

$$t = 0,5D = 0,5 \cdot 3,5 = 1,75 \text{ мм}$$

2. Подача

По [1, с. 277, табл. 25] при  $d_{\text{св}}$  2-4 мм и стали НВ 160-240 подберем подачу:

$$s = 0,1 \text{ мм/об}$$

3. Скорость резания

$$v = \frac{C_v \cdot D^q}{T^{m_s y}} \cdot K_v$$

Значение периода стойкости при сверлении при диаметре сверла до 5 мм [1, с. 280, табл. 30]:

$$T = 15 \text{ мин}$$

Значения коэффициента  $C_v$  и показателей степеней  $m, y, q$  определим согласно [1, с. 278, табл. 28]:

$$C_v = 7; y = 0,7; q = 0,4; m = 0,2$$

Общий поправочный коэффициент на скорость резания, учитывающий фактические условия резания:

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

Коэффициент  $K_v$  является произведением трёх коэффициентов, учитывающих влияние материала заготовки ( $mv$ ), глубины резания ( $lv$ ), материала инструмента ( $iv$ ).

$$K_{mv} = 1,05 \text{ [1, с.262, табл. 1-4]}$$

$$K_{lv} = 1 \text{ [1, с.280, табл. 31]}$$

$$K_{iv} = 1; \text{ определяется согласно [1, с.263, табл. 6]}$$

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{lv} \cdot K_{iv} = 1,05$$

$$v = \frac{7 \cdot 3,5^{0,4}}{15^{0,2} \cdot 0,1^{0,7}} \cdot 1,05 \approx 35,37 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

4. Определение числа оборотов инструмента

$$n = \frac{1000v}{\pi d_{\text{св}}} = \frac{1000 \cdot 35,37}{3,5 \cdot \pi} \approx 321 \frac{\text{об}}{\text{мин}}$$

5. Расчёт силы резания

$$P_0 = 10 \cdot C_p \cdot D^q \cdot s^y \cdot K_{mp}$$

Значения коэффициента  $C_p$  и показателей степеней определим согласно [1, с. 281, табл. 32]:

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

$$K_{mp} = K_p$$

Поправочный коэффициент на качество обрабатываемого материала  $K_p$  [1, с. 264, табл. 9]:

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{750}\right)^n = \left(\frac{590}{750}\right)^{0,75} \approx 0,83$$

$$P_0 = 10 \cdot 68 \cdot 3,5^1 \cdot 0,1^{0,7} \cdot 0,83 = 394,1 \text{ Н}$$

6. Расчёт крутящего момента и эффективной мощности резания

Значения коэффициента  $C_m$  и показателей степеней определим согласно [1, с. 281, табл. 32]:

$$C_m = 0,0345; y = 0,8; q = 2; K_{mp} = K_p$$

$$M_{\text{кр}} = 10C_m \cdot D^q \cdot s^y \cdot K_{mp} = 10 \cdot 0,0345 \cdot 3,5^2 \cdot 0,1^{0,8} \cdot 0,83 = 0,56 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$N = \frac{M_{\text{кр}} \cdot n}{9750} = \frac{0,56 \cdot 321}{9750} = 0,02 \text{ кВт}$$

6. Рассчитаем режимы резания для операции **050 Шлифовальная**. Для расчетов будет использован «Справочник технолога-машиностроителя, том 2».

1. Рассчитаем скорость шлифовального круга:

$$v_{\text{кр}} = \frac{\pi D n_{\text{кр}}}{1000 \cdot 60}$$

В нашем случае:

$$D = 500 \text{ мм};$$

$$n_{\text{кр}} = 1590 \text{ об/мин};$$

Таким образом:

$$v_{кр} = \frac{\pi D n_{кр}}{1000 \cdot 60} = \frac{\pi \cdot 500 \cdot 1590}{1000 \cdot 60} = 41,63 \text{ м/сек}$$

Округлим данное значение до  $v_{кр} = 42 \text{ м/сек}$ .

2. Определение рекомендуемой нормативами скорости вращения заготовки:

Из предела 30 – 35 м/мин для данной операции примем значение скорости равное 35 м/мин.

3. Расчет числа оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000v}{\pi d} = \frac{1000 \cdot 35}{\pi \cdot 126} = 88 \text{ об/мин}$$

По паспорту станка число оборотов шпинделя  $n = 1590 \text{ об/мин}$ .

4. Уточнение скорости вращения детали по принятым оборотам шпинделя:

$$v = \frac{\pi d n}{1000} = \frac{\pi \cdot 126 \cdot 1590}{1000} = 629 \text{ м/мин}$$

5. Выбор минутной поперечной подачи:

$$s_M = 0,6 \text{ мм/мин}$$

## **2.10. Получение кода для операций с применением ЧПУ**

Для получения кода для программы на постпроцессоре Sinumerik 840D с помощью SprutCam 16 необходимо выполнить следующие шаги:

1. Создать модель детали в САПР (КОМПАС-3D) и задать ее параметры.
2. Создать операции обработки детали и задать параметры каждой операции.
3. Выбрать постпроцессор Sinumerik 840D в меню настроек SprutCam 16.
4. Сохранить программу в формате NC-кода с помощью постпроцессора Sinumerik 840D.
5. Загрузить полученный NC-код на станок с ЧПУ Sinumerik 840D и запустить обработку детали.

Выполнение этих шагов позволяет получить готовую программу для обработки детали на станке с ЧПУ.

Для операции 010 «Абразивно-отрезная» код создается самим станком в момент наладки, для этого в панель управления станком вставляется устройство с содержащимся на нем эскизом контура отрезаемой заготовки в формате .dxf.

## 2.11 Размерный анализ технологического процесса

Основной целью размерного анализа является определение возможных изъянов технологического процесса для его усовершенствования. В данном разделе выполнялись следующие пункты:

- Построить размерную схему технологического процесса;
- Построить граф технологических размерных цепей;
- Рассчитать припуски на обработку;
- Проверить выполнения конструкторских размеров.

В ходе построения размерной схемы технологического процесса и графа технологических размерных цепей, получили 5 технологических размеров (А), 3 конструкторских размера (К) и 2 чистовых припуска (Z). Общее количество точек (П) равняется 6.

Проверим выполнение следующих условий:

$$П - 1 = А, (6 - 1 = 5) \rightarrow \text{выполняется}$$

$$К + Z = А, (3 + 2 = 5) \rightarrow \text{выполняется}$$

Составим уравнение номиналов, учитывая, что, если при обходе контура звено соединяет поверхность меньшего порядкового номера с большим, ему присваивается знак «+».

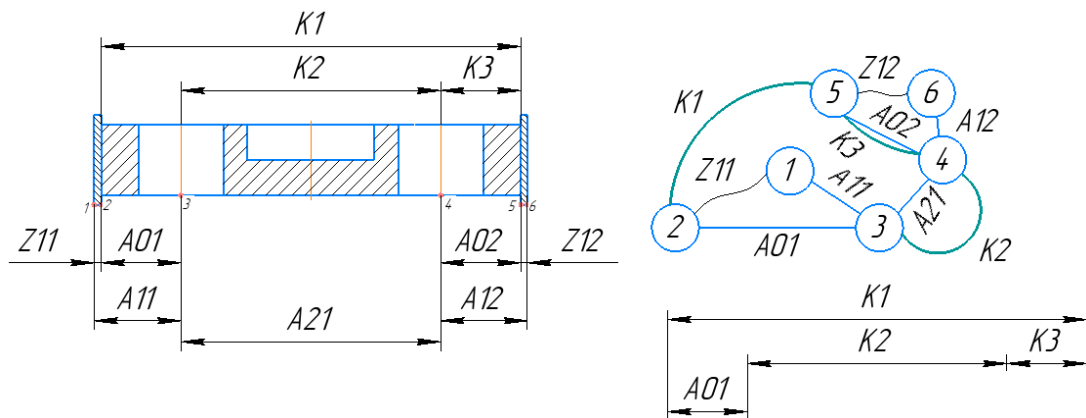


Рисунок 11 – Линейный размерный анализ технологического процесса

Определим припуски:

$$Z_{11} = A_{11} - A_{01}$$

$$Z_{12} = A_{12} - A_{02}$$

Определим конструкторские размеры:

$$K_1 = A_{01} + A_{21} + A_{02}$$

$$K_2 = A_{21}$$

$$K_3 = A_{02}$$

Тогда размер  $A_{01} = K_1 - K_3 - K_2 = 224_{-1,15} - 34_{-0,1} - 156 \pm 0,005 = 34_{-1,255}^{+0,005}$  мм.

## 2.12. Специальная механизированная оснастка

Специальная оснастка – это инструменты и оборудование, которые специально разработаны и изготовлены для выполнения конкретных задач в производственном процессе. Они могут быть использованы для обработки материалов, сборки изделий, контроля качества и т.д.

В данной ВКР одной из задач перед исполнителем стояла разработка специального приспособления, которое будет использоваться хотя бы в одной из операций технологического процесса. В качестве такого приспособления для операции 040 «Сверлильная» было разработано сверлильное приспособление (кондуктор). Данное устройство используется для обеспечения точности и устойчивости сверла в процессе сверления. Оно помогает правильно направить сверло и удерживать его в нужном положении, что позволяет получить более качественные параметры отверстий. Данное приспособление обеспечивает требуемое закрепление детали, а также создаёт возможность для смены заготовки путём вращения рукоятки.

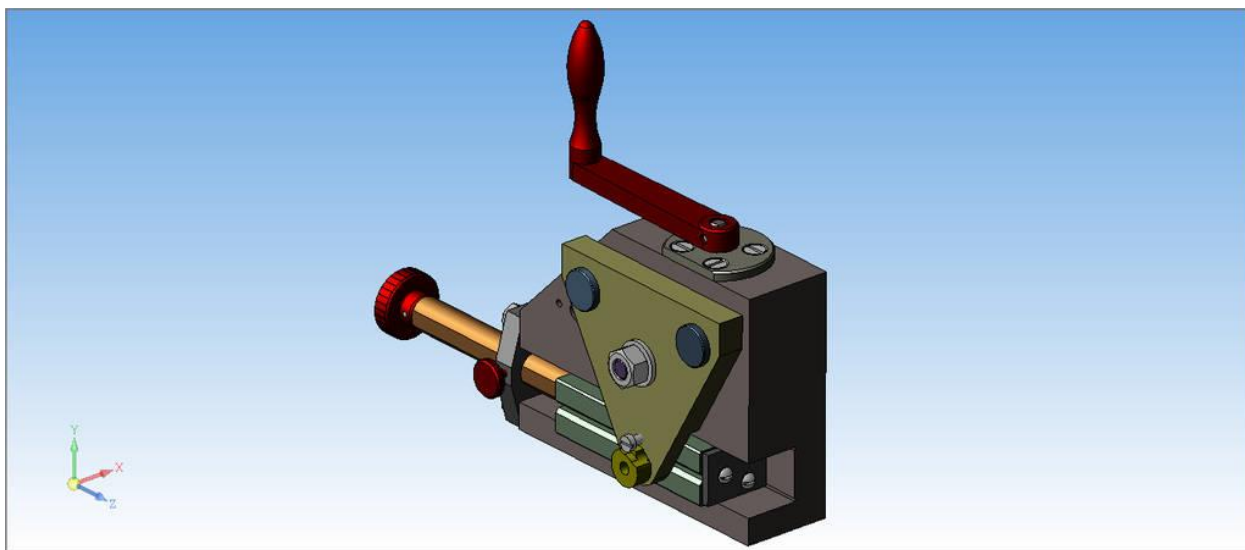


Рисунок 12 – Пример сверлильного приспособления, 3D-модель

Данное приспособление закрепляется на поворотном столе с помощью шпонки и трёх Т-образных болтов, продеваемых в пазы. Деталь закрепляется на приспособлении с помощью цилиндрического и срезанного пальцев.



Вращение рукоятки в свою очередь приводит во вращение вал-шестерню, которая находится в зацеплении с штоком-рейкой. Вращая рукоятку, верхняя часть приспособления (кондуктор) поднимается или опускается, прижимая или отжимая деталь. Верхняя часть приспособления имеет 10 отверстий и кондукторные втулки. Вращая поворотный стол, отверстие кондуктора подводится к шпинделю станка для последующего просверливания отверстий.

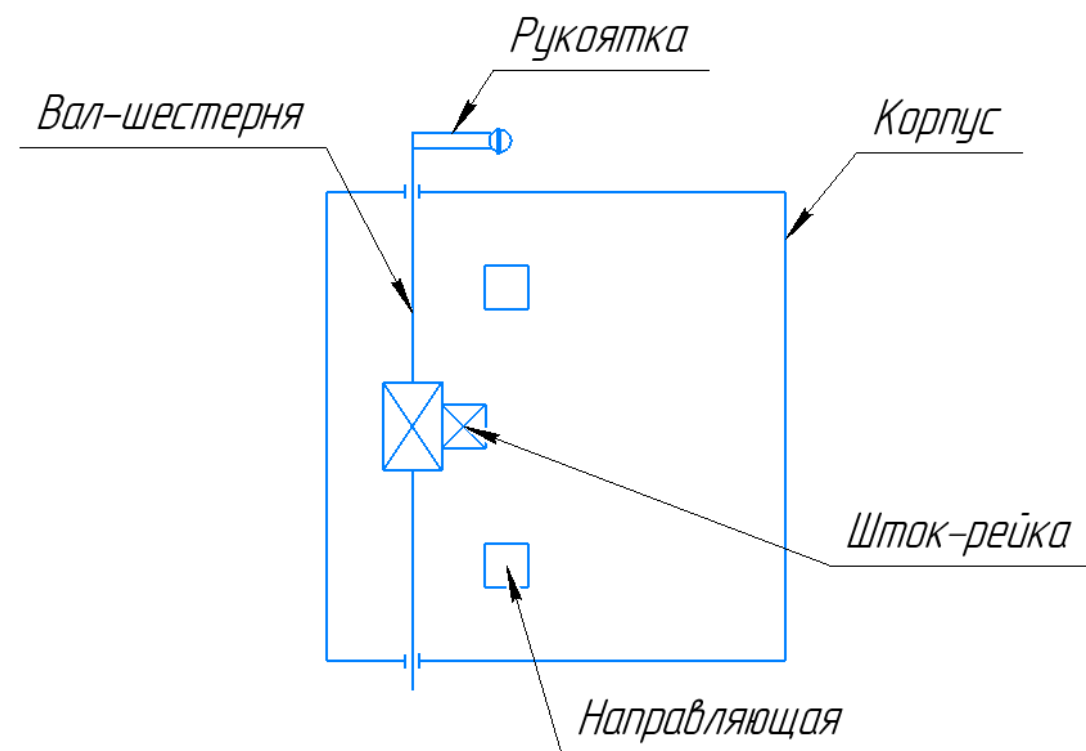


Рисунок 13 – Кинематическая схема разработанного специального приспособления

### 2.13. Расчет усилий зажима заготовки в приспособлении

Изделие держится в равновесии из-за двух факторов: 1) сил, возникающих в результате обработки; 2) сил зажима в приспособлении и реакций опор. Учитываться в расчете будут только силы резания для операции, на которой это приспособление используется, а остальными силами можно пренебречь.

Показатель силы зажима опирается на баланс всех ранее упомянутых сил, при этом базовые поверхности должны контактировать с цилиндрическим и срезанным пальцем, а движение детали во время обработки должно быть исключено. Расчет стоит проводить исходя из соображений, что величина силы зажима в точке приложения сил должна быть наибольшей. При расчете так же учитывается поправочный коэффициент.

При сверлении:

$$W = \frac{K \cdot M_k^n}{\frac{1}{3} f \cdot \frac{D^3 - d^3}{D^2 - d^2}}$$

Где:

$K = 1,5$ , общий коэффициент запаса;  $n = 1$  – количество свёрл;

$M_k = 14,93 \text{ Н} \cdot \text{м} = 1522,44 \text{ кгс} \cdot \text{мм}$  – крутящий момент на сверле;

$f = 0,25$  – коэффициент трения;

$D = 224 \text{ мм}$  – длина изделия;

$d = 156 \text{ мм}$  – расстояние между центрами пальцев.

$$W = \frac{1,5 \cdot 1522,44}{\frac{1}{3} \cdot 0,25 \cdot \frac{224^3 - 156^3}{224^2 - 156^2}} = 95,14 \text{ кгс} \approx 933 \text{ Н}$$

## 2.14. Расчёт приспособления на точность

В данном разделе будет определена погрешность межцентрового расстояния между отверстиями, которые будут получены в результате выполнения данной операции (040 «Сверлильная»). Межцентровое расстояние  $L_{изд} = 75 \pm 0,015$  (диаметр окружности осей).

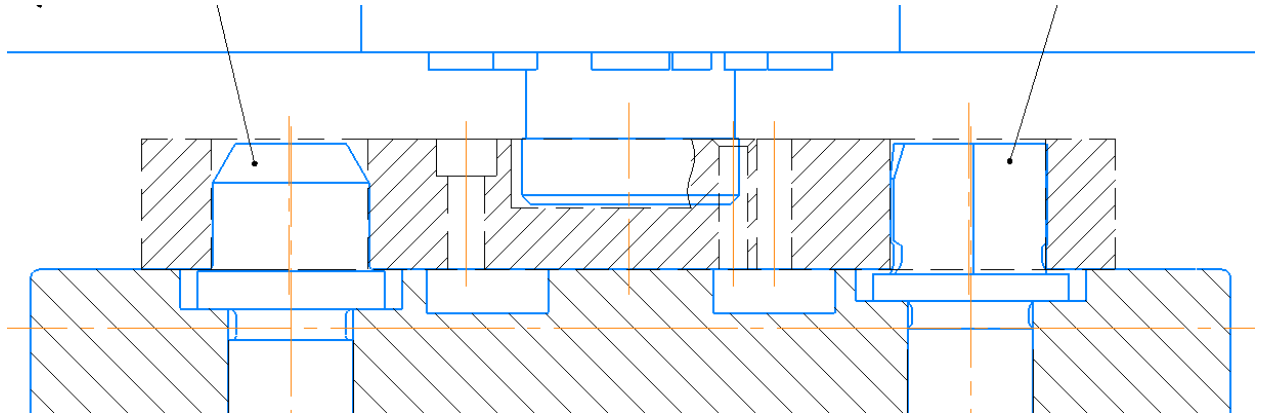


Рисунок 14 – Закрепление детали на приспособлении

Общая расчетная формула:

$$\delta_{L2g} = \sqrt{\delta_{L2k}^2 + 2 \cdot \varepsilon_{n1}^2 + S_b^2 + 2 \cdot e^2 + 2 \cdot X^2 + \varepsilon_{ИЗМ}^2}$$

где  $\delta_{L2g}$  – отклонение под кондукторные втулки.

$$\delta_{L2k} = 0,003 \text{ мм}$$

$\varepsilon_{n1}$  – допуск перпендикулярности оси отверстий кондукторных втулок относительно опорной плоскости кондуктора. Определим  $\varepsilon_{n1} = 0,002$  мм.

$S_b$  – зазор между кондукторной втулкой и посадочным отверстием.

Выберем стандартную постоянную кондукторную втулку, посадка  $\varnothing 18 \frac{H7}{p6} \left( \begin{matrix} +0.021 \\ 0 \\ -0.015 \\ -0.026 \end{matrix} \right)$ , высота  $H = 26$  мм.

$$\text{Тогда } S_b = D_{вн} - D_{см},$$

где  $D_{вн}$  – наибольший диаметр отверстия под втулку, мм;  $D_{см}$  – наименьший наружный диаметр втулки, мм.

Определим значения:  $D_{вн} = 18,021$  мм,  $D_{см} = 17,974$  мм.

Значение зазора:  $S_b = 18,021 - 17,974 = 0,047$  мм.

$e$  – эксцентриситет кондукторной втулки;

$$e = 0,005 \text{ мм.}$$

$X$  – смещение оси получаемого на операции отверстия из-за отклонений оси инструмента относительно оси втулки, определяется по формуле:

$$X = S_u \cdot \left( \frac{l+h}{H} + \frac{1}{2} \right), \text{ где}$$

$S_u$  – наибольший зазор между инструментом и втулкой, учитывая износ;

Предельные отклонения диаметров сверла, втулки и допуск на износ:

Отклонение диаметра сверла общего назначения составит:  $\left( \begin{smallmatrix} 0 \\ -0,043 \end{smallmatrix} \right)$ .

Отклонение отверстия втулки для такого сверла  $\left( \begin{smallmatrix} +0,043 \\ +0,016 \end{smallmatrix} \right)$ .

Допуск на износ кондукторной втулки – 0,025 мм.

$$S_u = 0,043 - 0,043 + 0,025 = 0,025 \text{ мм}$$

$l$  – глубина обработки согласно чертежу, мм;

$$l = 30 \text{ мм.}$$

$h$  – вылет инструмента,  $h = (0,3 - 1)d$ , где  $d$  – диаметр отверстия втулки. Материалом детали является Сталь 40Х ГОСТ 4543-71. Отсюда:

$$h = (0,5 - 1)d = 0,5 \cdot 14 = 7 \text{ мм}$$

Смещение отверстия из-за перекоса оси инструмента составила:

$$X = 0,025 \left( \frac{30+7}{26} + 0,5 \right) = 0,048 \text{ мм}$$

Полученное значение  $X = 0,048$  мм уже больше требуемого значения отклонения в 0,03 мм. Сделаем перерасчет, но возьмем сверла и втулки точного исполнения, приняв высоту кондукторной втулки  $H$  равной 30 мм.

$$S_u = 0,01 \text{ мм}$$

Подставим значения в формулу:

$$X = 0,01 \left( \frac{30+7}{40} + 0,5 \right) = 0,01 \text{ мм}$$

Примем погрешность при измерении равной:

$$\varepsilon_{\text{изм}} = 0,001 \text{ мм.}$$

Погрешность межцентрового расстояния между отверстиями, которые будут получены в результате выполнения данной операции:

$$\begin{aligned} \delta_{L2k} \sqrt{0,003^2 + 2 \cdot 0,002^2 + 0,047^2 + 2 \cdot 0,005^2 + 2 \cdot 0,01^2 + 0,001^2} \\ = 0,005 \text{ мм} \end{aligned}$$

Полученное значение меньше требуемого ( $0,005 \text{ мм} < 0,03 \text{ мм}$ ), из чего можно сделать вывод, что в результате выбора сверла и втулки точного исполнения можно добиться требуемой точности при использовании специального приспособления.

## **2.15 Проектирование гибкой производственной системы (модуля)**

Гибкая производственная система – это система, которая позволяет быстро и эффективно реагировать на изменения в производственном процессе и внешних условиях. Она основана на принципах гибкости, адаптивности и масштабируемости.

Гибкий производственный модуль – это компонент гибкой производственной системы, который может быть легко добавлен или удален из производственного процесса в зависимости от потребностей. Он обычно состоит из набора стандартизированных компонентов, которые могут быть быстро и легко собраны в различные конфигурации. Это позволяет быстро перестраивать производственные линии и адаптироваться к изменяющимся условиям.

Для автоматизации операций будет применен мостовой кран. Мостовой кран на производстве может использоваться для перемещения тяжелых или габаритных грузов с одного места на другое внутри производственного помещения. Он может быть особенно полезен в производстве, где требуется перемещение грузов на большие расстояния или в труднодоступные места. Мостовые краны могут также увеличить производительность и безопасность на производстве, так как они позволяют быстро и эффективно перемещать грузы без необходимости вручную поднимать и переносить их. Данный вид транспортировки целесообразно использовать на всех операциях со станками, так как это уменьшит время на вспомогательные операции.

Подберем Однобалочный подвесной кран фирмы STANL модели 2000 SH. Данный кран обеспечивает грузоподъемность до 2 тонн и пролет до 20 метров, что позволит эффективно перемещать заготовку на таких операциях, как 010 «Абразивно-отрезная» или 035 «Фрезерная с ЧПУ».



Рисунок 15 – Мостовой кран

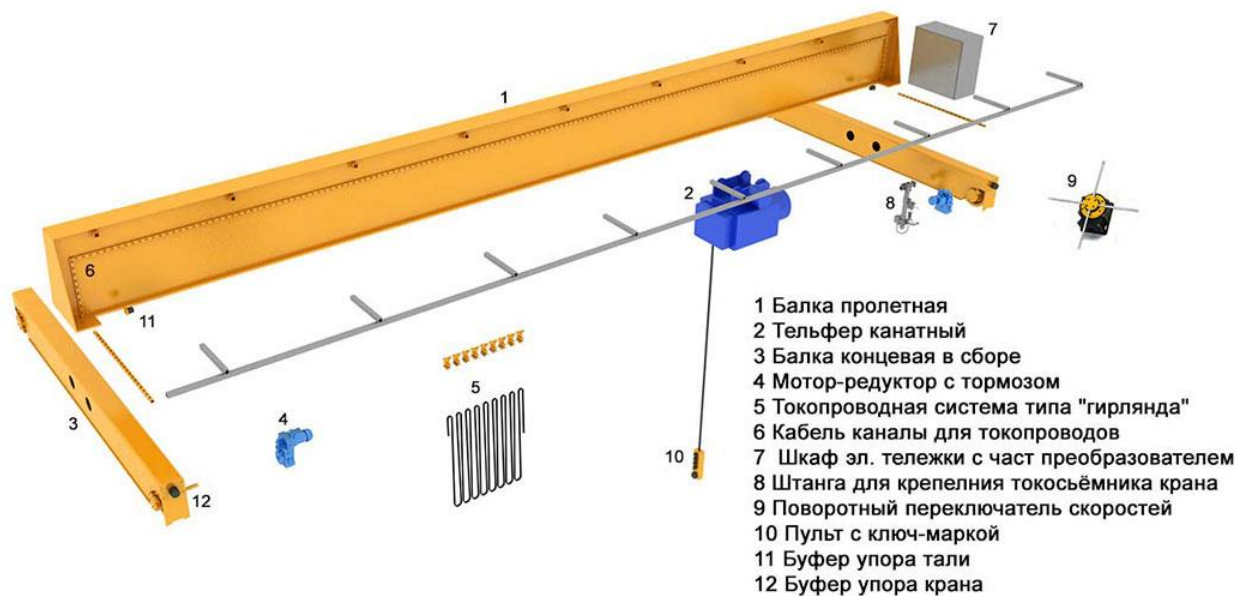


Рисунок 16 – Устройство мостового крана

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

Студенту:

Группа	ФИО
4А91	Перемитин Евгений Владимирович

Школа	Инженерная школа новых производственных технологий	Отделение Школа	Машиностроение
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	15.03.01 Машиностроение

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

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

**Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:**

1. Анализ конкурентных технических решений (НИ)	Расчет конкурентоспособности SWOT-анализ
2. Формирование плана и графика разработки и внедрения (НИ)	Структура работ. Определение трудоемкости. Разработка графика проведения исследования
3. Составление бюджета инженерного проекта (НИ)	Расчет бюджетной стоимости НИ
4. Оценка ресурсной, финансовой, бюджетной эффективности (НИ)	Интегральный финансовый показатель. Интегральный показатель ресурсоэффективности. Интегральный показатель эффективности.

**Перечень графического материала**

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

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

**Задание выдал консультант:**

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

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4А91	Перемитин Евгений Владимирович		



### **3. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение**

#### **Введение**

Основной целью данного раздела является оценка перспективности развития и планирование финансовой и коммерческой ценности изделия, представленного в рамках опытно конструкторской работы. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение являются важными аспектами для машиностроения. Они позволяют управлять финансами предприятия, оптимизировать использование ресурсов и повысить эффективность производства.

Финансовый менеджмент включает в себя планирование, контроль и анализ финансовых ресурсов предприятия. Он позволяет определить и оценить финансовые риски, разработать стратегию управления финансами и принимать решения, направленные на повышение прибыльности и конкурентоспособности предприятия.

В данном разделе рассматриваются следующие задачи:

- Оценка коммерческого потенциала разработки.
- Планирование научно-исследовательской работы;
- Расчет бюджета научно-исследовательской работы;
- Определение ресурсной, финансовой, бюджетной эффективности исследования.

Цель НИР – разработка технологического процесса производства детали «Плита верхняя» на станках с ЧПУ с объёмом выпуска 500 шт/год.

### 3.1 Анализ конкурентных технических решений

В качестве конкурентов рассмотрим производство данного изделия без использования станков с ЧПУ на других предприятиях, специализирующихся на подобных деталях. Рассмотрим два конкурента, способных сделать это:

- 1) ТЭМЗ
- 2) Томский электротехнический завод

Таблица 3.1 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентно-способность		
		БФ	БК1	БК2	КФ	КК1	КК2
1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Технические критерии оценки ресурсоэффективности</b>							
1. Простота изготовления	0,1	4	2	3	0,4	0,2	0,3
2. Точность изготовления	0,15	5	4	3	0,75	0,60	0,45
3. Время изготовления	0,15	5	3	2	0,75	0,45	0,3
4. Потребность в изготовлении оснастки	0,15	3	2	2	0,45	0,3	0,3
5. Безопасность	0,1	4	3	4	0,4	0,3	0,4
6. Технологичность	0,1	4	3	1	0,4	0,3	0,1
<b>Экономические критерии оценки эффективности</b>							
1. Себестоимость изготовления	0,1	3	3	2	0,4	0,3	0,2
2. Затраты в случае ремонта оборудования	0,1	3	4	3	0,3	0,4	0,3
3. Материалоемкость	0,05	5	3	2	0,25	0,15	0,1
<b>Итого</b>	<b>1</b>	<b>36</b>	<b>27</b>	<b>22</b>	<b>4,1</b>	<b>3</b>	<b>2,45</b>

Расчет конкурентоспособности определяется по формуле:  $K = \sum B_i \cdot B_i = 4,1$

где  $K$  – конкурентоспособность проекта;  $B_i$  – вес показателя (в долях единицы);  $B_i$  – балл показателя.

Проведенный анализ конкурентных технических решений показал, что данное исследование является более выгодным и конкурентоспособным.

### 3.2 SWOT-анализ

SWOT-анализ – инструмент планирования разработки проекта с целью исследования внутренней и внешней среды путем разделения факторов на 4 группы.

Первой стадией проведения данного анализа является составление матрицы, описывающей потенциальные угрозы и возможности, а также сильные и слабые аспекты проекта при его реализации. Данная матрица SWOT отражена в таблице 3.2.

Таблица 3.2 – Матрица SWOT-анализа

<b>Сильные стороны</b>	<b>Слабые стороны</b>
C1. Высокая точность изготовления	Сл1. Необходимость изготовления специальной оснастки
C2. Использование современного оборудования	Сл2. Высокие параметры качества детали
C3. Использование САПР	Сл3. Высокая стоимость оборудования
C4. Низкая себестоимость изготовления	Сл4. Наличие трудных для наладки операций в технологическом процессе
<b>Возможности</b>	<b>Угрозы</b>
B1. Использование детали в различных механизмах	У1. Разработка более совершенного технологического процесса
B2. Возможность удешевления технологического процесса	У2. Отсутствие спроса на покупку изделия
B3. Увеличение такта выпуска деталей	У3. Изменение конструкции детали или технических требований к ней

На основании построенной матрицы SWOT строятся сводные таблицы 3.3 – 3.6.

Таблица 3.3 – Интерактивная матрица «Возможности и сильные стороны»

<b>Сильные стороны</b>					
<b>Возможности</b>		<b>C1</b>	<b>C2</b>	<b>C3</b>	<b>C4</b>
	<b>B1</b>	+	-	-	-
	<b>B2</b>	-	+	+	+
	<b>B3</b>	+	+	-	+

Таблица 3.4 – Интерактивная матрица «Возможности и слабые стороны»

		<b>Слабые стороны</b>			
		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4
<b>Возможности</b>	V1	-	+	-	-
	V2	+	+	-	+
	V3	-	+	-	+

Таблица 3.5 – Интерактивная матрица «Угрозы и сильные стороны»

		<b>Сильные стороны</b>			
		С1	С2	С3	С4
<b>Угрозы</b>	У1	+	+	+	+
	У2	-	-	-	+
	У3	-	+	+	+

Таблица 3.6 – Интерактивная матрица «Угрозы и слабые стороны»

		<b>Слабые стороны</b>			
		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4
<b>Угрозы</b>	У1	+	-	-	+
	У2	-	+	+	+
	У3	+	+	-	-

Из данных сводных таблиц строится одна целая (таблица 3.7, по которой можно будет сделать соответствующие выводы, приведенные далее.

Таблица 3.7 – Итоговая таблиц SWOT-анализа

	<p><b>Сильные стороны</b>                      С1. Высокая точность изготовления                      С2. Использование современного оборудования                      С3. Использование САПР                      С4. Низкая себестоимость изготовления</p>	<p><b>Слабые стороны</b>                      Сл1. Необходимость изготовления специальной оснастки                      Сл2. Высокие параметры качества детали                      Сл3. Высокая стоимость оборудования                      Сл4. Наличие трудных для наладки операций в технологическом процессе</p>
<p><b>Возможности</b>                      В1. Использование детали в различных механизмах                      В2. Возможность удешевления техпроцесса</p>	<p><b>Направления развития</b>                      За счет использования систем САПР и технологичного современного оборудования можно добиться высоких параметров</p>	<p><b>Сдерживающие факторы</b>                      За счет наличия специальных элементов (оснастка), высоких параметров качества и некоторых операций, которые требуют достаточного</p>

В3. Увеличение такта выпуска деталей	производительности, обеспечивая при этом все требования к точности детали, а также значительно удешевить стоимость производства.	времени, снижается производительность.
<b>Угрозы</b> У1. Разработка более совершенного технологического процесса У2. Отсутствие спроса на покупку изделия У3. Изменение конструкции детали или технических требований к ней	<b>Угрозы развития</b> Для того, чтобы исключить появление более совершенного технологического процесса, данная технология нацелена на использование большого количества автоматизированных элементов, что снижает время на обработку и снижает вероятность ошибки в результате человеческого фактора, что будет создавать спрос на покупку данного изделия.	<b>Уязвимости</b> Так как производство требует специальной оснастки, то это требует дополнительного изначального времени на ее изготовление. Высокие требования к качеству могут привести к повышенному количеству брака. Так как присутствуют трудные технологические операции, то время на наладку увеличивается, что может привести к затратам в результате потери времени.

Из проведенного SWOT-анализа можно сделать вывод, что данный технологический процесс и его разработка даже несмотря на наличие уязвимостей являются конкурентоспособными, а все угрозы для развития проекта нивелируются наличием сильных сторон, позволяя добиться высоких показателей эффективности.

### 3.3 Планирование научно-исследовательских работ

#### 3.3.1 Структура работ в рамках научного исследования

Порядок планирования комплекса научно-исследовательских работ следующий:

- определение структуры работ в рамках научного исследования;
- определение количества исполнителей для каждой из работ;
- установление продолжительности работ;
- построение графика проведения научных исследований.

Для эффективной организации работ рекомендуется использовать классический метод линейного планирования и управления. Этот метод позволяет составить линейный график выполнения всех работ, определить порядок этапов работ и распределить исполнителей для данной научно-исследовательской работы. В таблице 3.8 приведены подробности по порядку этапов работ и распределению исполнителей.

Таблица 3.8 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания, утверждение плана-графика	Научный руководитель
	2	Календарное планирование выполнения работ	Инженер, научный руководитель
Выбор способа решения поставленной задачи	3	Обзор научной литературы	Инженер
	4	Выбор методов исследования	Инженер
	5	Проведение теоретических расчетов и обоснование	Инженер, научный руководитель
Обобщение и оценка результатов	6	Обработка полученных данных	Инженер
	7	Оценка правильности полученных результатов	Инженер, Научный руководитель
Оформление комплекта документации по ОКР	8	Составление пояснительной записки	Инженер

### 3.3.2 Определение трудоемкости выполнения работ и разработка графика проведения

Ожидаемое значение трудоемкости:

$$t_{ожi} = \frac{3t_{\min i} + 2t_{\max i}}{5}, \quad (3.1)$$

где  $t_{ожi}$  – ожидаемая трудоемкость выполнения  $i$ -ой работы, человеко-дни;

$t_{\min i}$  – минимально возможная трудоемкость выполнения  $i$ -ой работы, человеко-дни;

$t_{\max i}$  – максимально возможная трудоемкость выполнения  $i$ -ой работы, человеко-дни.

Значение из формулы 3.1 помогает в определении значения  $T_{pi}$  в рабочих днях, учитывая тот факт, что этапы разработки могут выполняться параллельно исполнителем 1 и 2.

$$T_{pi} = \frac{t_{ожіi}}{Ч_i}, \quad (3.2)$$

$T_{pi}$  – продолжительность одной работы, рабочие дни;

$t_{ожіi}$  – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, человеко-дни;

$Ч_i$  – количество исполнителей данного этапа, чел.

Чтобы перевести значения длительности в календарные дни будет использоваться формула 3.3:

$$T_{ki.инж} = T_{pi} \cdot k_{кал}, \quad (3.3)$$

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

$T_{pi}$  – продолжительность выполнения  $i$ -ой работы в календарных днях;

$k_{кал}$  – календарный коэффициент.

$k_{кал}$  рассчитывается по формуле 3.4:

$$k_{кал} = \frac{T_{кал}}{T_{кал} - T_{вых} - T_{пр}} = \frac{365}{365 - 104 - 14} = 1,48, \quad (3.4)$$

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

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

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

Таблица 3.9 – Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	Трудоёмкость работ						Длительность работ в рабочих днях $T_{pi}$	Длительность работ в календарных днях $T_{ki}$
	$t_{\text{min}}$ , чел-дни		$t_{\text{max}}$ , чел-дни		$t_{\text{ожг}}$ , чел-дни			
	Исп.1	Исп.2	Исп.1	Исп.2	Исп.1	Исп.2		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Составление и утверждение технического задания, утверждение плана-графика	1	-	2	-	1,4	-	1,4	2
Календарное планирование выполнения работ	1	1	3	3	1,8	1,8	1,8	3
Обзор научной литературы	-	7	-	10	-	8,2	8,2	12
Выбор методов исследования	-	3	-	5	-	3,8	3,8	6
Проведение теоретических расчетов и обоснование	3	8	5	10	3,8	8,8	6,3	10
Обработка полученных данных	-	5	-	7	-	5,8	5,8	9
Оценка правильности полученных результатов	5	10	7	14	5,8	11,6	8,7	13



Составление пояснительной записки	-	14	-	20	-	16,4	16,4	25
<b>Итого:</b>	10	48	17	69	12,8	56,4	52,4	80

Примечание: Исп. 1 – научный руководитель (Пустовых О.С.), Исп. 2 – инженер (Перемитин Е.В.).

Составим диаграмму Ганта (таблица 3.10), пользуясь полученными данными:

Таблица 3.10 – Диаграмма Ганта

№	Вид работ	Исп	$T_{ki}$ , кал. дн.	Продолжительность работ													
				февр			март			апр			май				
				1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3		
1	Составление и утверждение технического задания, утверждение плана-графика	Исп.1	2	1													
2	Календарное планирование выполнения работ	Исп.1 Исп.2	3	1	2												
3	Обзор научной литературы	Исп.2	12		1	2											
4	Выбор методов исследования	Исп.2	6			1											
5	Проведение теоретических расчетов и обоснование	Исп.1 Исп.2	10			1	2										
6	Обработка полученных данных	Исп.2	9				1	2									
7	Оценка правильности полученных результатов	Исп.1 Исп.2	13					1	2	3							
8	Составление пояснительной записки	Исп.2	25									1	2	3			

Примечание:



– Исп. 1 (научный руководитель, Пустовых О.С.), – Исп. 2 (инженер, Перемитин Е.В.)

### 3.4 Бюджет научно-технического исследования

При составлении бюджета научно-технического исследования были учтены все расходы, связанные с его выполнением. В данной работе расходы были разделены на следующие статьи:

- материальные затраты опытно-конструкторской работы (ОКР);
- затраты на оборудование для выполнения работ;
- основная заработная плата исполнителей темы;
- дополнительная заработная плата исполнителей темы;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- накладные расходы ВКР.

#### 3.4.1 Расчет материальных затрат научно-технического исследования

Материальные затраты — это те финансовые траты, которые выделяются организацией на покупку ресурсов для реализации проекта. В данном случае в этом показателе будут отмечены затраты на печать и используемые при проектировании принадлежности. Полученные значения (взяты согласно прайс-листам) отображены в таблице 3.11.

Таблица 3.11 – материальные затраты

Наименование материалов	Цена за ед., руб.	Кол-во, ед.	Сумма, руб.
Комплекс канцелярских принадлежностей	500	1	500
Картридж для лазерного принтера	1 499	1	1499
Бумага	845	1	845
Итого:			2844

Цены приняты на основании прайс-листа поставщика материалов: <https://papirus-tomsk.ru>, <https://www.dns-shop.ru/>.

### 3.4.2 Расчет амортизации специального оборудования

Расчет сводится к определению амортизационных отчислений, так как оборудование было приобретено до начала выполнения данной работы и эксплуатировалось ранее, поэтому при расчете затрат на оборудовании учитываем только рабочие дни по данной теме.

При выполнении ВКР используется ПЭВМ – MSI и принтер Canon. Срок полезного использования определяются по паспортам продукта.

Таблица 3.12 – Затраты на оборудование

№	Наименование оборудования	Кол-во, шт.	Срок полезного использования, лет	Цены единицы оборудования, тыс. руб.	Общая стоимость оборудования, тыс. руб.	Амортизация, руб.
1	ПЭВМ MSI	1	4	77	77	4812,5
2	Принтер Canon	1	5	19	19	950
<b>Итого</b>				96 тыс. руб.		5765,5 руб.

Расчет амортизации проводится следующим образом:

Норма амортизации для ПЭВМ MSI рассчитывается по формуле:

$$N_A = \frac{1}{n} = \frac{1}{4} = 0,25 \quad (3.5)$$

где  $n$  – срок полезного использования, лет

Амортизация ПЭВМ рассчитывается по формуле:

$$A = \frac{N_A \cdot I}{12} \cdot t = \frac{0,25 \cdot 77000}{12} \cdot 3 = 4812,5 \text{ руб.} \quad (3.6)$$

где  $I$  – цена единицы оборудования, тыс. руб.;  $t$  – время в использовании, мес.

Норма амортизации для принтера Canon:

$$N_A = \frac{1}{n} = \frac{1}{5} = 0,2$$

Амортизация данного принтера:

$$A = \frac{N_A \cdot I}{12} \cdot m = \frac{0,2 \cdot 19000}{12} \cdot 3 = 950 \text{ руб.}$$

### 3.4.3 Основная заработная плата исполнителей темы

В данном пункте будут рассчитаны заработные платы для инженера и руководителя проекта с учетом расходов (система начисления оклада, трудоемкость выполнения технологического процесса детали «Плита верхняя»).

Основная заработная плата одного работника рассчитывается следующим образом:

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} \cdot T_p, \quad (3.7)$$

где  $Z_{\text{дн}}$  – среднедневная заработная плата, руб.;

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

Среднедневная заработная плата:

Руководитель проекта работает по шестидневной рабочей неделе:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_m \cdot M}{F_d} = \frac{49530 \cdot 10,3}{246} = 2073,8 \text{ руб.}, \quad (3.8)$$

где  $Z_m$  – месячный должностной оклад, руб.;

$F_d$  – действительный годовой фонд рабочего времени персонала, раб. дн.;

$M$  – количество месяцев работы без отпуска в течение года (для пятидневной рабочей недели с учетом 28-дневного отпуска данный показатель

будет равен  $M = 11,2$  мес.; для шестидневной рабочей и отпуска, составляющего 56 дней в год, данный показатель равен  $M = 10,3$  мес.).

Инженер работает пять дней в неделю:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_{\text{м}} \cdot M}{F_{\text{д}}} = \frac{35490 \cdot 11,2}{213} = 1866,1 \text{ руб.}, \quad (3.9)$$

Определим сумму должностного оклада двух исполнителей проекта в месяц:

Научный руководитель:

$$\begin{aligned} Z_{\text{м.рук}} &= Z_{\text{тс}} \cdot (1 + k_{\text{пр}} + k_{\text{д}})k_{\text{р}} = \\ &= 25400 \cdot (1 + 0,3 + 0,2) \cdot 1,3 = 49530 \text{ руб.} \end{aligned} \quad (3.10)$$

Инженер:

$$\begin{aligned} Z_{\text{м.инж}} &= Z_{\text{тс}} \cdot (1 + k_{\text{пр}} + k_{\text{д}})k_{\text{р}} = \\ &= 18200 \cdot (1 + 0,3 + 0,2) \cdot 1,3 = 35490 \text{ руб.} \end{aligned} \quad (3.11)$$

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

$k_{\text{пр}}$  – премиальный коэффициент, 0,3;

$k_{\text{д}}$  – коэффициент доплат и надбавок, 0,2;

$k_{\text{р}}$  – районный коэффициент, для Томска равен 1,3.

В следующей сводной таблице будет приведены показатели рабочего времени для руководителя и инженера:

Таблица 3.13 – Баланс рабочего времени исполнителей

Показатели рабочего времени	Руководитель	Инженер
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней - выходные дни - праздничные дни	52/14	104/14
Потери рабочего времени - отпуск	48/5	24/10

- невыходы по болезни		
Действительный годовой фонд рабочего времени	246	213

Итого:

Таблица 3.14 – Расчет основной заработной платы исполнителей

Исполнители НИ	$Z_{гс}$ , руб.	$k_{пр}$	$k_d$	$k_p$	$Z_m$ , руб.	$Z_{дн}$ , руб.	$T_p$ , раб. дн.	$Z_{осн}$ , руб.
Руководитель	25400	0,3	0,2	1,3	49530	2073,8	12,8	26544,6
Инженер	18200	0,3	0,2	1,3	35490	1866,1	56,4	105248,1
<b>Итого:</b>								131792,7

Расчет дополнительной заработной платы:

Руководитель:

$$Z_{доп.рук} = k_{доп} \cdot Z_{осн} = 0,15 \cdot 26544,6 = 3981,7 \text{ руб.} \quad (3.12)$$

Инженер:

$$Z_{доп.инж} = k_{доп} \cdot Z_{осн} = 0,15 \cdot 105248,1 = 15787,2 \text{ руб.}, \quad (3.13)$$

где  $k_{доп}$  – коэффициент дополнительной заработной платы, = 0,15 для стадии проектирования.

### 3.4.4 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

Отчисления во внебюджетные фонды определяется по формуле:

Руководитель:

$$Z_{внеб} = k_{внеб} \cdot (Z_{осн} + Z_{доп}) = 0,3 \cdot (26544,6 + 3981,7) = 9157,9 \text{ руб.} \quad (4.14)$$

Инженер:

$$Z_{\text{внеб}} = k_{\text{внеб}} \cdot (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}) = 0,3 \cdot (105248,1 + 15787,2) = 36\,310,6 \text{ руб.}$$

где  $k_{\text{внеб}}$  – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд ОМС и социальное страхование). Общая ставка взносов составляет в 2023 году – 30% согласно ст. 425, 426 НК РФ.

### 3.4.5 Накладные расходы

Накладные расходы включают в себя следующие расходы: услуги полиграфии, оплата интернета и прочие. Суммарные затраты сведены в таблицу 3.15.

Таблица 3.15 – Группировка затрат по статьям

Статьи					
1	2	3	4	5	6
Амортизация	Сырье, материалы	Основная заработная плата	Дополнительная заработная плата	Отчисления на социальные нужды	Итого без накладных расходов
5765,5	2844	131792,7	19768,9	45468,5	205639,6

Величина накладных расходов определяется по формуле:

(3.15)

$$Z_{\text{накл}} = (\text{сумма статей } 1 \rightarrow 5) \cdot k_{\text{нр}} = 205639,6 \cdot 0,2 = 41127,9 \text{ руб.,}$$

где  $k_{\text{нр}}$  – коэффициент, учитывающий накладные расходы, 0,2.

### 3.4.6 Бюджет ВКР

Пользуясь данными из предыдущего пункта определим плановую себестоимость для ВКР «Разработка технологического процесса производства

детали «Плита верхняя» на станках с ЧПУ», сравнив с аналогичными затратами у компаний-конкурентов. Все полученные значения сведены в таблице 3.16.

Таблица 3.16 – Группировка затрат по статьям

№	Наименование статьи	Сумма, руб.		
		Текущий технологический процесс	ТЭМЗ	ТЭТЗ
1	Материальные затраты НИР	2844	5172	8353
2	Затраты на специальное оборудование	5765,5	7178	8251
3	Затраты по основной заработной плате исполнителей темы	131792,7	145700	145700
4	Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы	19768,9	21855	21855
5	Отчисления во внебюджетные фонды	45468,5	50266,5	50266,5
6	Накладные расходы	41127,9	46034,3	46885,1
Бюджет затрат НИР		246767,5	276205,8	281310,6

### **3.5 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования**

Эффективность исследования определяется с помощью интегральных показателей финансовой и ресурсной эффективностей.

Интегральный показатель финансовой эффективности получен на основании значений из таблицы 3.16. Наибольшее по стоимости исполнение



(у компании ТЭТЗ) ставится как знаменатель, а остальные полученные цифры ставятся в числитель, после чего показатели сравниваются.

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп } i} = \frac{\Phi_i}{\Phi_{\text{max}}} \quad (3.17)$$

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

$\Phi_i$  – стоимость  $i$ -го варианта исполнения;

$\Phi_{\text{max}}$  – максимальная стоимость исполнения.

$$I_{\text{финр}}^{\text{тек.пр.}} = \frac{\Phi_{\text{тек.пр.}}}{\Phi_{\text{max}}} = \frac{246767,5}{281310,6} = 0,88;$$

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.2}} = \frac{\Phi_{\text{исп.2}}}{\Phi_{\text{max}}} = \frac{276205,8}{281310,6} = 0,98;$$

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.3}} = \frac{\Phi_{\text{исп.3}}}{\Phi_{\text{max}}} = \frac{281310,6}{281310,6} = 1;$$

Проанализировав финансовые показатели, можно сделать вывод, что по соображениям финансовой эффективности данный проект является более приемлемым из всех трех взятых исполнений.

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов выполнения НИР ( $I_{pi}$ ) считается, сравнивая характеристики и конечные значения после умножения на весовой коэффициент параметра и последующего суммирования в столбцах таблицы 3.17.

Таблица 3.17 – Сравнительная оценка характеристик вариантов НИР

Объект исследования / Критерии	Весовой коэффициент параметра	Текущий проект	Исп.2	Исп.3
1. Надёжность	0,15	4	4	3
2. Производительность	0,2	4	4	3
3. Технические характеристики	0,2	5	4	5

4. Механические свойства	0,15	5	5	3
5. Материалоёмкость	0,15	5	4	4
6. Точность исполнения	0,15	5	5	3
Итого	1	4,65	4,3	4,1

Определение интегрального показателя для каждого исполнения: (3.18)

$$I_{p1} = 0,15 \cdot 4 + 0,2 \cdot 4 + 0,2 \cdot 5 + 0,15 \cdot 5 + 0,15 \cdot 5 + 0,15 \cdot 5 = 4,65$$

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

$$I_{p3} = 0,15 \cdot 3 + 0,2 \cdot 3 + 0,2 \cdot 5 + 0,15 \cdot 3 + 0,15 \cdot 4 + 0,15 \cdot 3 = 3,55$$

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки использует в своей формуле два предыдущих показателя:

$$I_{\text{исп.}i} = \frac{I_{pi}}{I_{\text{финр}}} \quad (3.19)$$

$$I_{\text{тек.пр.}} = \frac{4,65}{0,88} = 5,28, \quad I_{\text{исп.2}} = \frac{4,3}{0,98} = 4,39, \quad I_{\text{исп.3}} = \frac{3,55}{1} = 3,55$$

Все полученные значения интегральных показателей определим в одну таблицу 3.18.

Таблица 3.18 – Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Текущий проект	Исп.2	Исп.3
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,88	0,98	1
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,65	4,3	3,55
3	Интегральный показатель эффективности	5,28	4,39	3,55

4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1	0,83	0,67
---	--	---	------	------

В результате, сравнив эффективность вариантов исследования с помощью трех показателей, можно прийти к выводу, что сравнительная эффективность (включающая в себя показатели финансовой и ресурсной эффективности) для данного разрабатываемого проекта выше – данный проект выгоднее для разработки, нежели у компаний-конкурентов.

## **Выводы по разделу**

В результате выполнения данного раздела можно сделать следующие выводы:

1. Результатом анализа конкурентных технических решений является выбор данного технологического процесса как наиболее совершенного и оптимального.

2. Был разработан SWOT-анализ для выяснения слабых и сильных сторон проекта, а также распределен график выполнения работ для определения времени работы исполнителей (инженера и научного руководителя). Общее время работы: 80 календарных дней, инженер затратил 78 календарных дней, руководитель – 28 дней.

3. Бюджет НИР составил 246767,5 рублей.

4. Результат оценки показателей эффективности позволяет сделать следующие выводы:

1) значение интегрального финансового показателя ИР составляет 0,88, что ниже, чем у компаний-конкурентов – данное технологическое исполнение более выгодно с точки зрения финансов;

2) значение интегрального показателя ресурсоэффективности ИР составляет 4,65, по сравнению с 4,3 и 3,55 у компаний конкурентов, что означает, что ресурсы используются более оптимально;

3) значение интегрального показателя эффективности ИР составляет 5,28 (4,39 и 3,55 у конкурентов). Так как данный показатель выше, то это означает, что данный технологический процесс и его исполнение являются самыми выгодными для разработки.

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА  
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

<b>Группа</b> 4А91		<b>ФИО</b> Перемитин Евгений Владимирович	
<b>Школа</b>	Инженерная школа новых производственных технологий	<b>Отделение (НОЦ)</b>	Машиностроение
<b>Уровень образования</b>	Бакалавриат	<b>Направление/специальность</b>	15.03.01 Машиностроение

Тема ВКР:

Технологическая подготовка производства детали «Плита верхняя» на станках с ЧПУ

**Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:**

**Введение**

- Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика) и области его применения.
- Описание рабочей зоны (рабочего места) при разработке проектного решения

*Объект исследования:* технологический процесс  
*Область применения:* машиностроение  
*Рабочая зона:* офис  
*Размеры помещения:* 30 м<sup>2</sup>  
*Количество и наименование оборудования рабочей зоны:* персональный компьютер и периферия, офисная мебель, пакет программного обеспечения  
*Рабочие процессы, связанные с объектом исследования, осуществляющиеся в рабочей зоне:* подготовка технологического процесса и технологической документации, разработка чертежей

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

**1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности при разработке проектного решения**

- специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства;
- организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.

— Трудовой кодекс Российской Федерации" от 30.12.2001 N 197-ФЗ;  
 — ГОСТ 12.2.032-78 Рабочее место при выполнении работ сидя;  
 — ГОСТ 12.2.033-78 Рабочее место при выполнении работ стоя;  
 — СанПиН 2.2.4.3359-16 «Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах»

**2. Производственная безопасность при разработке проектного решения**

- Анализ выявленных вредных и опасных производственных факторов

**Вредные производственные факторы:**  
 — нарушение параметров освещения  
 — отклонение показателей микроклимата  
 — превышение уровня допустимого шума  
 — превышение уровня допустимой вибрации

**Опасные производственные факторы:**  
 — нарушения электробезопасности

**Требуемые средства коллективной и индивидуальной защиты от выявленных факторов:**  
 — наличие системы пожарной сигнализации и оповещения  
 — наличие шумоизоляции  
 — наличие индивидуальных источников освещения  
 — исправность электропроводки

**3. Экологическая безопасность при разработке проектного решения**

*Воздействие на селегтебную зону:* загрязнение воздуха (образование пыли)

*Воздействие на литосферу:* загрязнение почвы (отходы производства в виде металлических отходов, а также в результате попадания различных рабочих жидкостей)

	<p><i>Воздействие на гидросферу:</i> загрязнение водоемов (попадание масла или СОЖ)</p> <p><i>Воздействие на атмосферу:</i> загрязнение воздуха (выбросы производства)</p>
<b>4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях при разработке проектного решения</b>	<p>Возможные ЧС: пожар, различные природные катаклизмы (землетрясение, ураган и др.), террористические акты, аварии на коммунальных системах жизнеобеспечения</p> <p>Наиболее типичная ЧС: пожар</p>
<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Черемискина Мария Сергеевна			

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4А91	Перемитин Евгений Владимирович		

## **Раздел 4. Социальная ответственность**

### **Введение**

Цель выпускной квалификационной работы – технологическая подготовка производства детали "Плита верхняя". Выполнение ВКР представляет собой последовательное выполнение четырех основных разделов: проектирование технологического процесса изготовления детали; проектирование средства технологического оснащения; финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение; социальная ответственность.

В современном мире социальная ответственность становится все более актуальной темой, особенно в контексте производства. Технологическая подготовка производства детали является важным этапом в производственном процессе, который требует не только высокой технической компетенции, но и социальной ответственности. В данном разделе будут рассмотрены аспекты социальной ответственности в контексте технологической подготовки производства данной детали, а также меры, принимаемые для обеспечения безопасности работников и окружающей среды.

Инженер конструкторско-технологического отдела при работе в офисе сталкивается с различными нагрузками. Он должен учитывать требования заказчика и технические характеристики деталей, а также оптимизировать процесс производства для повышения эффективности и снижения затрат. Кроме того, не стоит забывать, что данная деятельность так же связана с нагрузками умственного и психологического характера. Если помещение, в котором выполняется работа, не будет соответствовать нормам (повышенная или пониженная температура, высокий уровень шума, плохое освещение и т.д.), то в конечном итоге производительность труда исполнителя снизится.

Местом разработки данной ВКР выступил КТО (конструкторско-технологический отдел) с использованием ПК при возможном воздействии

вредных и опасных факторов, анализу которых и будет посвящен данный раздел с целью снижения влияния таковых.

#### **4.1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности**

##### **4.1.1. Правовые вопросы обеспечения безопасности**

Правовые вопросы обеспечения безопасности при работе в офисе в Российской Федерации регулируются Трудовым кодексом РФ и другими нормативно-правовыми актами. Работодатель обязан обеспечить безопасность и здоровье работников на рабочем месте. Для этого необходимо проводить регулярные инструктажи по охране труда, обеспечивать работников необходимыми средствами индивидуальной защиты, проводить медицинские осмотры и т.д. Кроме того, работодатель должен разрабатывать и утверждать локальные нормативные акты по охране труда.

Данный вид работ относится к первой категории тяжести труда (Ia) – работы, производимые сидя и сопровождающиеся незначительным физическим напряжением с низкой интенсивностью энергозатрат (до 139 Вт) и не столь большой величиной нервных и эмоциональных нагрузок. Длительность рабочего дня в таком случае составляет не более 40 часов в неделю без учета перерывов на отдых и питание (от 30 до 60 минут). В некоторых случаях предусмотрены сверхурочные работы (с соответствующей оплатой), которые не должны длиться для каждого работника более 4 часов в течение двух дней подряд и 120 часов в год.

Всем работникам представляется право на еженедельный непрерывный отдых (выходные). При пятидневной рабочей неделе таких выходных два, при шестидневной – один. Общим выходным днем является воскресенье. Второй же день при пятидневной смене в случае невозможности приостановки работы устанавливается коллективным договором или правилами распорядка, определенными на предприятии.



У каждого трудоустроенного гражданина, согласно ТК РФ, Статья 21 [8], есть право на свое рабочее место (соответствующее нормам и требованиям), на обеспеченность средствами индивидуальной защиты за средства работодателя, на соцстрахование, на оплачиваемый медицинский осмотр вне очереди, на возмещение вреда в связи с выполнением трудовых обязательств, а также ежегодных оплачиваемых отпусков.

#### **4.1.2 Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны**

Рабочее место сотрудника должно соответствовать ГОСТ 12.2.032-78 [9]. Высота рабочей поверхности, мм, при организации рабочего места для мужчин составляет 680 мм, высота же сидения с учетом пола работника (исполнителя ВКР) составляет 430 мм, а расстояние от сиденья до нижнего края рабочей поверхности должно быть не менее 150 мм. Конструкция рабочей поверхности обуславливается требованиями для данного вида работ. Она может быть видоизменена, к примеру, могут быть добавлены подлокотники, отдельные ступени для размещения ног или выемки в столе для наибольшего удобства размещения перед средствами взаимодействия (в данном случае таковым является персональный компьютер).

Наиболее частые объекты воспроизведения информации должны располагаться в вертикальной плоскости под углом  $\pm 15^\circ$  от нормальной линии взгляда и в горизонтальной плоскости под углом  $\pm 15^\circ$  от сагиттальной плоскости. Для объектов частого взаимодействия, не требующих точности и скорости считывания, данные показатели аналогично изменяются до  $\pm 30^\circ$ . Для объектов, взаимодействия с которыми происходит редко, допускается изменить аналогичные параметры до  $\pm 60^\circ$ .

Помещения с ПК должны периодически проветриваться, а также в них ежедневно должна проводиться влажная уборка.

Для данного типа работ желательно проводить кратковременные перерывы (возможно, гимнастика для глаз или разминка) до 5 минут.

## 4.2. Производственная безопасность

Производственная безопасность – это система мер и действий, направленных на предотвращение производственных травм и заболеваний, а также на обеспечение безопасности работников в процессе работы. Она является необходимой для защиты жизни и здоровья работников, а также для обеспечения безопасности и защиты имущества работодателя. Производственная безопасность регулируется законодательством и является обязательной для всех организаций, независимо от их размера и вида деятельности.

Факторы, которые могут быть опасными и вредными при работе в офисе на персональном компьютере, могут включать в себя скачки напряжения и отклонение от норм электробезопасности, недостаточное освещение, плохую вентиляцию, шум, стресс, монотонную работу и длительное сидение в одной позе. Они могут привести к различным заболеваниям, таким как боли в спине, шее и голове, усталости глаз, сухости и раздражения глаз, а также к другим заболеваниям, связанным с психическим здоровьем. Данные факторы регламентируются нормативными документами согласно ГОСТ 12.0.003-2015 [11].

Таблица 4.1 – Возможные опасные и вредные факторы

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Нормативные документы
1. Нарушение параметров освещения	СанПиН 52.13330.2016 «Естественное и искусственное освещение».
2. Отклонение показателей микроклимата	СанПиН 2.2.4.3359-16 "Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах"
3. Превышение уровня допустимого шума	СанПиН 2.2.4.3359-16 "Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах"
4. Превышение уровня допустимой вибрации	СанПиН 2.2.4.3359-16 "Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах"
5. Нарушения электробезопасности	ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ Электробезопасность. Предельно

	допустимые уровни напряжений прикосновения и токов.
6. Нервно-психические перегрузки	Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 №197-ФЗ (ред. от 27.12.2018)

#### **4.2.1. Нарушение параметров освещения**

Недостаточность освещения в офисе может негативно влиять на трудоспособность сотрудников. Это может привести к усталости глаз, головной боли, снижению концентрации и ухудшению зрения. Кроме того, плохое освещение может вызвать депрессию и ухудшить настроение, что также может негативно сказаться на работе. Параметр освещенности включает в себя два фактора: естественное и искусственное, а вместе они называются комбинированным освещением; то есть в рабочей зоне должно быть освещение как солнечное, так и с использованием электроприборов (ламп). Допустимо использование как ламп накаливания, так и газоразрядных ламп. В случае перегорания лампы ее требуется заменить. Согласно СанПиН 52.13330.2016 [10] для работ средней точности (IV категория) с наименьшим или эквивалентным размером объекта различения от 0,5 до 1 мм при использовании комбинированного освещения уровень освещенности должен составлять 400-750 люксов в зависимости от характеристики фона, коэффициент естественного освещения должен быть 4%, а коэффициент пульсации не должен превышать 20%. При использовании локального освещения (настольных ламп) уровень комбинированной освещенности должен быть на отметке в 300 люксов. Не стоит забывать про влажную уборку стекол и ламп, так как это может влиять на общий уровень освещения.

#### **4.2.2. Отклонение показателей микроклимата**

Показателями, характеризующими микроклимат в производственных помещениях, согласно СанПиН 2.2.4.3359-16 [10], являются:

- температура окружающей среды;

- температура поверхностей;
- относительная влажность воздуха;
- скорость движения воздуха.

Данные параметры влияют на уровень комфорта работника, а несоответствие нормам может привести к снижению трудоспособности сотрудника. Для обеспечения таких условий помещение должно быть оборудовано системами обогрева и вентиляции.

Таблица 4.2 – Оптимальные величины параметров микроклимата на рабочих местах производственных помещений

Категория работ по уровням энергозатрат, Вт	Период года	Температура воздуха, °С	Температура поверхностей, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с, не более
Ia (до 139)	Холодный	22-24	21-25	60-40	0,1
	Тёплый	23-25	22-26	60-40	0,1

#### 4.2.3. Превышение уровня допустимого шума

Шум – это звуковые колебания, которые могут быть нежелательными или вредными для здоровья человека. При работе в офисе шум может вызвать усталость, раздражительность, снижение концентрации, а также повышение уровня стресса. Длительное воздействие шума может привести к нарушению слуха и другим заболеваниям. Поэтому важно соблюдать нормы по уровню шума в рабочих помещениях и принимать меры по его снижению, например, использовать звукоизоляционные материалы и звукопоглощающие панели.

Согласно СанПиН 2.2.4.3359-16 [10], нормативным эквивалентным уровнем звука на рабочих местах является 80 дБА за восьмичасовую рабочую смену. Если уровень шума на рабочем месте превышает 80 дБА, то работодатель должен оценить риск для здоровья работников и убедиться, что он находится на приемлемом уровне.

#### 4.2.4. Превышение уровня допустимой вибрации

Вибрация – это колебание объекта или системы вокруг своего равновесного положения. В контексте рабочей среды, вибрация может возникать от механических процессов, таких как работа машин и оборудования. По способу перехода на человека вибрация делится на общую (та, что передается через опорные поверхности – ступни, ягодицы и т.д.) и локальную (при непосредственном контакте с рабочей поверхностью – руки, ступни, предплечья). Общая и локальная вибрации на машиностроительном предприятии могут оказывать влияние на здоровье работника конструкторско-технологического отдела. Длительное воздействие вибрации может привести к нарушению нервной и костно-мышечной системы, а также к другим заболеваниям. Поэтому важно соблюдать нормы по уровню вибрации на рабочих местах и принимать меры по ее снижению.

Согласно СанПиН 2.2.4.3359-16 [10], лимиты вибрации в рабочей зоне следующие:

Таблица 4.3 – Допустимые уровни вибрации

Вид вибрации	Категория вибрации	Направление действия	Коррекция	Нормативные эквивалентные скорректированные значения и уровни виброускорения	
				м/с <sup>2</sup>	дБ
Локальная	-	Хл, Yл, Zл	Wh	2,0	126
Общая	1	Zo	Wk	0,56	115
		Xo, Yo	Wd	0,40	112

Wh – фильтр частотной коррекции по ГОСТ 31192.1-2004.

Wd, Wk – фильтры частотной коррекции по ГОСТ 31191.1-2004.

#### 4.2.5. Нарушения электробезопасности

Поражение электрическим током может иметь различные последствия для здоровья человека, в зависимости от силы тока и продолжительности воздействия. Может возникнуть ожог кожи и тканей, повреждения внутренних органов, нарушения сердечного ритма и дыхания, а также другие серьезные заболевания. Поэтому необходимо соблюдать меры предосторожности при работе с электрическими устройствами и оборудованием, а также соблюдать правила безопасности.

Напряжения прикосновения и токи, протекающие через тело человека при нормальном (неаварийном) режиме электроустановки, согласно ГОСТ 12.1.038-82 [13], не должны превышать следующих значений:

Таблица 4.4 – Допустимые показатели тока и напряжения прикосновения при нормальном режиме работы электроустановки

Род тока	U, В	I, мА
	Не более	
Переменный, 50 Гц	2,0	0,3
Переменный, 400 Гц	3,0	0,4
Постоянный	8,0	1,0

Существует несколько мер защиты от воздействия электрического тока, которые могут помочь предотвратить поражение током:

1. Использование изоляционных материалов и защитной электроодежды при работе с электрическими устройствами и оборудованием.
2. Установка заземления для электрических устройств и оборудования, чтобы предотвратить накопление статического электричества.
3. Использование защитных предохранителей и автоматических выключателей для предотвращения перегрузки электрических сетей.
4. Соблюдение правил безопасности при работе с электрическими устройствами и оборудованием.

#### **4.2.6. Нервно-психические перегрузки**

Нервно-психические перегрузки – это состояние, когда нервная система перегружена информацией и не может справиться с ее обработкой. Это может привести к чувству беспокойства, раздражительности, усталости и депрессии.

Состояние утомления характеризуется уменьшением физической и психической работоспособности, чувством усталости и снижением настроения. Это может быть вызвано физическими и психическими нагрузками, недостатком сна, стрессом и другими факторами.

Чтобы справиться с этим состоянием требуется предпринять следующие меры:

- Обеспечить себе достаточный отдых и сон.
- Соблюдать режим дня и питания.
- Заняться физической активностью, которая поможет улучшить настроение и повысить работоспособность.
- Избегать стрессовых ситуаций и научиться расслабляться.
- При необходимости обратиться к специалисту для консультации и лечения.

Стоит напомнить, что согласно ТК РФ [8] у каждого работника есть право на выходные и ежегодный оплачиваемый отпуск. Это право дается как раз для того, чтобы избежать подобного состояния.

#### **4.3 Экологическая безопасность**

Основную экологическую угрозу при данном типе работ несут за собой элементы ПК, выработавшие свой ресурс. Для обеспечения экологической безопасности при работе с отработанными компонентами ПЭВМ необходимо соблюдать правила и рекомендации по утилизации электронных отходов. Это может включать в себя использование специальных контейнеров для сбора и переработки отработанных компонентов, а также обращение к сертифицированным организациям, которые занимаются утилизацией

электронных отходов. Важно также следить за тем, чтобы не выбрасывать отработанные компоненты в обычный мусор и не сжигать их, так как это может привести к загрязнению окружающей среды и нанести вред здоровью людей.

В российском законодательстве нет понятия "отходы электроники", тем не менее, в классификаторах такие отходы фигурируют, как «электронное оборудование, отдельные комплектующие детали», согласно ГОСТ 30775-2001 "Классификация, идентификация и кодирование отходов" [15]. В нынешнее время техника начинает морально устаревать гораздо позже, чем это было в предыдущие десятилетия. Таким образом, не вся устаревшая техника все еще не способна выполнять поставленные задачи, просто зачастую не соответствует появляющимся требованиям потребителя. Направления утилизации электронного оборудования следующие:

- Передача оборудования для повторного использования (школы, детские сады);
- Разборка ПЭВМ с целью продажи отдельных годных к использованию компонентов;
- Обезвреживание токсичных компонентов;
- Вторичная переработка.

Касательно последнего пункта, для начала требуется разобрать ПЭВМ, чтобы рассортировать компоненты по составу материала. Часть комплектующих может отправиться на переплавку (металлические детали), пластиковые детали перерабатываются и также отправляются на повторное производство. Используя данные методы можно восстановить до 60% материалов, использовавшихся при производстве ПЭВМ.

#### **4.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях**

Возможными чрезвычайными ситуациями при работе в КТО могут быть: пожар, различные природные катаклизмы (землетрясение, ураган и др.),



террористические акты, аварии на коммунальных системах жизнеобеспечения. Наиболее вероятным из них является пожар – неконтролируемое горение, которое может привести к разрушению объектов, угрозе жизни и здоровью людей, а также нанести значительный ущерб окружающей среде.

Возможными источниками возникновения пожара, согласно ГОСТ 12.1.004-91 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Пожарная безопасность» [14], являются:

- пламя и искры;
- повышенная температура среды;
- различные токсичные отходы;
- задымление;
- электрический ток из-за нарушения норм и требований электробезопасности и др.

Для обеспечения безопасности в чрезвычайных ситуациях необходимо соблюдать правила пожарной безопасности, иметь в наличии огнетушители и системы пожаротушения, а также знать, как ими пользоваться. Также важно знать, где находятся выходы и эвакуационные пути, участвовать в пожарных эвакуационных учениях. В случае возникновения чрезвычайной ситуации, необходимо быстро и спокойно действовать в соответствии с инструкциями по эвакуации и не паниковать.



Рисунок 17 – Пример плана эвакуации с условными обозначениями

## **Выводы по разделу**

В данном разделе рассматривались различные нормы безопасности при работе над данной ВКР в КТО и анализировались различные опасные и вредные факторы, которые могут повлиять на работу исполнителя, и пути их уменьшения. Данное помещение (офисное, с ПЭВМ) описывается по стандартам электробезопасности как «без повышенной опасности», данный вид работ относится к первой категории тяжести труда (Ia), категория помещения по пожарной опасности В1-В4 (пожароопасное), а отработанные компоненты ПЭВМ относятся к IV категории влияния на окружающую среду. Помещение должно быть оборудовано огнетушителями и средствами пожаротушения. Также в разделе были описаны права сотрудника согласно ТК РФ, которые могут быть предоставлены работодателем. Знание данных аспектов позволит обезопасить работника от получения производственных травм, а также поможет поддерживать оптимальный уровень работоспособности.

## Заключение

Как заключение к ВКР по теме "Технологическая подготовка производства детали "Плита верхняя" на станках с ЧПУ" можно сделать вывод, что технологическая подготовка производства является важным этапом в производстве любой детали. В данном случае, для производства детали "Плита верхняя" на станках с ЧПУ был разработан оптимальный технологический процесс, подобрано необходимое оборудование, были рассчитаны режимы резания и спроектирована специальная механизированная оснастка.

Разработка и анализ данных пунктов позволит сделать производство экономичнее с достижением требуемых параметров точности по техническому заданию. Использование прогрессивных средств технического оснащения позволит снизить затраты на производство из-за снижения времени на производство.

Были рассчитаны экономические затраты при проектировании данного технологического решения. В результате можно сделать вывод о том, что такой метод разработки будет экономически выгоднее, чем у потенциальных конкурентов.

Был произведен анализ вредных и опасных факторов, с которыми может столкнуться исполнитель данной ВКР на этапе проектирования, в результате чего вероятность возникновения производственных травм или ЧС сильно снижается.

## Список литературы

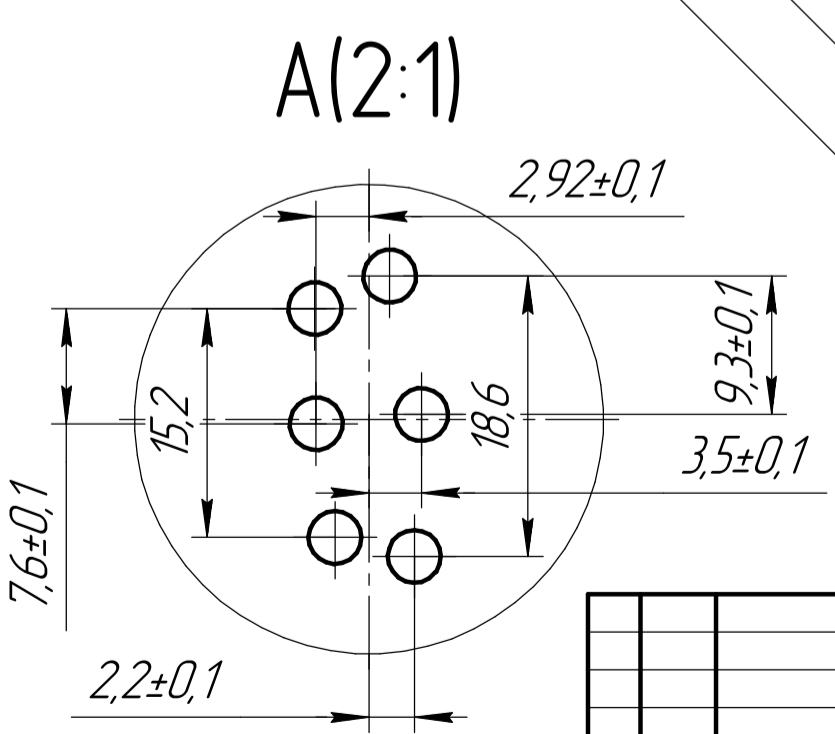
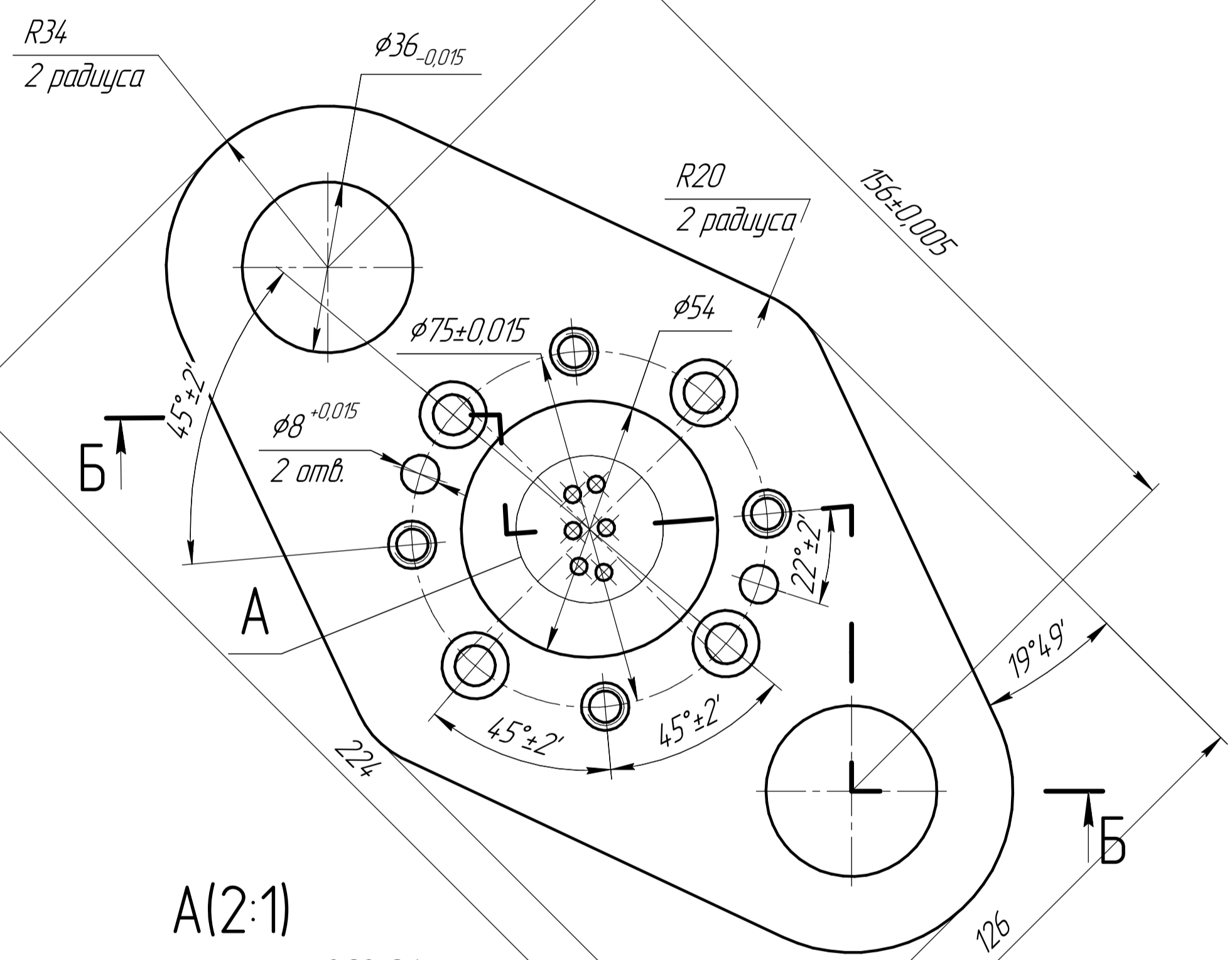
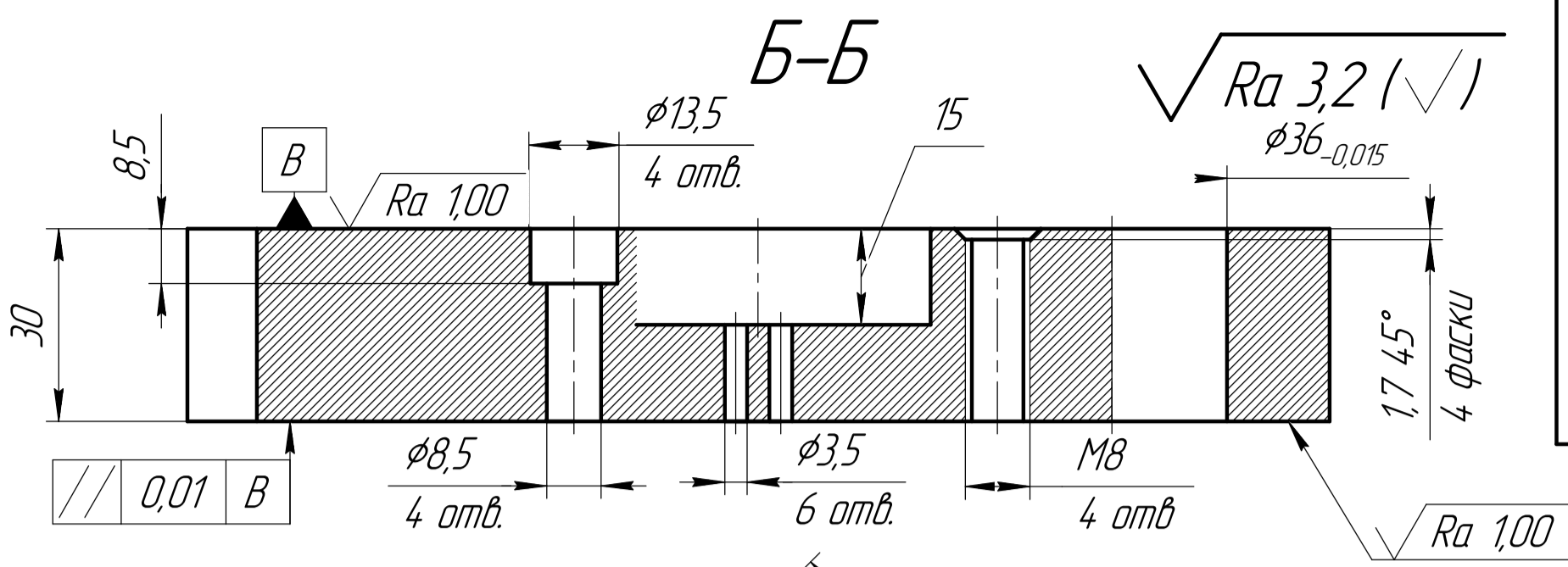
1. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. Т. 2 / под редакцией А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1986, 496 с.
2. Режимы резания металлов: справочник / Ю.В. Барановский. – 3-е изд., переработанное и дополненное – Москва: Изд-во «Машиностроение», 1972. – 409 с.
3. Справочник молодого технолога-машиностроителя / Данилевский В.В. – Издание второе, исправленное изд. – Москва: Профиздат, 1960. – 416 с.
4. Справочник конструктора по расчёту и проектированию станочных приспособлений: справочное пособие / В.Е. Антонюк, В.А. Королёв, С.М. Башеев – Минск: Изд-во «Беларусь», 1969. – 392 с.
5. В.М. Ваганов Проектирование и расчет кондукторов. - 1 изд. - Псков, Псковский государственный политехнический институт: Издательство ППИ, 2009. - 20 с.
6. В. П. Должиков. Разработка технологических процессов механообработки в мелкосерийном производстве. ТПУ, 2003.
7. В. П. Должиков. Основы программирования и наладки станков с ЧПУ. ТПУ, 2011.
8. Трудовой кодекс Российской Федерации" от 30.12.2001 N 197-ФЗ»
9. ГОСТ 12.2.032-78 «Рабочее место при выполнении работ сидя».
10. СанПиН 2.2.4.3359-16 "Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах".
11. ГОСТ 12.0.003-2015 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Опасные и вредные производственные факторы. Классификация (с Поправками).
12. СанПиН 52.13330.2016 «Естественное и искусственное освещение».
13. ГОСТ 12.1.038-82 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность».

14. ГОСТ 12.1.004-91 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ).

15. ГОСТ 30775-2001 "Классификация, идентификация и кодирование отходов"

# **ПРИЛОЖЕНИЕ А**

## **Чертеж детали**



1 H14, h14,  $\pm \frac{IT_{14}}{2}$ .

Изм.	подл.	Подп.	и дата	Изм.	двдл.	Подп.	и дата
Справ.	Перв.	примен.					

Изм.	Лист	докум.	Подп.	Дата	<b>Плита верхняя</b>	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.						У	3,61	1:1
Проб.						Лист	Листов	1
Т.контр.					Сталь 40X ГОСТ 4543-71			
Н.контр.								
Утв.								

КОМПАС-3D v21 Учебная версия © 2022 ООО "АСКОН-Системы проектирования", Россия. Все права защищены.

## **ПРИЛОЖЕНИЕ Б**

### **Комплект технологической документации**



Дцдл.			
Взам.			
Подл.			


28

1

НИ ТПУ

ИШНПТ-4А91014.00.00.00

ИШНПТ Группа 4А91

Плита верхняя

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

Комплект технологической документации  
 на технологический процесс механической обработки  
 детали «Плита верхняя»

Проверил: руководитель ВКР

Выполнил: студент гр. 4А91

Пустовых О.С.

Перемитин Е.В.



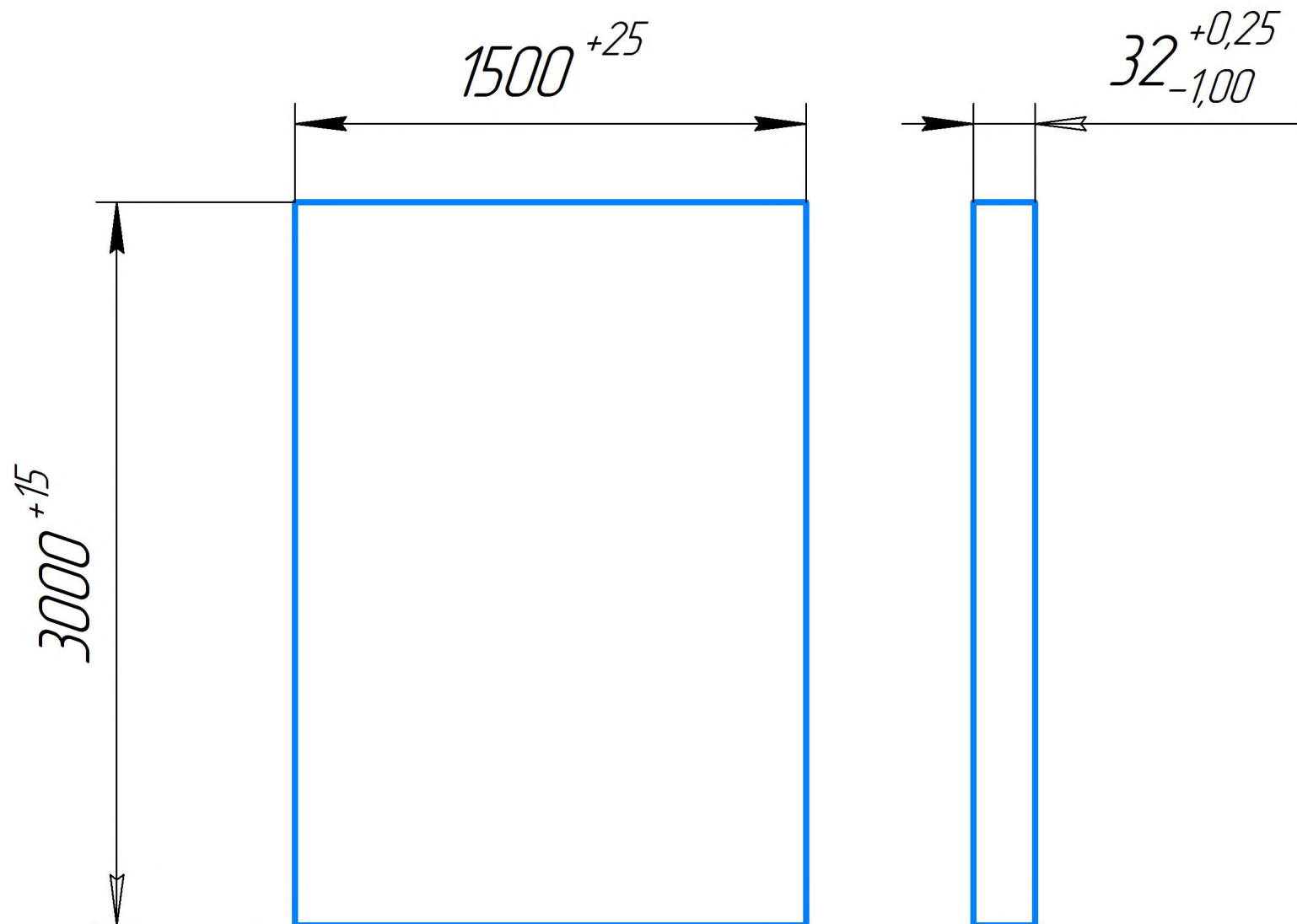


Дцбл.			
Взам.			
Подл.			


1

1

Разраб.	Перемитин								
Проверил	Пустовых			НИ ТПУ	ИШПНТ-4А91014.00.00.01			ИШПНТ Группа 4А91	
Утвердил									
Н. контр.					Плита верхняя		1	1	005



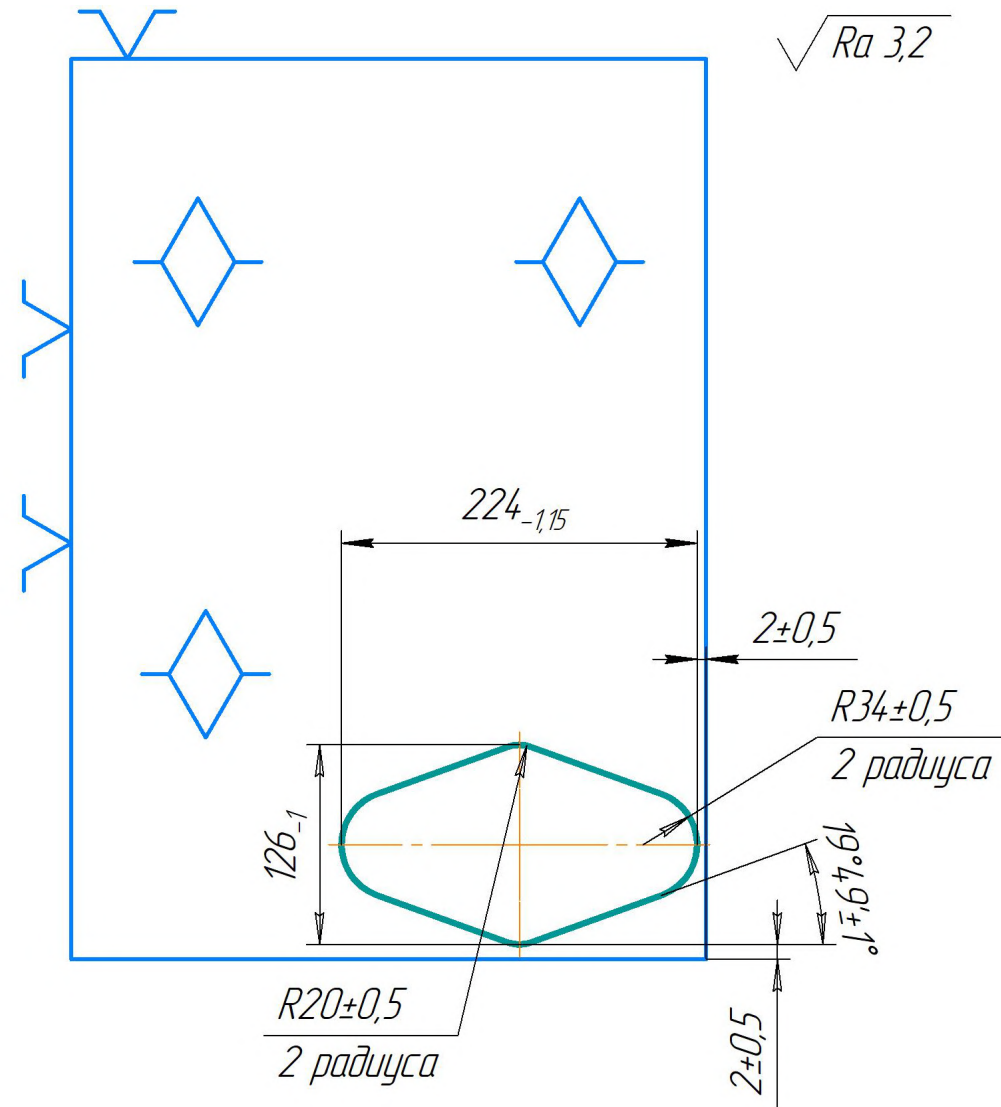


Дцбл.			
Взам.			
Подл.			


1

1

Разраб.	Перемитин			НИ ТПУ	ИШПНТ-4А91014.00.00.01				
Проверил	Пустовых								ИШПНТ Группа 4А91
Утвердил									
Н. контр.					Плита верхняя				010





Дubl.																			
Взам.																			
Подл.																			

1

1

Разраб.	Перемитин																		
Проверил	Пустовых																		
Утвердил																			

НИ ТПУ

ИШПНТ-4А91014.00.00.01

ИШПНТ Группа 4А91

Н. контр.																			
-----------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Плита верхняя

015

Наименование операции	Материал	Твердость	ЕВ	МД	Профиль и размеры	МЗ	КОИД
Галтовка	Сталь 40Х ГОСТ 4543-2016	212...248 НВ	к2	3,61	Лист 32x1500x3000	3,61	1
Оборудование, устройство ЧПУ	Обозначение программы	T <sub>α</sub>	T <sub>β</sub>	T <sub>γ</sub>	T <sub>шт</sub>	СОЖ	
Центробежная галтовочная установка Ротор 20		15	3		18		

Р		ПИ	D или B	L	f	i	s	n	v
---	--	----	---------	---	---	---	---	---	---

001 1. Галтовать согласно ГОСТ 23505-79.

15

3

T02 Наполнитель для галтовки BALL SFP Ф2 ПОРЦЕЛАН ШАР ГОСТ 28390-89

T03 Компаунд OTEC SC 13 для галтовок шлифовальный ГОСТ 21445-84

P04 -

05

06

07

08

09

10

11

12

13

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

OK

Операционная карта

8







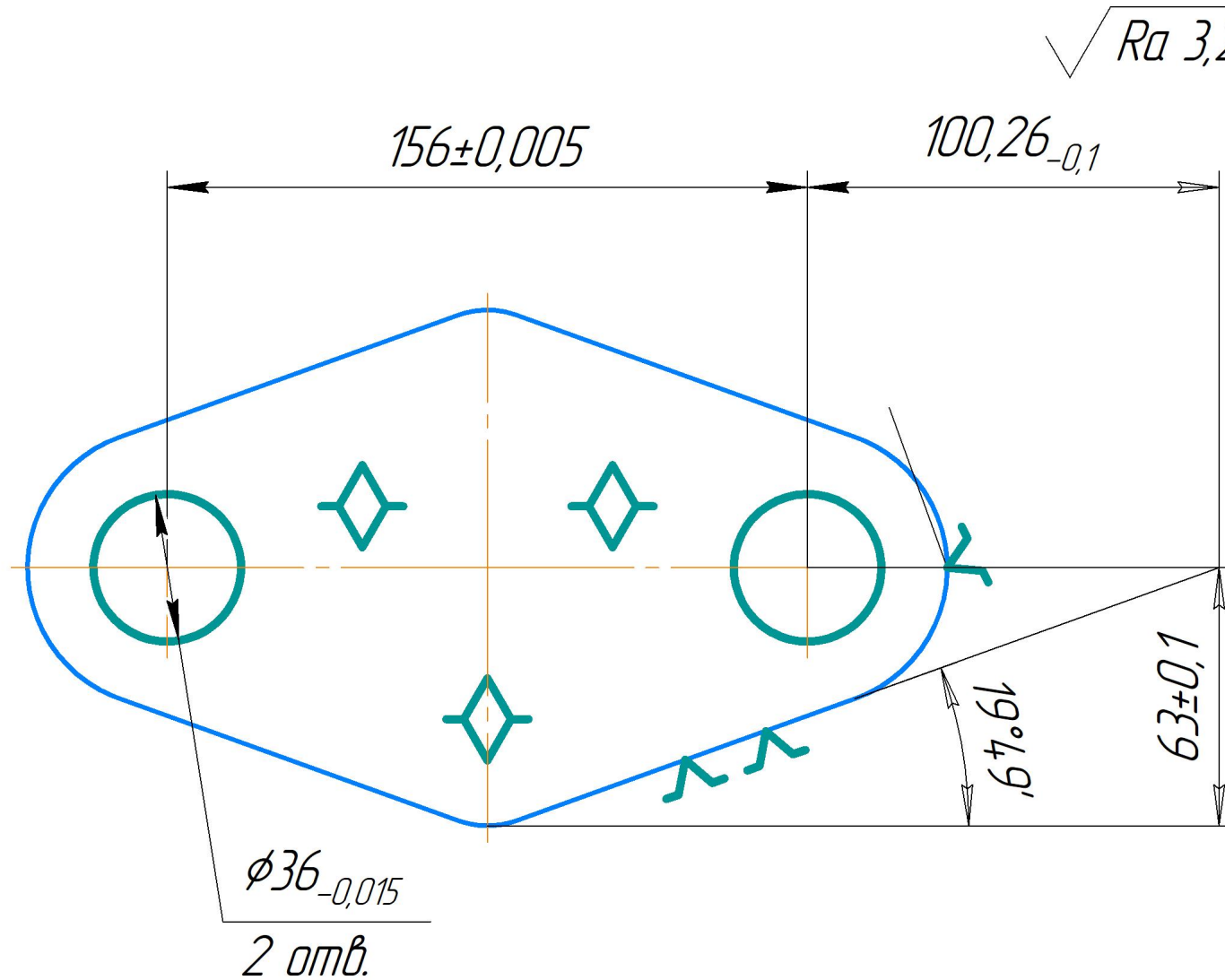


Дцдл.			
Взам.			
Подл.			


1

1

Разраб.	Перемитин			НИ ТПУ	ИШПНТ-4А91014.00.00.01		ИШПНТ Группа 4А91	
Проверил	Пустовых							
Утвердил								
Н. контр.					Плита верхняя			030





Дцдл.																			
Взам.																			
Подл.																			

																		2
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	---

															ИШПНТ-4А91014.00.00.01			ИШПНТ Грунна 4А91			030
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------------------------	--	--	-------------------	--	--	-----

<i>P</i>											<i>Π</i>	<i>D или B</i>	<i>L</i>	<i>t</i>	<i>i</i>	<i>s</i>	<i>n</i>	<i>v</i>
----------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----------	----------------	----------	----------	----------	----------	----------	----------

Т01	Цанга 7010-0031 ГОСТ 2876-80																	
-----	------------------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Р02											-				13	3	1	1539	174,6
-----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	---	--	--	--	----	---	---	------	-------

03																		
----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

04																		
----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

05																		
----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

06																		
----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

07																		
----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

08																		
----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

09																		
----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

10																		
----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

11																		
----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

12																		
----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

13																		
----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

14																		
----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

15																		
----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

16																		
----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

17																		
----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

18																		
----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

ОК	Операционная карта																	14
----	--------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----

Дцбл.			
Взам.			
Подл.			



1

1

Разраб.	Перемитин		
Проверил	Пустовых		
Утвердил			
Н. контр.			

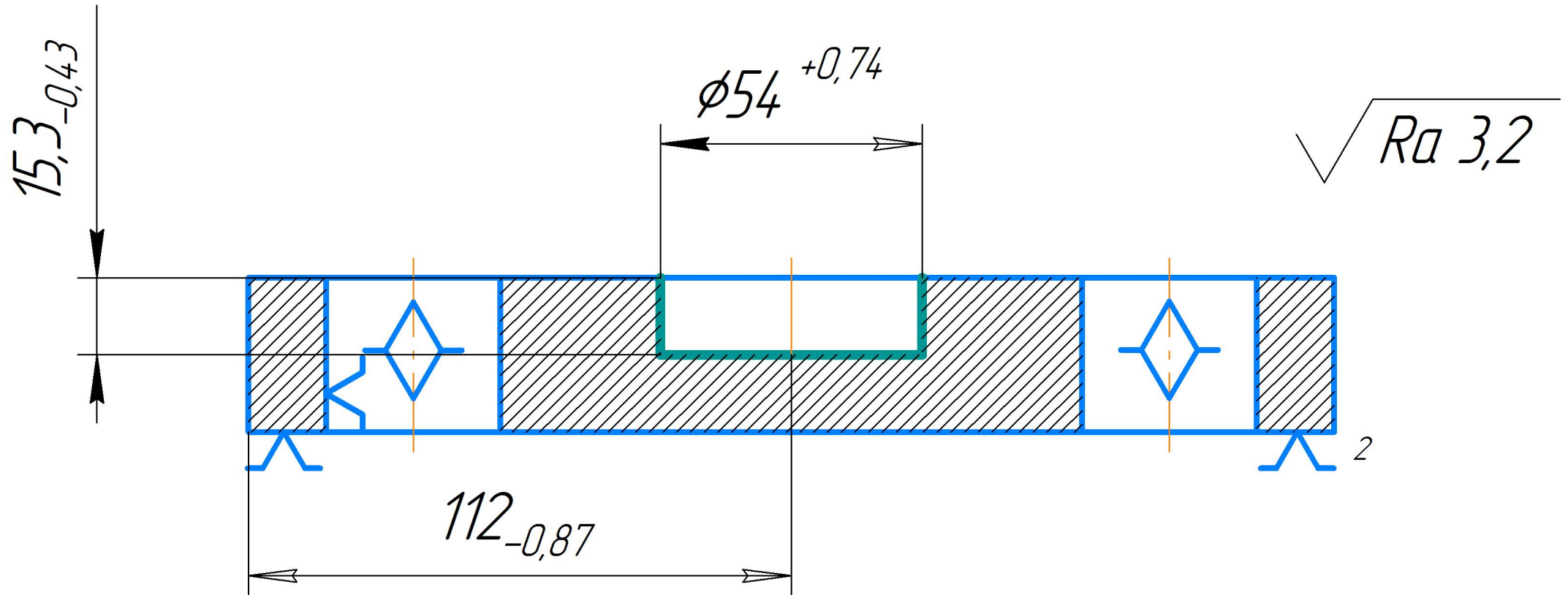
НИ ТПУ

ИШПНТ-4А91014.00.00.01

ИШПНТ Группа 4А91

Плита верхняя

035









Дцбл.														
Взам.														
Подл.														

										1	1
Разраб.	Перемитин				НИ ТПУ	ИШПНТ-4А91014.00.00.01				ИШПНТ Группа 4А91	
Проверил	Пустовых										
Утвердил											

Н. контр.					Плита верхняя							035
-----------	--	--	--	--	---------------	--	--	--	--	--	--	-----

У Oper. Обозначение детали, программы, оборудования, устройства ЧПУ

Т Пер. ПИ Вспомогательный и режущий инструмент (код, наименование) Наладочные размеры Коррект. разм. НК

У01	035	ФП-17 (В)										
Т02	1		Образцы шероховатости ГОСТ 9378-93; Фреза концевая ГОСТ 17025-71 Т15К6 φ50, z=6									
Т03			Хвостовик 2-50 ГОСТ 25827-93									
04												
05												
06												
07												
08												
09												
10												
11												
12												
13												
14												
15												
16												

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













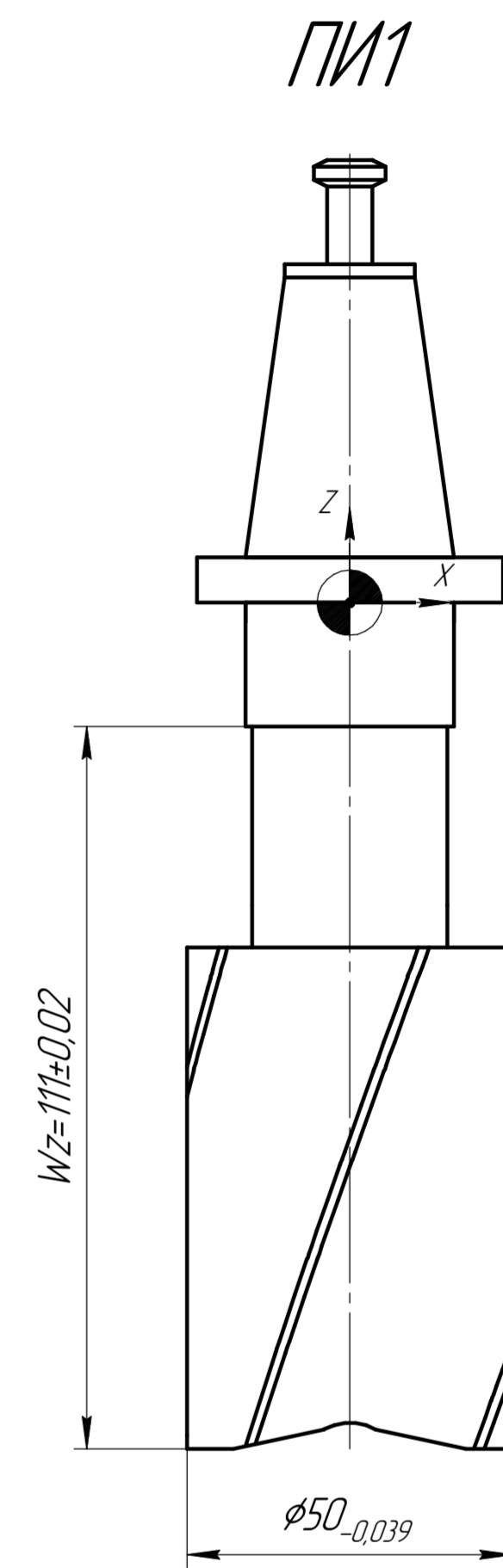
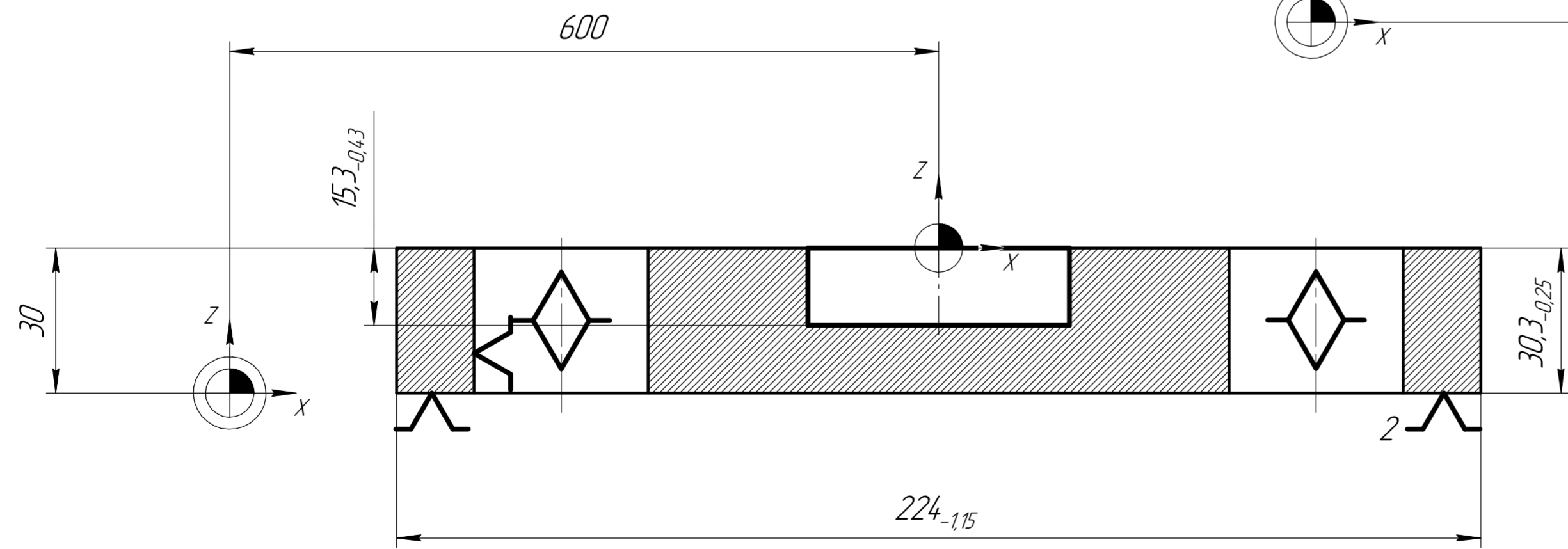
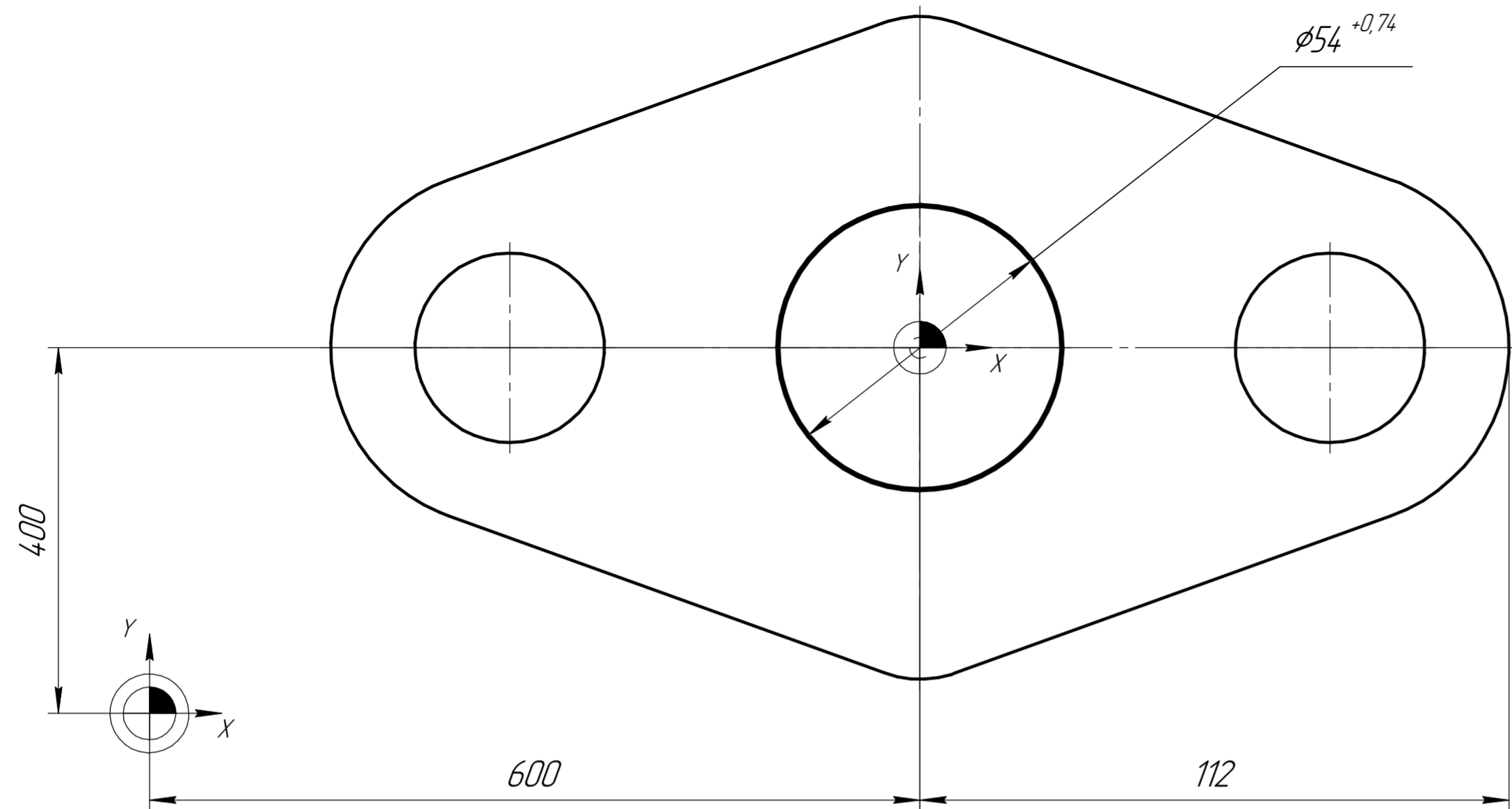












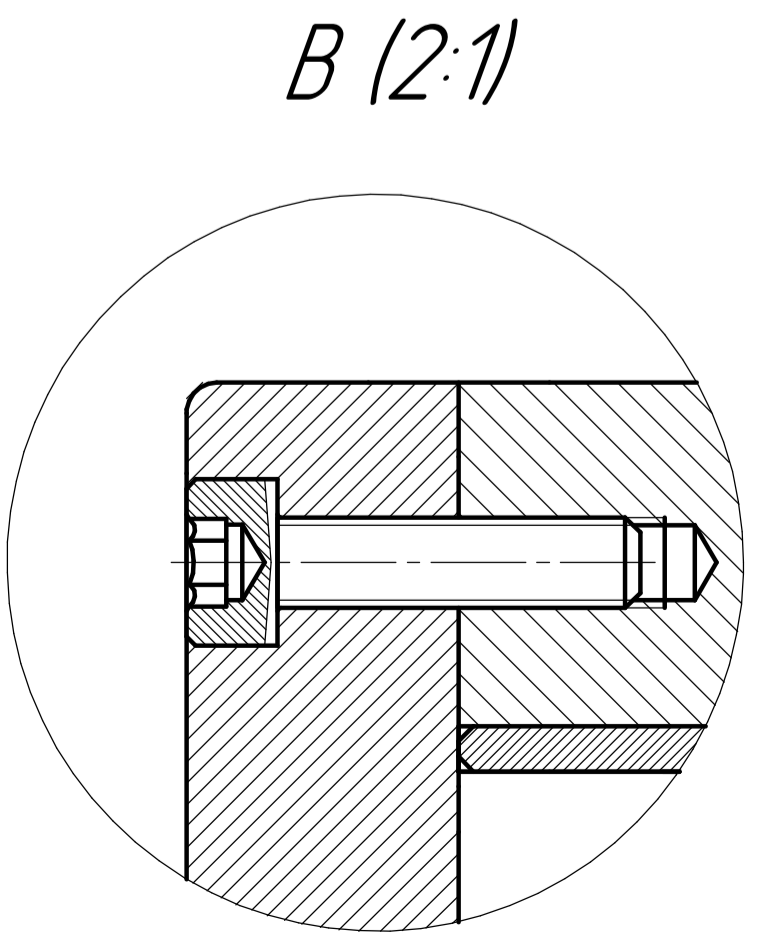
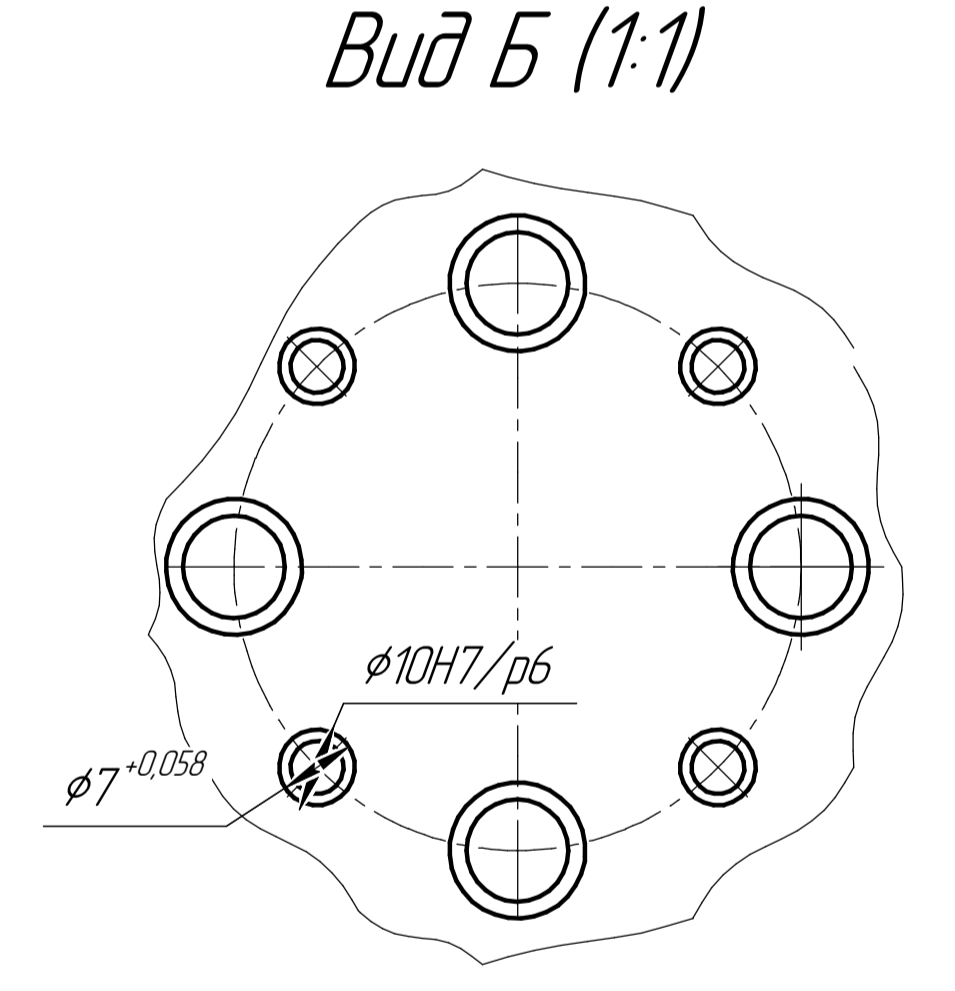
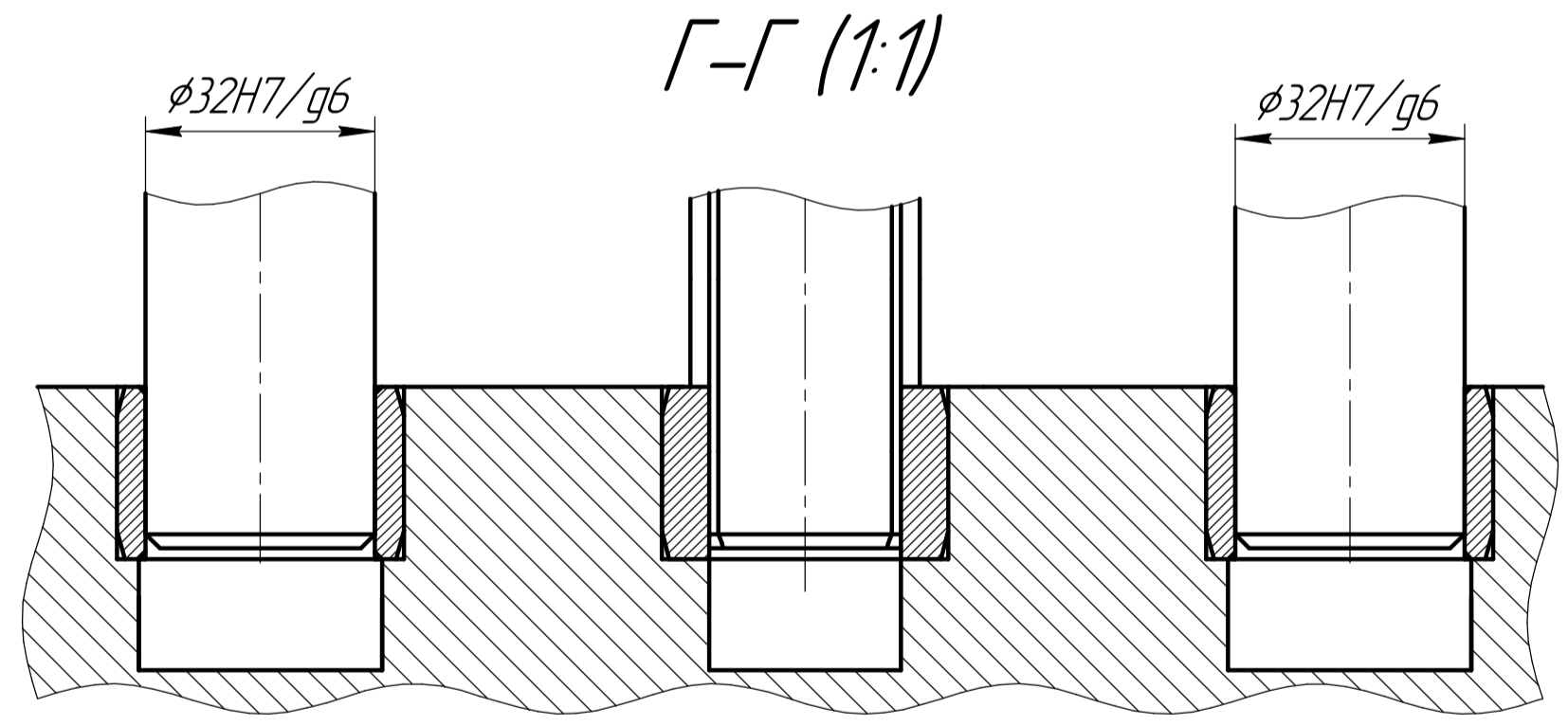
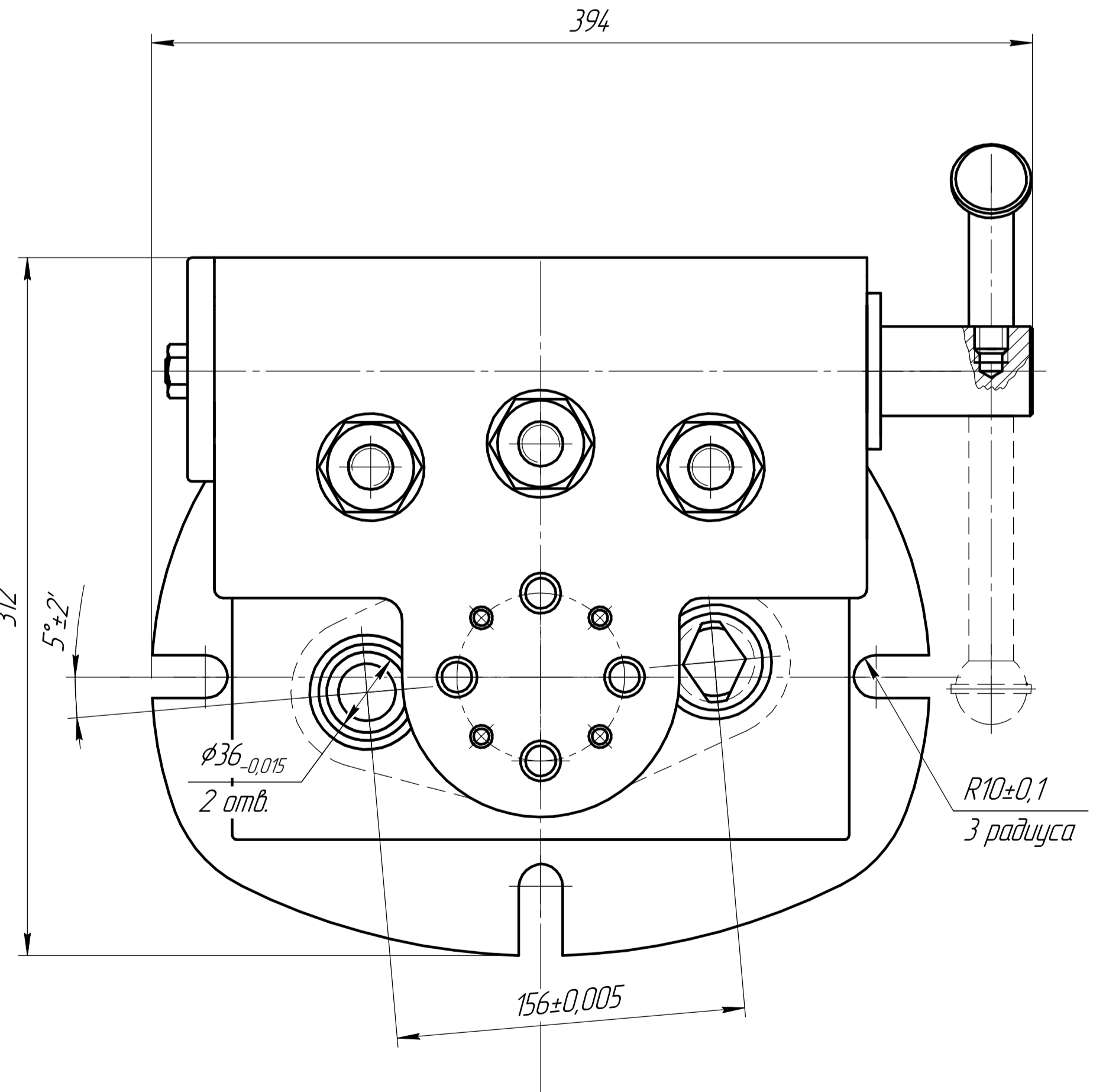
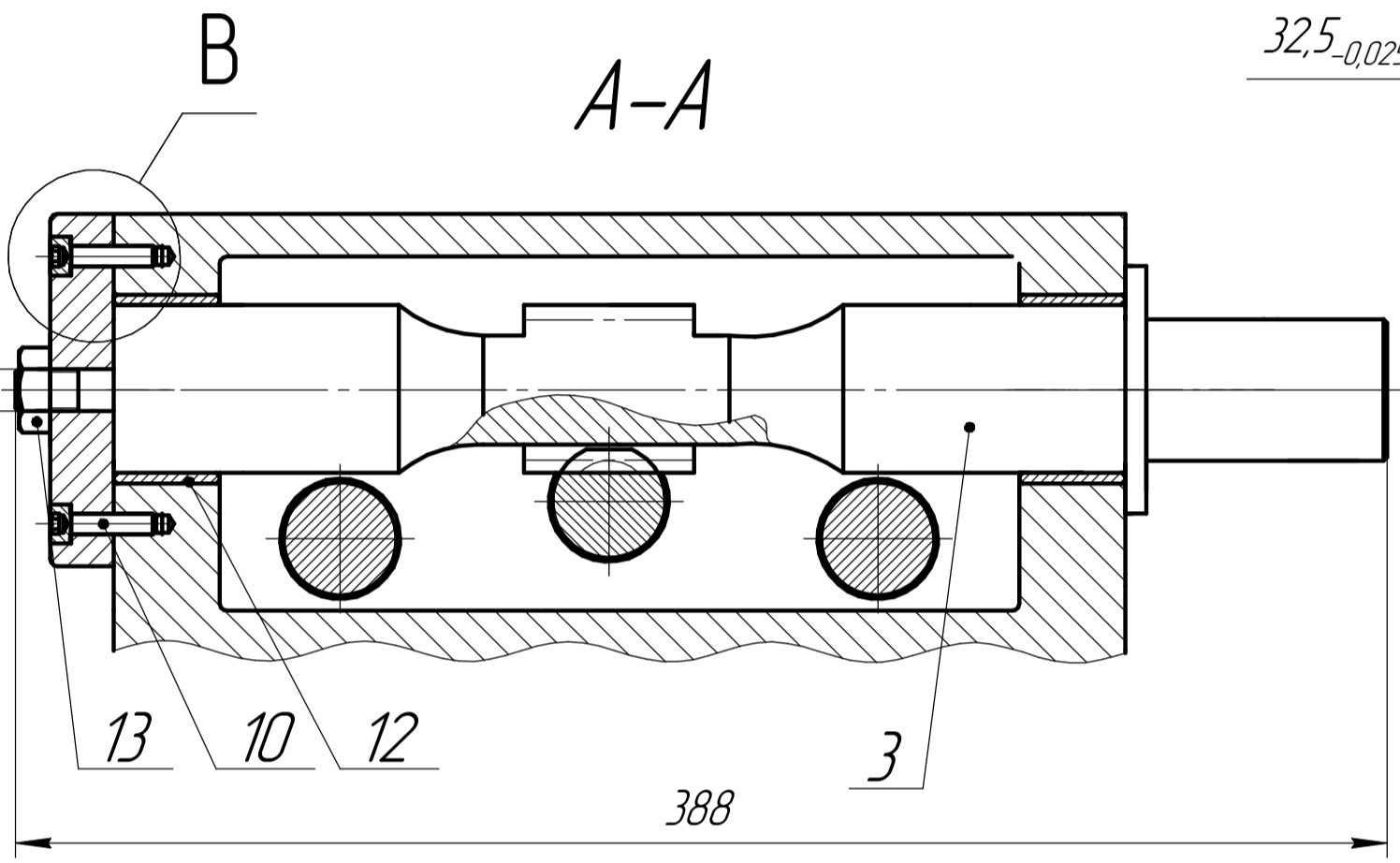
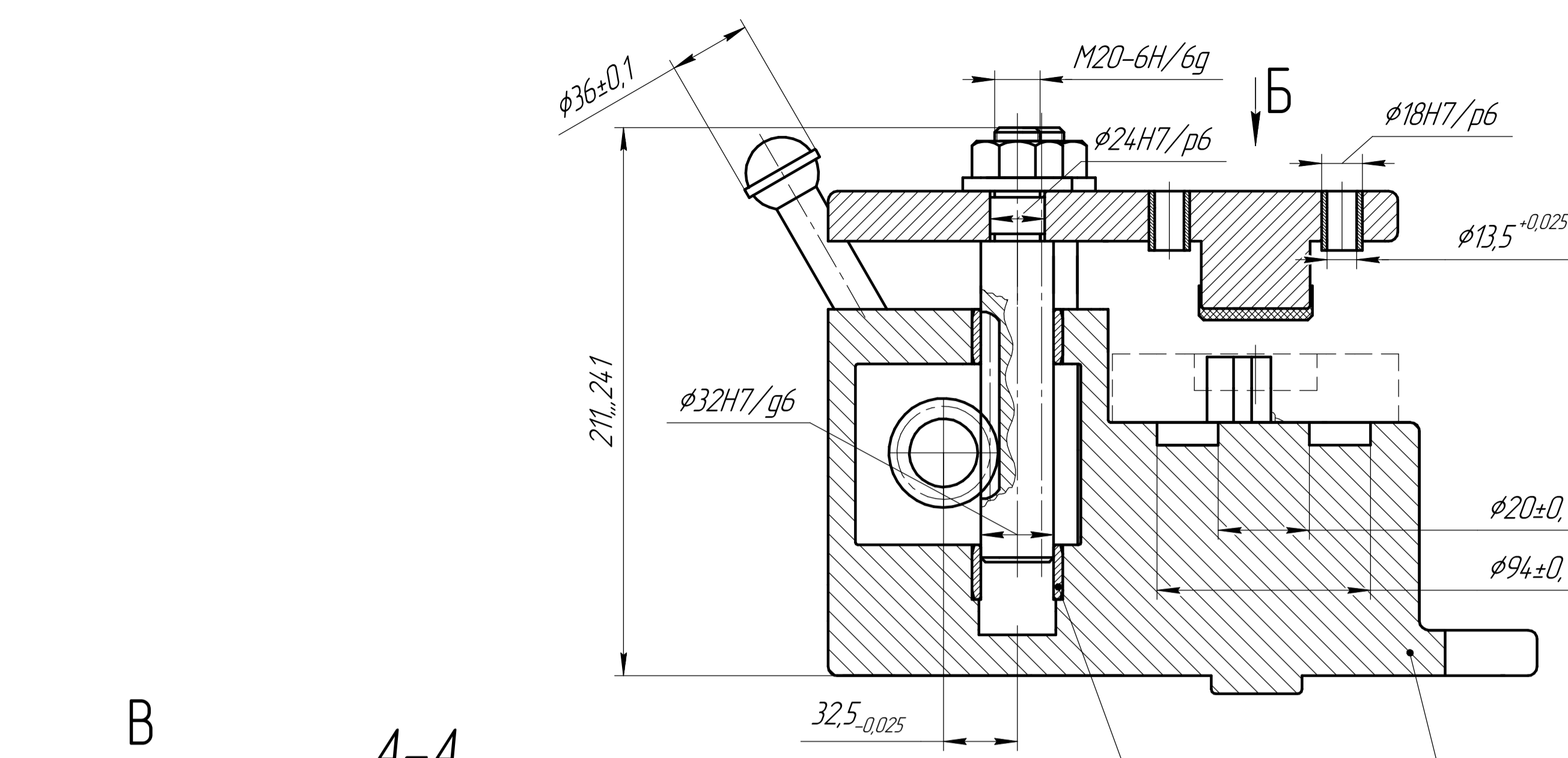
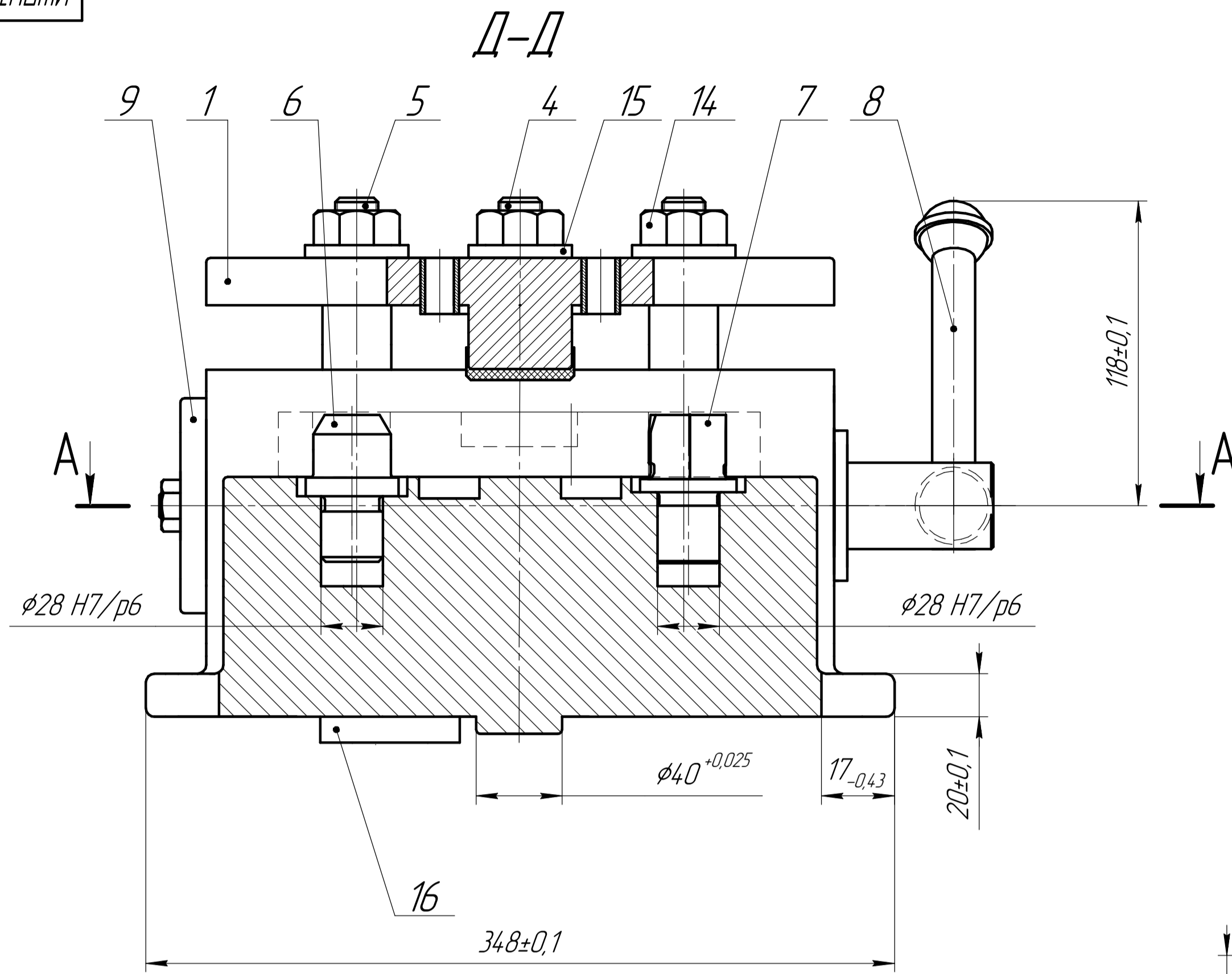
-  - ноль станка
-  - ноль детали
-  - ноль инструмента

				<b>ИШПНТ-4А91014.00.00.01</b>		
Изм.	Лист	докум.	Подп.	Дата	Карта наладки 035 "Фрезерная с ЧПУ"	
Разраб.	Перемитин					
Пров.	Пустовых				Лист	Масштаб
Т.контр.					1	1:1
Н.контр.					ТПУ ИШПНТ Группа 4А91	
Чтв.						

Изм.	Лист	докум.	Подп.	Дата
Разраб.	Перемитин			
Пров.	Пустовых			
Т.контр.				
Н.контр.				
Чтв.				

## **ПРИЛОЖЕНИЕ В**

### **Специальное приспособление**



Вид Б (1:1)

Г-Г (1:1)

В (2:1)

Техническая характеристика

- 1. Сила зажима, P=933 Н
- 2. Номинальный диаметр штока-рейки, φ32h14

Технические требования

- 1. Подшипники смазать маслом И-Г-А 32 ГОСТ 2079-88
- 2. Отклонение от перпендикулярности осей отверстий кондукторных втулок относительно плоскости основания приспособления не более 0,025 мм на длине 50 мм
- 3. Ход штока-рейки 30 мм.

				ИШПНТ-4А91014.00.00 СБ				
Изм.	Лист	док.	Подп.	Дата	Приспособление сверлильное (кондуктор)	Лист	Масса	Масштаб
Разраб.	Леремитин					у		1:2
Проб.	Густавых					Лист	Листов	1
Т.контр.								
Исполн.					Сборочный чертёж			
Утв.					ТПУ ИШПНТ Группа 4А91			
						Копировал	Формат А1	

Перв. примен.		Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	
						<u>Документация</u>			
		A1			ТПУ.КП.МДП.010.00 СБ	Сборочный чертёж			
						<u>Детали</u>			
Справ.				1	ТПУ.КП.МДП.010.01	Кондуктор	1		
				2	ТПУ.КП.МДП.010.02	Корпус	1		
				3	ТПУ.КП.МДП.010.03	Вал	1		
				4	ТПУ.КП.МДП.010.04	Шток-рейка	1		
				5	ТПУ.КП.МДП.010.05	Направляющая	2		
				6	ТПУ.КП.МДП.010.06	Палец цилиндрический	1		
				7	ТПУ.КП.МДП.010.07	Палец срезанный	1		
				8	ТПУ.КП.МДП.010.08	Рукоятка	1		
				9	ТПУ.КП.МДП.010.09	Крышка	1		
						<u>Стандартные изделия</u>			
				10		Винт М6 ГОСТ ГОСТ 11738-84	4		
				11		Втулка ИСО 4379-2006-С 32 x 36 x 12	6		
				12		Втулка ИСО 4379-2006-С 48 x 53 x 40	2		
				13		Гайка М12 ГОСТ 5915-70	1		
				14		Гайка М20 ГОСТ 5915-70	3		
				15		Шайба М20 ГОСТ 11371-78	3		
				16		Шпонка 18x20x65 ГОСТ 8790-79	1		
					<b>ИШПНТ-4А91014.00.00</b>				
		Изм.	Лист	докум.	Подп.	Дата			
Инв. подл.		Разрад.	Перемитин				Лит.	Лист	Листов
		Пров.	Пустовых				У		1
Инв. Утв.		Н.контр.					ТПУ ИШПНТ Группа 4А91		
		Утв.							

Приспособление сверлильное  
(кондуктор)