

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

### БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

<b>Тема работы</b>
<b>Технологическая подготовка производства изготовления детали «Корпус» на станках с ЧПУ</b>

УДК 621.81-2-025.13

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4А6А	Стебунов Роман Дмитриевич		10.12.2020

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Ефременков Е. А.	к. т. н.		10.12.2020

### КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Кашук И.В.	к.т.н, доцент		10.12.2020

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Черемискина М.С.	-		10.12.2020

### ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

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

## Результаты обучения

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

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

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

Школа ИШНПТ

Направление подготовки (специальность) Машиностроение

Отделение школы (НОЦ) Материаловедение

УТВЕРЖДАЮ:

Руководитель ООП

\_\_\_\_\_ Ефременков Е.А.  
 (Подпись)    (Дата)    (Ф.И.О.)

### ЗАДАНИЕ

#### на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

бакалаврской работы
---------------------

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

Студенту:

Группа	ФИО
4А6А	Стебунову Роману Дмитриевичу

Тема работы:

<b>Технологическая подготовка производства изготовления детали «Корпус» на станках с ЧПУ</b>	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	№59-67/с от 28.02.2020

Срок сдачи студентом выполненной работы:	10.12.2020
--	------------

#### ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p><b>Исходные данные к работе</b></p> <p><i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<p style="text-align: center;">1. Чертеж детали</p> <p style="text-align: center;">2. Производственная программа выпуска детали</p>
---	---

<p><b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b></p> <p><i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Анализ технологичности детали.</li> <li>2. Проектирование процесса изготовления заданной детали на современных станках с ЧПУ.</li> <li>3. Разработка схемы автоматизированного станочного приспособления</li> <li>4. Социальная ответственность</li> <li>5. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</li> </ol>
<p><b>Перечень графического материала</b></p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<p>Чертеж детали и заготовки; Технологические карты; Карты наладки; Чертеж специального приспособления.</p>

**Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы**

*(с указанием разделов)*

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

<b>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</b>	16.12.2019
---	------------

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

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОМ ИШНПТ	Ефременков Е. А.	к.т.н.		16.12.2019

**Задание принял к исполнению студент:**

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4А6А	Стебунов Роман Дмитриевич		16.12.2019

**Обозначения, сокращения,  
нормативные ссылки**

ТПП – технологическая подготовка производства

СТО средства технологического оснащения

## Оглавление

1. Введение.....	11
2. Технологическая подготовка производства изготовления детали «Корпус»	12
2.1 Анализ технологичности конструкции детали.....	13
<b>2.2 Обеспечение эксплуатационных свойств детали</b> .....	17
2.3 Способ получения заготовки .....	18
2.4 Проектирование технологического маршрута.....	20
<b>2.5 Расчет припусков на обработку</b> .....	26
<b>2.6 Уточнение содержания технологических операций</b> .....	30
<b>2.6.2 Выбор средств технологического оснащения</b> .....	36
<b>2.6.3 Выбор и расчет режимов резания</b> .....	42
<b>2.6.4 Уточнение содержания переходов</b> .....	46
<b>2.6.5 Нормирование технологического процесса</b> .....	48
3. Размерный анализ.....	50
4. Проектирование средств технологического оснащения .....	52
<b>4.1 Обоснование выбора схемы приспособления</b> .....	52
<b>4.2 Расчет необходимого усилия зажима</b> .....	53
5.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности научного исследования с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения .....	57
5.1.1. Потенциальные потребители результатов исследования ...	57
5.1.2 Анализ конкурентных технических решений.....	58
5.1.3 SWOT-анализ.....	60
5.2 Планирование научно-исследовательских работ .....	63
5.2.1 Структура работ в рамках научного исследования .....	63

5.2.2	Определение трудоемкости выполнения работ и разработка графика проведения .....	64
5.3	Бюджет научного исследования (НИ) .....	68
5.3.1	Расчет материальных затрат НИ .....	69
5.3.2	Расчет амортизации специального оборудования.....	70
5.3.3	Основная заработная плата исполнителей НИ .....	71
5.3.4	Дополнительная заработная плата НИ .....	73
5.3.5.	Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления).....	73
5.3.6	Накладные расходы .....	74
5.3.7	Бюджетная стоимость НИР.....	74
5.4	Определение ресурсной, финансовой, бюджетной эффективности исследования .....	74
5.4.1	Интегральный показатель финансовой эффективности .....	75
5.4.2	Интегральный показатель ресурсоэффективности .....	76
5.4.3	Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки.....	77
5.5	Вывод .....	77
6.1	Введение .....	82
6.2	Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности .....	82
6.2.1	Правовые нормы трудового законодательства .....	82
6.2.2	Эргономические требования к правильному расположению и компоновке рабочей зоны .....	84
6.3	Производственная безопасность .....	85
6.3.1	Анализ вредных производственных факторов .....	87



6.3.2 Анализ опасных производственных факторов .....	90
6.4 Рекомендации .....	92
6.5 Экологическая безопасность .....	92
6.6 Безопасность в чрезвычайных ситуациях .....	94
6.7 Вывод .....	95
7. Заключение .....	96
8. Список литературы .....	97

## Реферат

Выпускная квалификационная работа состоит из N листов графического материала, N листов пояснительной записки.

Ключевые слова: ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС, КОРПУС, БАЗИРОВАНИЕ, ПРИСПОСОБЛЕНИЕ, ТОКАРНАЯ, ФРЕЗЕРНАЯ, РАСТАЧИВАНИЕ.

Тема ВКР: Проектирование технологического процесса изготовления детали «Корпус».

В ходе работы разработан и спроектирован технологический процесс изготовления детали – проведен расчет на прочность, спроектирован маршрут и технологические операции, посчитаны припуски на обработку, выбрано оснащение, рассчитаны режимы резания, проведен размерный анализ, спроектировано приспособление и создана необходимая технологическая и конструкторская документация.

В разделе социальная ответственность рассмотрены правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности, проанализированы вредные и опасные факторы при производстве данной детали и не только. Созданы рекомендации для предотвращения или уменьшения действия вредных и опасных факторов производства.

В разделе финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение произведена оценка коммерческого потенциала данного технологического процесса. Произведено планирование работ. Рассчитан бюджет разработки. Определена ресурсная, финансовая и бюджетная эффективность проекта.

## 1. Введение

Машиностроение – важная крупная и комплексная отрасль промышленности. Деятельностью машиностроительных предприятий является проектирование, производство, обслуживание и утилизация всевозможных машин, технологического оборудования и их деталей. Развитие машиностроения характеризует уровень научно–технического потенциала страны, и обеспечивает ее безопасность. Основной целью машиностроения России является удовлетворение внутреннего платежеспособного спроса на выпускаемую продукцию, а также расширение ее номенклатуры, поступающей как на внутренний, так и на внешний рынок.

На достижение этой цели, помимо прочих факторов, влияет производительность труда - от которой зависит цена готового изделия, скорость выпуска продукции и ее объем. Методами повышения производительности труда является совершенствование действующих технологических процессов и замена их более прогрессивными. Это возможно на основе комплексного анализа, как конструкции изделий (или деталей), так и технологии их изготовления.

Целью данной выпускной квалификационной работы является технологическая подготовка производства изготовления детали «Корпус» на станках с ЧПУ. Задачи, которые решены для достижения этой цели – являются заголовками в этой работе.

## **2. Технологическая подготовка производства изготовления детали «Корпус»**

Технологическая подготовка производства (ТПП)– совокупность мероприятий, обеспечивающих технологическую готовность предприятия к выпуску продукции.

Главной целью ТПП является обеспечение высокой эффективности производства изделий. Также особое внимание уделяется требуемому качеству, соблюдению установленных сроков в соответствии с заданными технико–экономическими показателями, которые определяют технический уровень изделия и минимальные трудовые и материальные затраты. Для достижения указанной цели применяют ряд основных функций ТПП, а именно [1]:

- обеспечение технологичности конструкций изделий;
- разработка технологических процессов (ТП);
- выбор, проектирование и изготовление систем технологического оснащения (СТО);
- организация и управление процессом ТПП.

Для технологической подготовки производства необходимо иметь следующие входные данные:

- запланированный режим работы оборудования и предприятия;
- комплект конструкторской документации, включающий в себя чертежи детали со специальными требованиями;
- данные о планируемом объеме выпуска продукции;
- ремонтную стратегию предприятия. (станки, под которые может быть разработан технологический процесс отправляются на ремонт в данный период времени).

Если продукция (деталь или машина) требует каких-то специфических материалов, оснастки, стандартных изделий, инструмента и оборудования для ее изготовления, необходимо выяснить, возможно ли все данное к поставке и будет ли оно доставлено в желаемые сроки.

## 2.1 Анализ технологичности конструкции детали.

Технологичность – это совокупность свойств конструкции изделия, определяющих ее приспособленность к достижению оптимальных затрат при производстве, техническом обслуживании и ремонте для заданных показателей качества, объема выпуска и условий выполнения работ [2]. Проведем анализ технологичности детали «Корпус» (рис. 1).

Деталь изготавливается из бронзы безоловянной – БрАЖ9-4 ГОСТ 18175-78 [3]. Необходимое количество изделий – 40шт.

Маркировка обозначает, что в сплаве содержится 9 процентов алюминия и 4 процента железа, остальное – медь.

Полный состав по ГОСТ 18175–78 приведен в таблице 1

Таблица 1 Химический состав

Химические элементы	P	Mn	Si	Fe	Cu	Al	Zn	Sn	Pb
Количество в процентах	≤0,01	≤0,5	≤0,1	2–4	Остаток	8–10	≤1	≤0,1	≤0,01

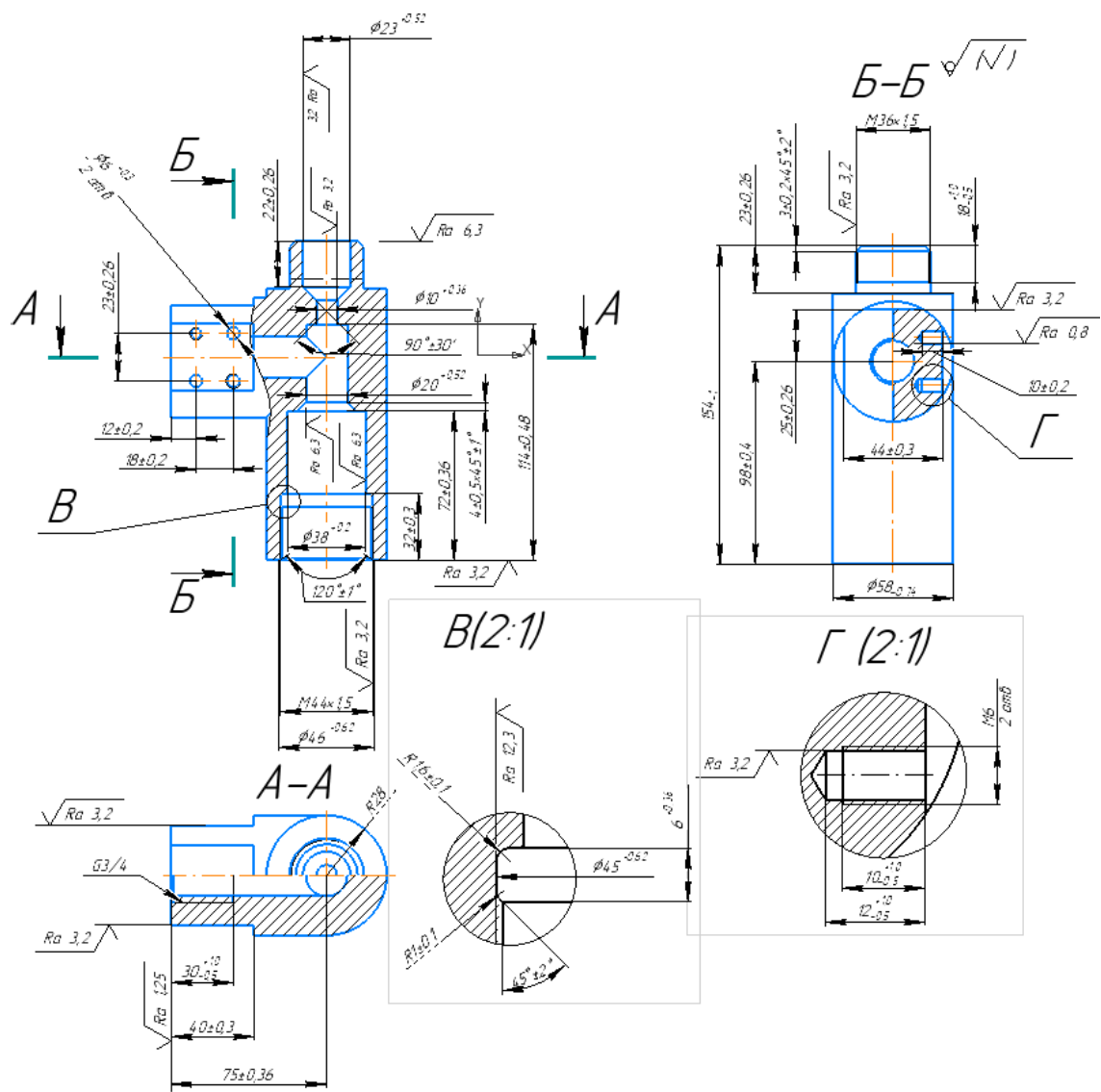


Рисунок 1 чертеж детали «Корпус»

Фосфор искажает кристаллическую решетку, при этом повышает предел текучести, увеличение фосфора улучшает обрабатываемость резанием. Марганец повышает прочность, не снижает пластичность, марганец влияет на износостойкость инструмента при обработке, чем меньше марганца, тем меньше износ инструмента. Считается вредной примесью так как снижает электропроводность и теплопроводность Свинец улучшает обрабатываемость резанием из-за своей пластичности, но вызывает в сплаве горячеломкость, так как в меди не растворяется и образует с ней эвтектику по границе зерен. Олово хорошо растворяется в меди, практически не оказывает влияния на обрабатываемость (особенно в таких низких количествах). Цинк оказывает незначительное влияние на теплопроводность меди. При

небольших добавках цинка (0,5 ... 1%) жидкотекучесть сплава резко возрастает. При добавлении цинка коррозионная стойкость сплава уменьшается. Плотность лицевой поверхности отливок улучшается. Механические свойства, в т.ч. твердость при содержании цинка до 5% повышаются. Железо оказывает модифицирующее действие на структуру алюминиевых бронз, немного повышает их прочность, твердость и антифрикционные свойства, уменьшает склонность к охрупчиванию двухфазных бронз, понижает коррозионную стойкость и горячеломкость, ухудшает обработку резанием. Железо не влияет существенно на механические свойства, но измельчает структуру сплава в отливках. Алюминий в бронзах улучшает механические, антикоррозионные и антифрикционные свойства, придает высокую жидкотекучесть и концентрированную усадку. При содержании алюминия до 7% бронза плохо обрабатывается резанием. Кремний обеспечивает бронзам высокую пластичность и хорошую обрабатываемость давлением.

Для обработки детали необходимы такие операции как: точение, растачивание, фрезерование, сверление и развертывание.

Данную деталь можно обрабатывать как на универсальном, так и на станках с ЧПУ. При обработке из оснастки можно использовать 3-х кулачковый патрон, разжимную оправку, тиски и другие приспособления. Технологическими базами являются: наружная поверхность, внутренняя гладкая обработанная поверхность, торец и фрезерованные плоскости.

Корпус имеет форму тройника. Высота равна 154 мм, показано на чертеже ИШНПТ-4Т41056.00.00.01. А ширина 101мм, диаметр 58мм. Необработанная наружная поверхность – фактор повышающий технологичность изготовления. Заготовку можно получить литьем, а не

фрезерованием из круглого проката или полосы. Деталь имеет сообщающиеся внутренние полости малых диаметров на большой глубине и с малой шероховатостью, эти элементы сложны в реализации – не технологичны. Деталь имеет наружную метрическую резьбу  $M36 \times 1,5$  для соединения с другой деталью, внутреннюю метрическую резьбу  $M44 \times 1,5$  с канавкой и внутреннюю трубную резьбу  $G3/4$  на резьбах стоят высокие требования к качеству поверхности, это фактор, ухудшающий технологичность производства. Имеются фаски для облегчения сборки, а также скругления и галтели для уменьшения внутренних напряжений. Имеются 3 привалочные плоские поверхности. Так как фрезерование происходит по наружной поверхности – расширяется выбор инструмента потому, что зона обработки не ограничена, а глубина фрезерования невелика. На одной из этих поверхностей четыре глухих отверстия, два из которых – диаметром 6мм имеют шероховатость поверхности  $Ra08$  и 2 отверстия с резьбой  $M6$  и шероховатостью  $Ra 3,2$ , которые расположены диагонально. Получение такой малой шероховатости в глухом отверстии трудоемкий процесс. На чертеже отсутствуют дополнительные допуски формы и расположения – это положительный фактор с точки зрения технологичности.

Положительные факторы технологичности:

- необработанная наружная поверхность;
- зона фрезеровки (обработанные плоскости) не ограничена;
- отсутствие дополнительных допусков формы и расположения.

Отрицательные факторы технологичности:

- Полости малых диаметров на большой глубине с малой шероховатостью
- высокие требования к качеству поверхности резьбы
- глухие отверстия малого диаметра с малой шероховатостью

В целом, деталь не технологична.



## 2.2 Обеспечение эксплуатационных свойств детали

Надежность машин, как один из основных показателей качества, определяется, прежде всего, эксплуатационными свойствами их деталей и сборочных единиц включающими: усталостную прочность, коррозионную стойкость, износостойкость, точность посадок и др. Действие на машину циклических нагрузок может привести к усталостным разрушениям отдельных ее деталей. Ресурс машины, работающей в агрессивных коррозионных средах, в значительной степени определяется коррозионной стойкостью основных ее деталей. В результате действия значительных нагрузок на контактирующие поверхности деталей может произойти потеря их надежности из-за контактных разрушений. Надежность машин, определяемая точностью изготовления ее деталей, в значительной степени зависит от контактной жесткости их соединений. Установлено, что 70 % выхода из строя машин определяется износом их деталей. Поэтому износостойкость играет особую роль в обеспечении надежности сборочных единиц, агрегатов, машин [4].

Надежность и долговечность изделий в значительной мере зависит от эксплуатационных свойств деталей и их соединений, которые могут быть определены с использованием методов математической статистики и теории вероятностей. Проверка работоспособности конструкции детали выполняется с помощью CAE–системы или CAD/CAE/PDM–системы. Для данной детали были проведены расчеты на возникновение напряжений при ее эксплуатации. Моделирование и расчеты были выполнены в программе КОМПАС–3D v17.1 (приложение АРМ FEM).

Примем, что данная деталь закрепляется только по резьбе М44 и имеет распределенную растягивающую силу по 500Н на внутренней трубной резьбе G3/4 и наружной М36, а также распределенное давление 25МПа по всем внутренним поверхностям, рисунок 2.

## Результаты статического расчета

Наименование	Тип	Минимальное значение	Максимальное значение
Эквивалентное напряжение по Мизесу	SVM [МПа]	0.16606	540.777158

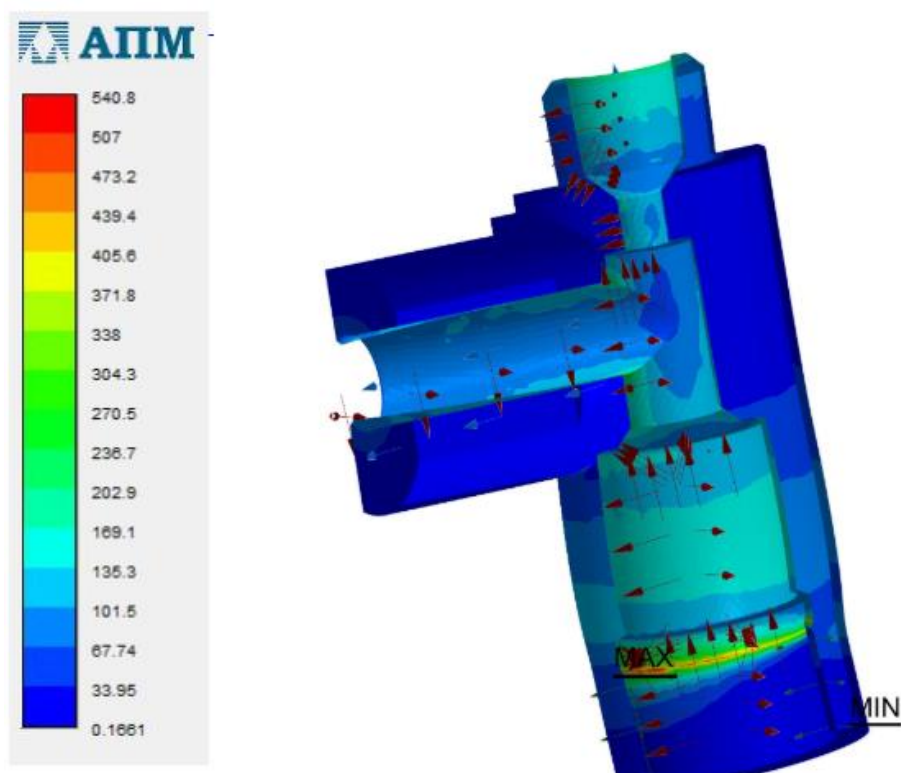


Рисунок 2 Статически узловое напряжение модели

Из эпюры максимальных напряжений, видно, что максимальное напряжение 540,8МПа, что ниже предела прочности в 600–700МПа [4]. Следует вывод, что зона канавки выхода резьбы М44 имеет максимальное напряжение и лучше бы, увеличить галтель. Или вообще упростить деталь и уменьшить или убрать это канавку.

### 2.3 Способ получения заготовки

От выбора заготовки зависит построение всего технологического процесса изготовления детали. Первым критерием при выборе заготовки является материал (его свойства), из которого изготавливается деталь. Вторым критерием являются габаритные размеры, а также сложность получаемой детали. Правильный выбор способа получения заготовки влияет на трудоемкость и себестоимость конечного изделия.

Способ получения заготовки определим исходя из чертежа детали, анализа ее служебного назначения и технических требований, предъявляемых к данной детали, программы выпуска, величины серии, типа производства.

Существуют различные способы получения заготовок: литье, штамповка, сортовой прокат и тд. Анализируя чертеж, отметим что деталь изготовлена из бронзы безоловянной – БрАЖ9-4. Требуется изготовление одной серии из 40шт – единичное производство. Материал БрА9Ж4 обладает хорошими литейными свойствами, также из него по заказу изготавливают круглый прокат. примерная цена на рынке 580–600р. за килограмм.

Для начала рассмотрим вариант покупки проката, ведь это самый быстрый способ. Нам подойдет круг диаметром 120мм (и для одной детали заготовка длиной примерно 160мм) Коэффициент использования материала в данном случае будет равен:

$$K_{и} = \frac{m_{изд}}{m_{заг}} = \frac{2,65кг}{13,57кг} = 0,195;$$

что очень мало, ведь почти 10кг материала придется перевести в стружку, затратив на это время, ресурс оборудования, оплату труда и инструмент, также для обработки наружных поверхностей потребуются специальная оснастка.

Данный материал имеет хорошие литейные свойства, а также не является дешевым. Метод литья является самым распространенным. По классификации заготовок, полученных литьем, данная заготовка будет являться мелкой (до 20кг) и единичным производством (до 300шт).

Отказ от создания внутреннего отверстия при литье детали (как показано на чертеже ИШНПТ-4Т41056.00.00.02) позволит уменьшить шанс возникновения литейного брака, а также создать однородную внутреннюю структуру в готовой детали (центральные крупные зерна уберутся в процессе

обработки). Данный метод снизит цену изготовления отливки (литье в песчано-глинистые формы – одно из самых дешевых). Коэффициент использования материала в данном случае будет равен:

$$K_{и} = \frac{m_{изд}}{m_{заг}} = \frac{2,65\text{кг}}{3,94\text{кг}} = 0,67.$$

На основе этих данных, второй рассмотренный мною вариант является предпочтительным — получение заготовки литьем в песчано-глинистую форму.

## 2.4 Проектирование технологического маршрута

Задачей проектирования технологического маршрута является составление общего плана обработки детали. Основной, при разработке процесса механической обработки, является задача о правильном базировании заготовки и ее закреплении на станке, от этого, в большей степени, зависит точность ее обработки.

Деталь не подвергается термической обработке и не имеет специальных требований к прочности поверхности или зонно, необходимо произвести механическую обработку согласно чертежу.

Составим технологический маршрут обработки согласно требованиям [5, стр. 48–56], [6, стр. 40–49] и [7, стр. 226–236].

Первая операция будет литейная, на которой будет получена отливка, согласно чертежу на отливку ИШНПТ-4Т41056.00.00.02 по ГОСТ 26645–89.

Следующей операцией будет токарная с ЧПУ, на которой будут получены за первый установ: сквозное ступенчатое отверстие, торец – который будет использоваться как база в последующих операциях, внутренняя канавка и фаски, рисунок 3.

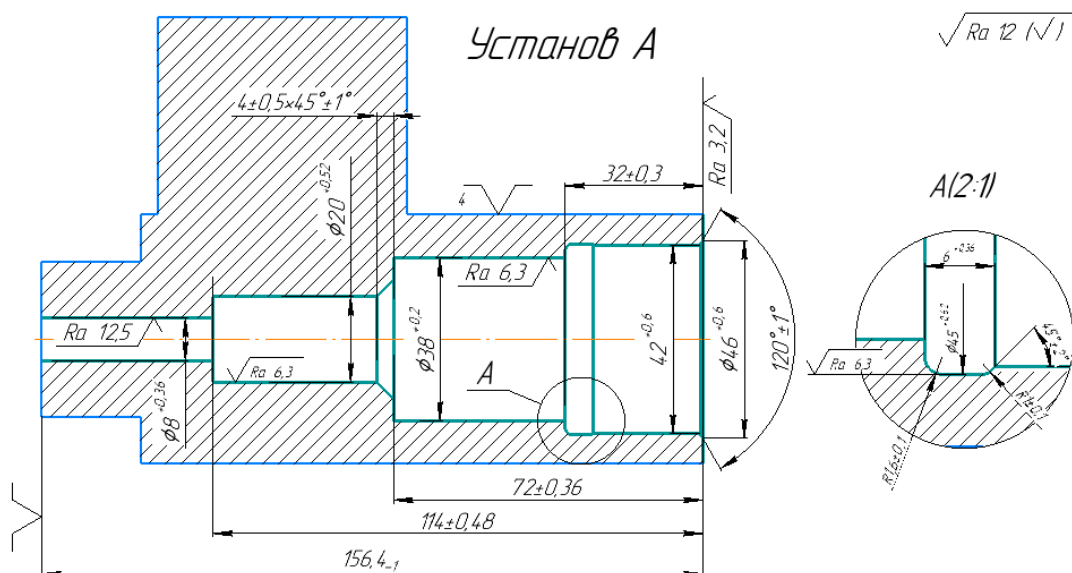


Рисунок 3 Эскиз первого установа

Заготовка закрепляется в трехкулачковом патроне.

На установе В деталь закрепляется на разжимной оправке, и базируется по внутренней обработанной гладкой поверхности, что повышает точность изготовления изделия, рисунок 4.

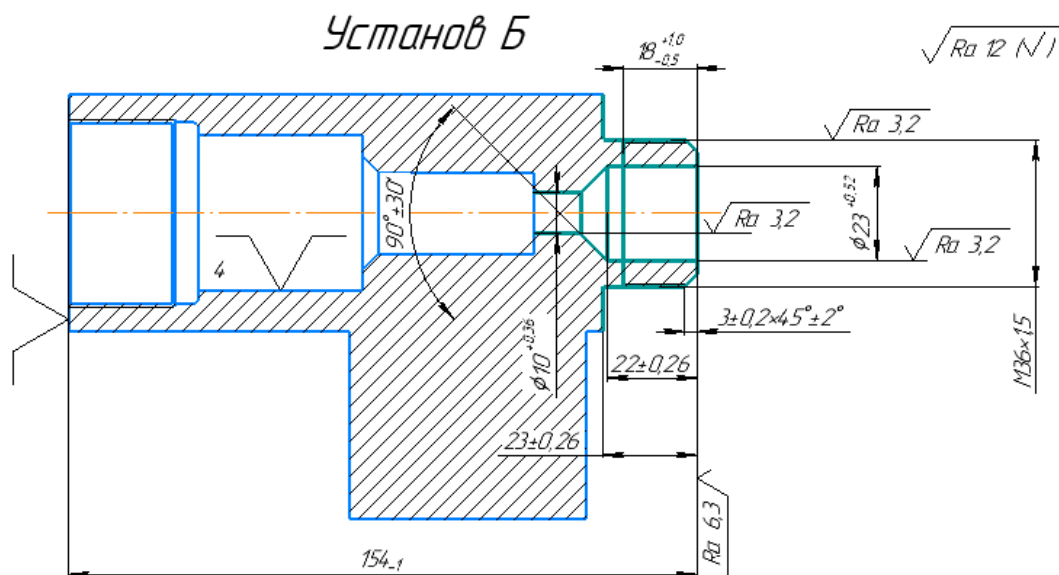


Рисунок 4 Эскиз второго установа токарной операции

На данном установе обрабатывается наружная резьба, внутренние поверхности, точатся фаски и габаритный размер детали.

После токарной необходима слесарная операция, на которой необходимо снять заусенцы, притупить острые кромки и нарезать резьбу, рисунок 5.

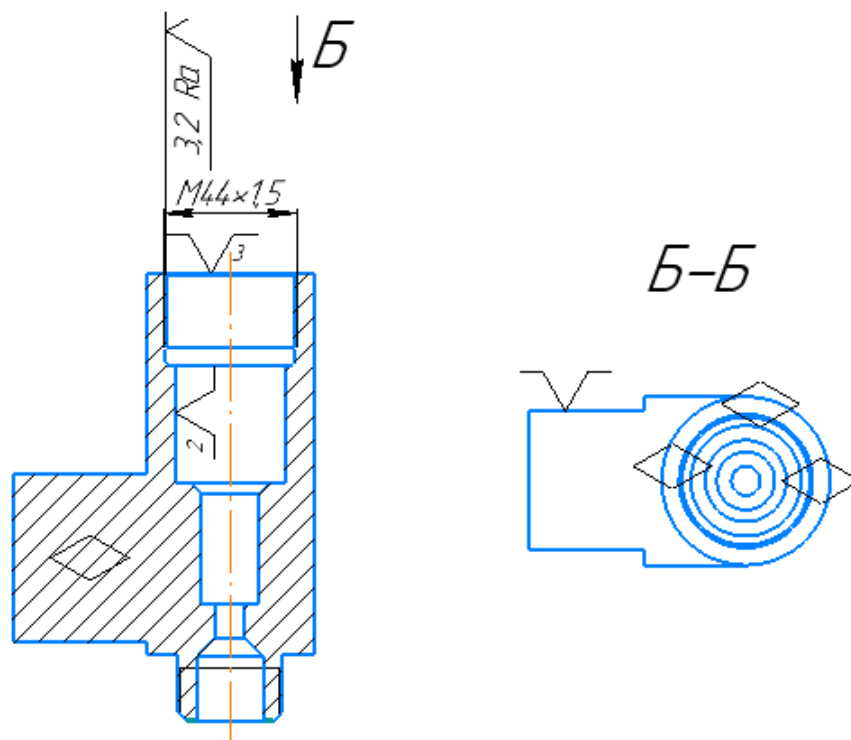


Рисунок 5 Эскиз слесарной операции

Следующая операция будет фрезерная с ЧПУ (на вертикально-фрезерном станке), рисунок 6.

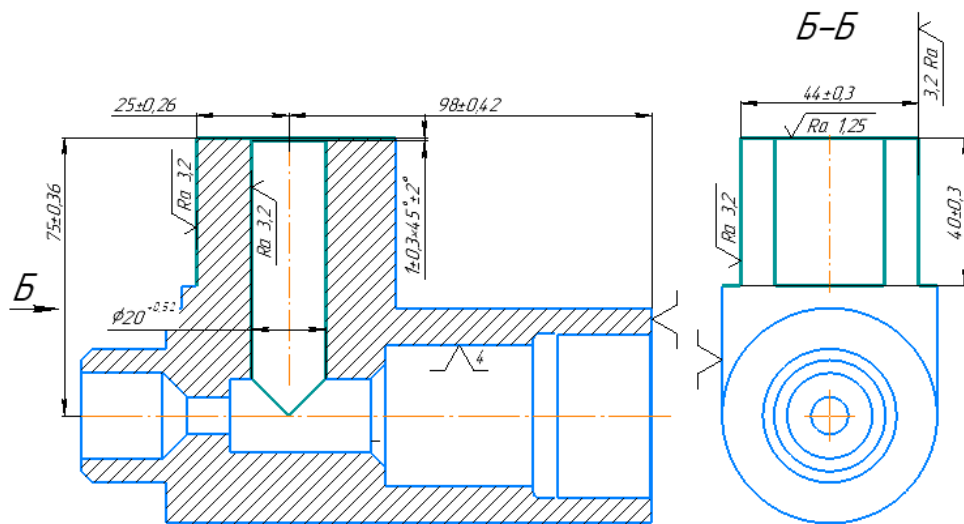


Рисунок 6 Эскиз фрезерной операции

Деталь базируется по обработанной на токарной операции внутренней поверхности, по торцу и наружной боковой стороне. На данной операции фрезеруются плоскости, сверлится отверстие для сообщения внутренних полостей.

После фрезерной операции обязательно необходима слесарная, на которой снимаются заусенцы и притупляются острые кромки после фрезерования и нарезается внутренняя резьба, рисунок 7.

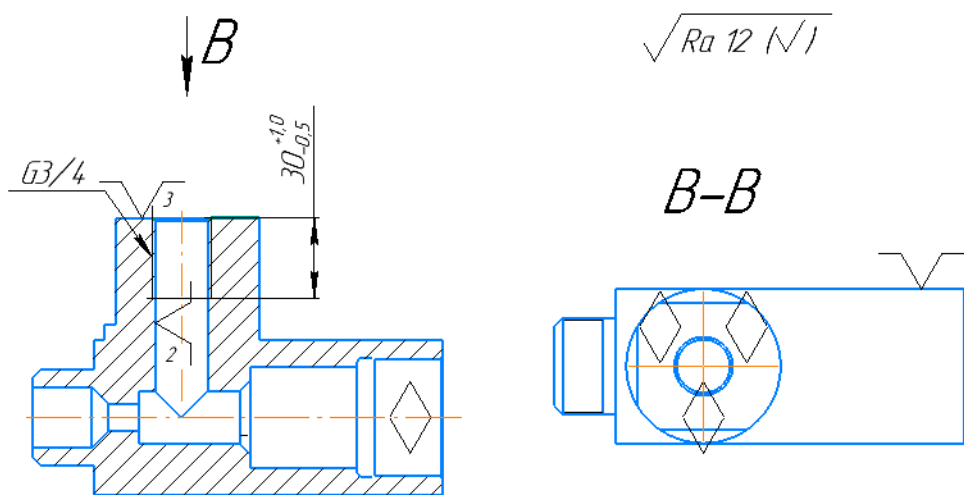


Рисунок 7 Эскиз слесарной операции

Следующая операция координатно–расточная, на которой производится сверление отверстий, развертывание двух из них для получения требуемой шероховатости, рисунок 8.

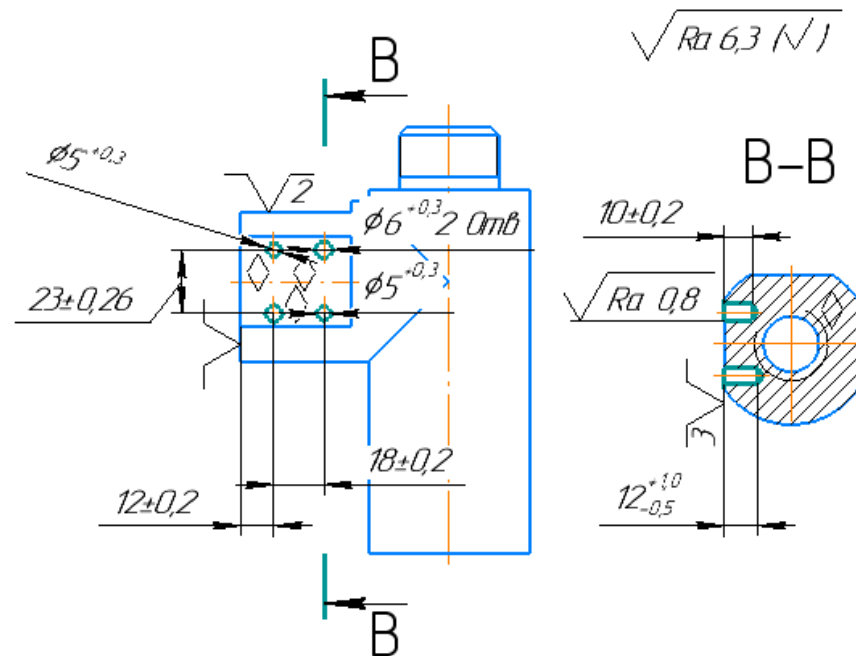


Рисунок 8 эскиз координатно–сверлильной операции

Деталь базируется по фрезерованным плоскостям и закрепляется на столе при помощи станочных тисков и приспособления.

Последняя операция на которой произойдет удаление металла – слесарная, рисунок 8.



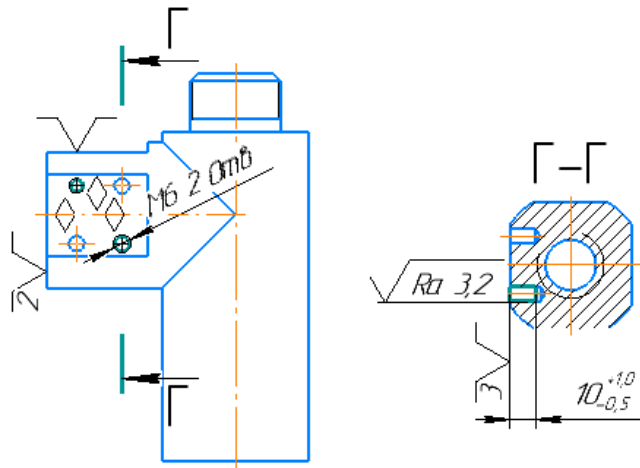


Рисунок 9 Эскиз слесарной операции

На ней необходимо, помимо снятия заусенцев от сверления и развертывания, нарезать резьбу в двух просверленных ранее отверстиях.

Исходя из выше написанного, маршрут состоит из следующих операций:

005 литейная

010 Токарная

015 Слесарная

020 фрезерная

025 слесарная

030 координатно-расточная

035 слесарная

040 промывочная

045 контрольная

050 консервация

## 2.5 Расчет припусков на обработку

Припуском на обработку называется слой (толщина слоя) материала, удаляемый с поверхности заготовки для устранения дефектов от предыдущей обработки. *Общим припуском* на обработку называется слой материала (толщина слоя), удаляемый с рассматриваемой поверхности исходной заготовки в процессе выполнения технологического процесса с целью получения готовой детали.

Установление правильной толщины припусков на обработку является ответственной технико-экономической задачей. Назначение чрезмерно больших припусков приводит к потерям материала, превращаемого в стружку; к увеличению упругой деформации технологической системы СПИЗ (станок – приспособление – инструмент – заготовка) вследствие увеличения силы резания, а значит и к уменьшению точности обработки; к увеличению трудоемкости механической обработки (если припуск больше максимально допустимой глубины резания и приходится его удалять за несколько проходов); усложняется применение приспособлений вследствие увеличения силы резания; к повышению расхода режущего инструмента и электрической энергии; к увеличению потребности в оборудовании и рабочей силе. [8]

Назначение недостаточно больших припусков не обеспечивает удаления дефектных слоев материала и достижения требуемой точности и шероховатости обрабатываемых поверхностей, а также вызывает повышение требований к точности исходных заготовок и приводит к их удорожанию, затрудняет разметку и выверку положения заготовок на станках при обработке по методу пробных ходов и увеличивает опасность появления брака. Операционный припуск — это слой материала, удаляемый с заготовки при выполнении одной технологической операции (ГОСТ 3.1109—82).

*Операционный припуск* равняется сумме промежуточных припусков, т.е. припусков на отдельные переходы, входящие в данную операцию.

*Припуск на переход* — это слой материала (толщина слоя), удаляемый с заготовки при выполнении перехода, т.е. при обработке рассматриваемой поверхности с определённой точностью неизменным инструментом при неизменных режимах резания.

Припуск обозначается символом  $z$ . Наименьший припуск на переход  $i$  складывается из отдельных элементов, связанных с различными погрешностями. Показатели, погрешности, параметры шероховатости, дефекты, допуски и т.п., получаемые на рассматриваемом переходе, обозначаются с индексом  $i$ . Например, символом  $z_{\min i}$  обозначается минимальный припуск на одну сторону, удаляемый на рассматриваемом переходе. [8]

При определении величины припуска для элементарной поверхности расчётно-аналитическим методом расчётным является минимальный промежуточный припуск. При обработке наружных и внутренних поверхностей вращения он определяется по формуле:

$$2Z_{\min} = 2 \cdot (R_{z\ i-1} + h_{\text{деф } i-1} + \sqrt{\Delta_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2}). \quad 1)$$

Где:

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

$R_{z\ i-1}$  — высота микронеровностей, мкм

$h_{\text{деф } i-1}$  — глубина дефектного слоя, мкм;

$\Delta_{i-1}$  — сумма погрешностей формы и расположения поверхностей заготовки на предыдущем переходе, мкм;

$\varepsilon_i$  – погрешность закрепления заготовки на данном переходе.

Максимальный припуск на обработку определяется по формуле:

$$2Z_{max} = 2Z_{min} + T_{D_{i-1}} - T_{D_i}; \quad 2)$$

где:

$T_{D_{i-1}}$  – допуск размера на предшествующем переходе;

$T_{D_i}$  – допуск размера на выполняемом переходе.

В зависимости от используемого метода для обработки детали и способа её установки на станке исходная расчётная формула (1) может менять свой исходный вид.

Рассчитаем по [8] припуски на механическую обработку

Для нескольких точных поверхностей детали выполним расчет припусков на обработку расчетно-аналитическим методом.

Таблица 2 припуски на обработку

Технологические операции и переходы обработки элементарной поверхности	Элементы припуска, мкм				Расчетный припуск, мкм $2Z_i$	Принятый технологический размер, мм	Допуск, мкм	Предельные размеры	
	$R_z$ $i-1$	$h$ $i-1$	$\rho\Delta$ $i-1$	$\varepsilon_i$				max	min
<b>Внутренняя поверхность Ø38H14<sup>(+0,62)</sup></b>									
Заготовка без отверстия	-	-	-	-					
Центрование центровочным сверлом	40	50	60	100	напуск				
Сверление сверлом 8мм					напуск	Ø8H12			
Рассверливать Ø18			0		напуск	Ø18H12			
Рассверливать Ø28					напуск	Ø28H12			
Рассверливать Ø36	100	70	90	0	напуск	Ø36H12	250	36,88	36,63
Расточить черновое	60	80	45	0	520	Ø37,4H11	160	37,63	37,473

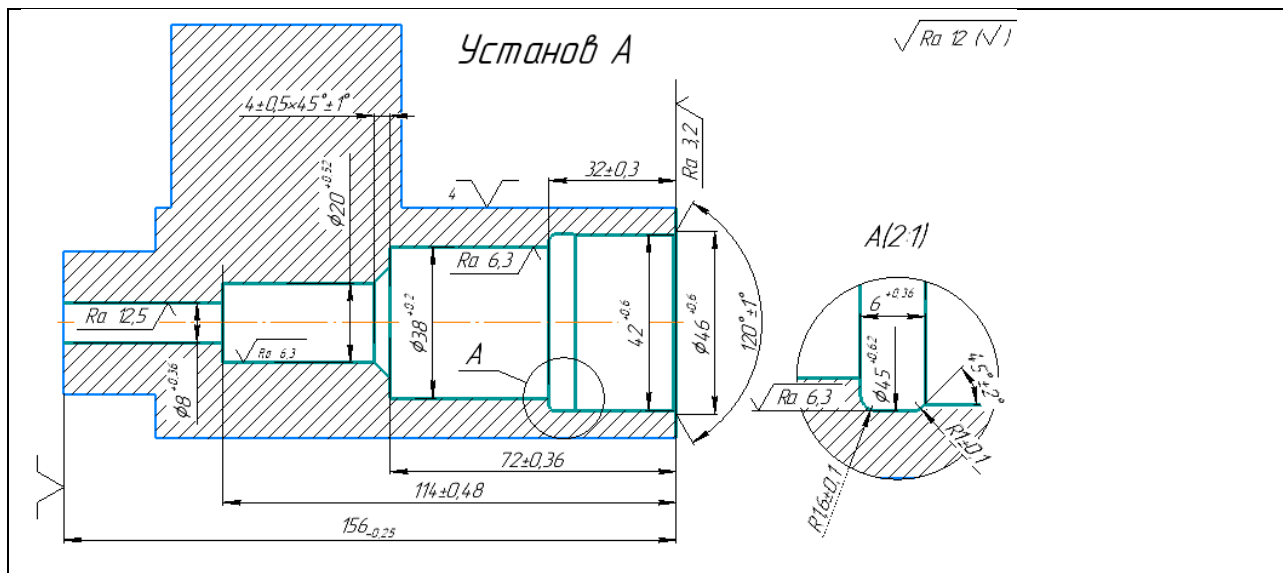
Ø37,4									
Расточить получистовое Ø 38Н9	15	20	30	0	370	Ø38Н9 <sup>(+0.0 62)</sup>	62	38,062	38
<b>Обточка торцов заготовки для получения ее длины 154.1</b>									
Заготовка отливка	500	600	800			162h15	1600	161.21	159.61
Обточка торца А	40	60	50	100 0	2900	156,8h12	400	156.71	156.31
Чистовое подрезание торца А	20	20	30	0	150	156,2h11	250	156.16	155.91
Обточка торца Б	40	50	60	10	1910	154h12	400	154	153.6
<b>Фрезерованный торец 75±0,36</b>									
Заготовка отливка	500	600	800			79JS16		79.72	77,82
Фрезерование обдирочное на оправке	80	80	90	10	1920	75,S12	400	75,9	75,5
Фрезерование чистовое	30	40	45	0	250	75,2JS10	120	75,25	75,13
Фрезерование тонкое	4	20	45	0	115	75JS7	30	75,015	74,985

## 2.6 Уточнение содержания технологических операций

Исходя из ранее принятого технологического маршрута и произведённых расчетов припусков на обрабатываемые поверхности, представим порядок технологических операций в виде таблицы 5

Таблица 3 – Порядок технологических операций при механической обработке

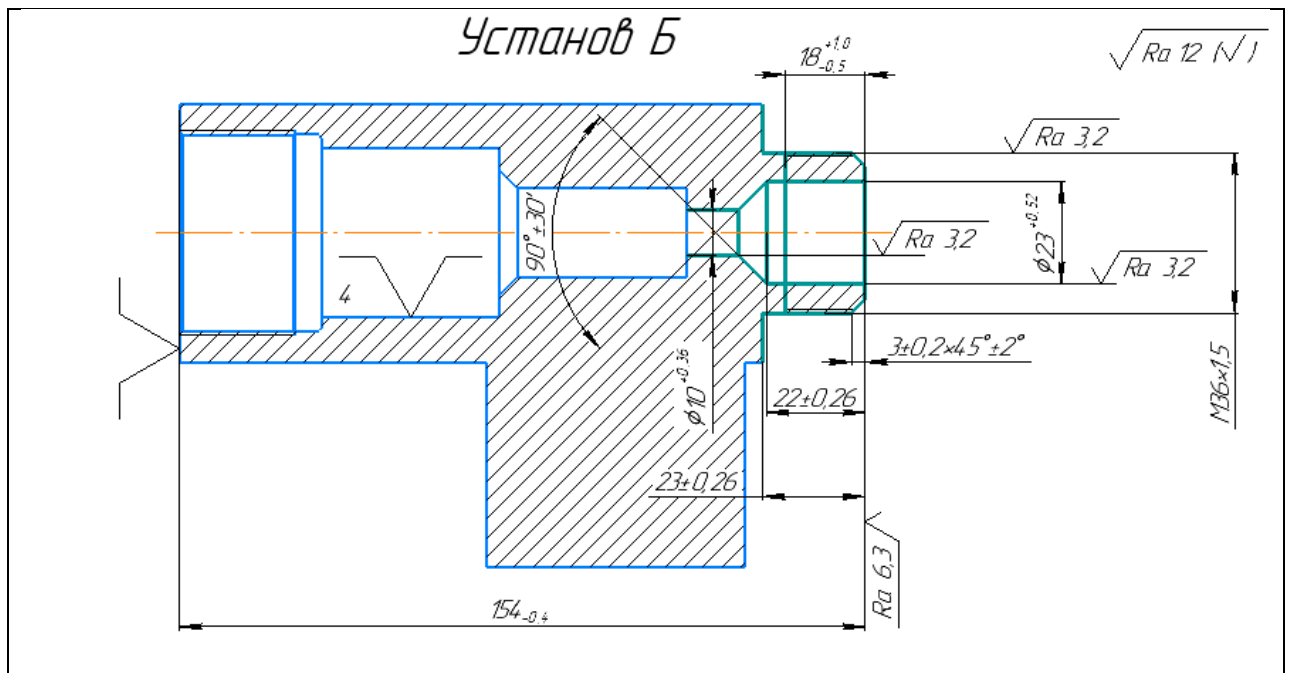
Операционный эскиз	Описание
<p><b>005 Литейная</b></p>	<p>1. Отлить заготовку, выдерживая размеры и отклонения, согласно чертежу на отливку, размеры и допуски по ГОСТ 26645-89, литейные уклоны по ГОСТ 3223-92. <math>\beta_1 = 1^\circ 05'</math>; <math>\beta_2 = 1^\circ 30'</math>; <math>\beta_3 = 1^\circ 55'</math></p>
<p><b>010 Токарная с ЧПУ</b></p>	



Установ А. Установить заготовку в трехкулачковый патрон.

Базы: наружный диаметр, торец.

1. Подрезать торец, выдерживая размер  $156,2_{-0,25}$  мм;
2. Центровать торец центровочным сверлом  $\varnothing 3,15$  мм, на глубину не менее 7 мм;
3. Сверлить сквозное отверстие сверлом  $\varnothing 8$  мм,
4. Рассверливать отверстие  $\varnothing 18$  мм на глубину  $114 \pm 0,48$  мм;
5. Рассверливать отверстие  $\varnothing 28,36$  мм на глубину  $72 \pm 0,36$  мм;
6. Расточить окончательно отверстие, выдерживая размеры:  $\varnothing 20^{+0,52}$  на глубину  $114 \pm 0,48$  мм;  $\varnothing 38^{+0,62}$  на глубину  $72 \pm 0,36$  мм;  $\varnothing 42^{+0,3}$  на глубину  $32 \pm 0,3$  мм;
7. Снять фаску:  $4 \pm 0,5 \times 45^\circ \pm 1^\circ$  в отверстии  $\varnothing 38^{+0,2}$  мм.
8. Точить конус  $120^\circ \pm 1^\circ$   $\varnothing 46^{+0,62}$  в отверстии  $\varnothing 42^{+0,6}$  мм
9. Точить канавку:  $\varnothing 45^{+0,62}$  мм шириной  $6 \pm 0,18$  мм, выдерживая размер  $32 \pm 0,3$  мм.



### Установ Б.

Установить заготовку на приспособление.

Базы: внутренний диаметр, обработанный торец.

1. Подрезать торец выдерживая размер  $154_{-0,4}$  мм.
2. Сверлить сквозное отверстие сверлом  $\varnothing 9$  мм.
3. Рассверлить отверстие на глубину  $21 \pm 0,5$  сверлом  $\varnothing 20$  мм.
4. Расточить внутренний диаметр  $\varnothing 23^{+0,52}$  мм, на глубину  $22 \pm 0,26$  мм.
5. Расточить внутренний диаметр  $\varnothing 10^{+0,36}$  на проход.
6. Расточить конус  $90^\circ \pm 30'$  в отверстии  $\varnothing 22^{+0,52}$  мм, выдерживая размер  $22 \pm 0,26$ .
7. Точить наружный диаметр  $\varnothing 35,85_{-0,26}$  мм, на длину  $23 \pm 0,26$  мм.
8. Снять фаску  $3 \pm 0,2 \times 45^\circ \pm 2^\circ$
9. Нарезать резьбу  $M36 \times 1,5$ , выдерживая размер  $18^{+1,0}_{-0,5}$  мм.

### 015 Слесарная

1. Снять заусенцы, притупить острые кромки.
2. Нарезать резьбу  $M44 \times 1,5$  в отверстии  $\varnothing 42^{+0,6}$  мм.



	<p><b>020 Фрезерная с ЧПУ</b></p> <p>А. Установить заготовку на приспособление.</p> <p>Базы: внутренний диаметр, торец.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Фрезеровать плоскости (смотри эскиз), выдерживая размеры 75±0,36 мм, 44±0,3 мм, 40±0,3 мм, 25±0,26 мм.</li> <li>2. Центровать заготовку центровочным сверлом Ø3,15мм, на глубину не менее 7мм, выдерживая размер 98±0,42 мм.</li> <li>3. Сверлить отверстие на глубину 75±0,36 мм, сверлом Ø15 мм, Ø18 мм, Ø19,75 мм.</li> <li>4. Сверлить отверстие сверлом Ø22,75 на глубину 30<sup>+1</sup><sub>-0,5</sub>.</li> <li>5. Развернуть отверстие Ø20<sup>+0,52</sup> на глубину 75±0,36</li> <li>6. Зенковать фаску 1±0,3×45°±2°</li> </ol>
<p><b>025 Слесарная</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Снять заусенцы, притупить острые кромки</li> <li>2. Нарезать резьбу G3/4 на глубину 30<sup>+1</sup><sub>-0,5</sub> мм.</li> </ol>	

	<p><b>030 Координатно-расточная</b></p> <p>А. Установить заготовку В приспособление.</p> <p>Базы: фрезерованные плоскости, левый торец.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Центровать центровочным сверлом 4 отверстия max Ø3,15 мм, выдерживая размеры: 23±0,26 мм, 12±0,2 мм, 18±0,2 мм.</li> <li>2. Сверлить 2 отверстия Ø5<sup>+0,3</sup> мм, на глубину 12<sup>+1</sup><sub>-0,5</sub> мм;</li> <li>3. Сверлить 2 отверстия Ø4,8<sup>+0,3</sup> мм на глубину 10±0,2 мм, под черновое развертывание (Ø6 на эскизе).</li> <li>4. Развернуть отверстия Ø4,8<sup>+0,3</sup> черновой разверткой Ø5,6<sup>+0,3</sup> мм на глубину 10±0,2 мм, затем чистовой разверткой Ø6<sup>+0,3</sup> на глубину 10±0,2 мм.</li> </ol>
<p><b>035 Слесарная</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Нарезать резьбу М6 в 2 отверстиях на глубину 10<sup>+1,0</sup><sub>-0,5</sub> мм.</li> <li>2. Снять заусенцы, притупить острые кромки.</li> </ol>	
<p><b>045 Промывочная</b></p>	

1. Промыть по ТТП 01279–00002, Опер. 001.

**040 Контрольная**

1. Контролировать все полученные размеры и отверстия согласно чертежу

**050 Консервация**

1. Консервировать по ТТП 01279–00002, вариант 3.

2. Детали сдать на СГД (склад готовой продукции).

## 2.6.2 Выбор средств технологического оснащения

Средства технологического оснащения - это совокупность орудий производства, необходимых для осуществления технологического процесса.

Средства технологического оснащения можно разделить на:

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

Технологическое оборудование – это средства технологического оснащения, в которых для выполнения определенной части технологического процесса размещаются материалы или заготовки, средства воздействия на них, а также технологическая оснастка. Технологическое оборудование выбирается в зависимости от конструкции деталей и необходимыми требованиями по обеспечению качества обрабатываемых поверхностей. В отдельных случаях технологи разрабатывают техническое задание на проектирование специальных станков [10].

Для повышения производительности труда и качества в технологические процессы внедряется современное оборудование с ЧПУ. Стоит не забывать, любая автоматизация сильно повышает не только скорость, точность, и повторяемость изделий, но и их стоимость. В данной работе разрешается выбирать оборудование на свое усмотрение, но чаще всего при разработке технологических процессов на реально существующем предприятии приходится создавать технологический процесс под уже имеющееся оборудование (это дешевле обычно дешевле).

Произведем подбор средств контрольно-измерительного и технологического оснащения необходимого для производственного участка данной детали и занесем данные в таблицу 6 и таблицу 7.

Таблица 4 средства оснащения

Операция	Оборудование	Инструмент	Приспособление
Литейная	Печь Плавильная 20/12		
Токарная с ЧПУ	Токарный станок с ЧПУ 16К20Ф3	<p>Резец 2101-0015 ГОСТ 18879-73</p> <p>Сверло центровочное 2317- 0006 ГОСТ 14952-75 (D=8, d=3,15).</p> <p>Сверло спиральное ГОСТ 10903-77: 2301-0061 (Ø18 мм) 2301-3055 (Ø28 мм); 2301-0125 (Ø36 мм);</p> <p>Сверло спиральное 2300-6994 (Ø 8мм) ГОСТ 886-77</p> <p>Расточная державка A25R-MWLNRO8</p> <p>Пластина WN 0804 (BP20AM)</p> <p>Расточная державка A20R-MCKNR-12</p> <p>Пластина CN 1204 (BP20AM)</p> <p>GKIR3120-3T06 резец канавочный;</p> <p>Пластина GKD30 (BP20AM)</p>	<p>Установ А: Трехкулачковый патрон 7100-0002 Ø100 ГОСТ 2675-80;</p> <p>Державка инструмента с цилиндрическим хвостовиком 291.341.121;</p> <p>Державка для осевого инструмента F40-МК- DK4;</p> <p>Втулка переходная KM4/KM3 6100-0205 ГОСТ 13598-95;</p> <p>Втулка переходная KM4/KM2 6100-0204 ГОСТ 13598-95;</p> <p>Патрон цанговый KM4-ER32;</p> <p>Цанга ER32-8;</p> <p>Держатель осевого инструмента DIN 69880 E2-40 x 12</p> <p>Втулка переходная Втулка переходная E2D20D08H30.4</p>
		<p>Резец подрезной токарный PCLNL- 2525-M12 (K01.4977.000-03);</p> <p>Сверло спиральное ГОСТ 10903-77: 2301-0069 (Ø20 мм); 2301-0023(Ø 9 мм).</p> <p>Расточная державка SCKC A08K-SCKCL- 06 (Ø8 мм) пластина</p> <p>Державка для наружного точения ECKN ECKNL- 2525M12</p> <p>Пластина</p> <p>Державка для нарезания наружной резьбы SER/L SEL-</p>	<p>Установ Б</p> <p>Трехкулачковый патрон 7100-0002 Ø100 ГОСТ 2675-80;</p> <p>Приспособление для зажима;</p> <p>Резцедержатель с перпендикулярным пазом 291.341.121;</p> <p>Резцедержатель с параллельным пазом 294.341.221;</p> <p>Втулка 6100-0144 KM4/KM2 ГОСТ 13598-85.</p> <p>Втулка переходная с малым внутренним диаметром D20-d8-SD</p> <p>Осевой держатель инструмента SBHA25-</p>

		2525М-16;	20 Втулка переходная КМ4/КМ1 с лапкой 6100-0221 ГОСТ 13598.
Слесарная		Напильник 2820-0012 ГОСТ 1465-80; Надфиль 2827- 0061ГОСТ 1513-77; Тиски 7827-0305 ГОСТ 4045-75 Вороток 6910-0077 ГОСТ 22401-83 Метчик метрический с мелкой резьбой М44х1,5 двусторонний / ГОСТ 3266-81 2624-0177	
Фрезерная с ЧПУ	HYUNDAI WIA KF4600	Фреза концевая 2223- 0803 ГОСТ 17026-71 (Ø25 мм); Сверло центровочное 2317-0008 Р6М5 ГОСТ 14952-75 (Ø5 мм); Сверло спиральное Р6М5 ГОСТ 4010-77: 2300-2773 (Ø5 мм); 2300-2861 (Ø15 мм); 2301-3626 (Ø19,75) Сверло спиральное ГОСТ 22736-77 2301- 4341 (Ø22,75) (КМ-2) Твердосплавная монокристаллическая развертка (КМ-2) R303-D20.0 Зенковка 2353-0106 ГОСТ 14953-80 (Ø7 мм)	Переходник от BIGPLUS MAS-ВТ к КМ2: 392.55523- 4020065; Приспособление Цанговый патрон ER- 40 Переходник от BIGPLUS MAS-ВТ к ER-40 Цанги: ER-40 Ø5мм, Ø8мм, Ø25мм, Ø15 мм
Слесарная		Напильник 2820-0012 ГОСТ 1465-80; Надфиль 2827- 0061ГОСТ 1513-77; Метчик трубный цилиндрический G 3/4" DIN 376 / ГОСТ 3266-81 2624-0177	Тиски 7827-0305 ГОСТ 4045-75 Вороток 6910-0077 ГОСТ 22401-83
Координатно расточная	2431 Координатно- расточный станок особо точный	Центровка ГОСТ 14952-75 2317-0106 Сверло спиральное	Специальное приспособление Патрон сверлильный

		ГОСТ 10903-77 2301-3551 (Ø5 мм) Сверло спиральное ГОСТ 10902-77 2300-5868 (Ø4,80 мм) Развертка 1-5,6 Н7 ГОСТ 1672-2016 Развертка 1-6 Н7 ГОСТ 1672-2016	6150-4029-03
Слесарная		Напильник 2820-0012 ГОСТ 1465-80; Надфиль 2827-0061 ГОСТ 1513-77; Метчик ручной М6 х 1	Вороток 6910-0069 ГОСТ 22401-83
Промывочная	Ванна промывочная ВП-6.8.10/0,7	Раствор по ТТП 01279- 00002	
Консервация		Материалы согласно ТТП 01279-00001, вариант 6.	

Таблица 5 Средства контроля точности изготовления детали

Операция	Способ контроля	Измерительный прибор
Литейная	Инструментальный, визуальный	Линейка измерительная 250 ГОСТ 427-75; Штангенциркуль ШЦ-I-0-125-0,1 ГОСТ166-89;
Токарная ЧПУ Установ 1	Инструментальный, визуальный	Линейка измерительная 150 ГОСТ 427-75 Штангенциркуль ШЦ-I-0-125-0,1 ГОСТ166-89; Образцы шероховатости Р (6,3; 12; 3,2), ГОСТ 9378-93 Штангенциркуль 20-170 0,01, для внутренних канав. элек. ЧИЗ Шаблоны радиусные Пластинин Пробка резьбовая 7Н специальная (М44) Угломер типа 2-2 ГОСТ 5378

Токарная ЧПУ Установ 2	Инструментальный, визуальный	Штангенциркуль ШЦ-I-0-125-0,1 ГОСТ166-89; Пластилин Угломер типа 2-2 ГОСТ 5378 Образцы шероховатости Т(3,2), Р(3,2), ТТ(6,3), ГОСТ 9378-93 Калибр наружной резьбы М36 7Н специальная
Слесарная	Инструментальный, визуальный	Калибр пробка М44х1,5 7Н
Фрезерная ЧПУ	Инструментальный, визуальный	Штангенциркуль ШЦ-I-0-125-0,1 ГОСТ166-89 Образцы шероховатости ФТП(1,25), ФЦ(3,2; 6,3), Р(3,2), ГОСТ 9378-93 Плита 1-0-250×250 ГОСТ 10905-86 Штангенрейсмас ШР-250-0,05 ГОСТ 164-90 Угломер типа 2-2 ГОСТ 5378
Слесарная	Инструментальный, визуальный	Калибр дюймовой резьбы ГОСТ 1623- 89 Штангенциркуль ШЦ-I-0-125-0,1 ГОСТ166-89
Координатно- сверлильная	Инструментальный, визуальный	Калибр пробка ГОСТ 14810-69 8133- 0913 Штангенциркуль ШЦ-I-0-125-0,1 ГОСТ166-89 Образцы шероховатости Р(0,8; 6,3), ГОСТ 9378-93
Слесарная	Инструментальный, визуальный	Пробка 8221-1030 7Н ГОСТ 17757-72 Штангенциркуль ШЦ-I-0-125-0,1 ГОСТ166-89
Промывочная	Визуальный	
Контрольная	Инструментальный, визуальный	Линейка измерительная 150 ГОСТ 427- 75 Штангенциркуль ШЦ-I-0-125-0,1 ГОСТ166-89 Образцы шероховатости Р (6,3; 12; 3,2;



		<p>0,8), ФТП(1,25), ФЦ(3,2; 6,3), Т(3,2), ТТ(6,3), ГОСТ 9378-93</p> <p>Пробка 8221-1030 7Н ГОСТ 17757-72</p> <p>Калибр пробка ГОСТ 14810-69 8133-0913</p> <p>Калибр дюймовой резьбы ГОСТ 1623-89</p> <p>Штангенрейсмас ШР-250-0,05 ГОСТ 164-90</p> <p>Плита 1-0-250×250 ГОСТ 10905-86</p> <p>Угломер типа 2-2 ГОСТ 5378 Пробка резьбовая 7Н специальная (М44)</p> <p>Шаблоны радиусные</p> <p>Пластилин</p> <p>Штангенциркуль 20-170 0,01, для внутренних канав. элек. ЧИЗ</p>
Консервация	Визуальный	

### 2.6.3 Выбор и расчет режимов резания

Расчет режимов резания произведем согласно учебному пособию [11].

Скорость резания  $v$  м/мин: при наружном продольном и поперечном точении и растачивании рассчитывают по эмпирической формуле

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

где:  $C_v$  – коэффициент учитывающий материал заготовки и инструмента;

$T$  – стойкость инструмента (среднее значение стойкости 30-60 мин);

$t$  – глубина резания (мм);

$S$  – подача (мм/об);  $m, x, y$  – показатели степеней;

$K_v$  – является произведением коэффициентов, учитывающих влияние материала заготовки  $K_{mv}$ , состояния поверхности  $K_{nv}$ , материала инструмента  $K_{uv}$ ;

$$K_v = K_{mv} K_{nv} K_{uv},$$

$t$  – глубина резания.

Скорость резания, м/мин, при сверлении:

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

При рассверливании, зенкерования, развертывании:

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

$$K_v = K_{mv} K_{lv} K_{uv}.$$

Скорость резания при фрезеровании (окружная скорость фрезы, м/мин),

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

Где:

t – глубина резания;

B – ширина фрезерования;

$S_z$  – подача на зуб (мм);

z - количество зубьев.

Для расчетов режимов резания необходимо выбрать режущий инструмент в зависимости от материала из которого изготовлена деталь (БрА9Ж4), данные занесем в таблицу 8

Таблица 6 Материалы режущего инструмента подходящие для обработки

Название операции	Материал инструмента	Материал инструмента (аналог)
Черновое прерывистое точение	В35	ВК8
Чистовое и получистовое точение	ВР20АМ	
Сверление, рассверливание		Р6М5
Черновое и получерновое фрезерование		ВК6
Развертывание		Р6М5
Зенкование		ВК6
Чистовое фрезерование	АР10АТ	
Нарезание резьбы резцом		ВК6

Рассчитаем режимы резания с учетом выбранных материалов, и спроектированных ранее технологических операций.

### Токарная

1. Подрез торца и продольное точение по необработанной поверхности:

$$v = \frac{C_v}{Tm_t^x S_y} K_v = \frac{215}{45^{0,2} \cdot 1^{0,15} \cdot 3^{0,45}} \cdot 2,7 = 165,3 \text{ м/мин};$$

$$K_v = K_{mv} K_{nv} K_{uv} = 1 \cdot 2,7 \cdot 1 = 2,7$$

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

$$v = \frac{\pi d n}{1000} \Rightarrow n = \frac{1000 v}{\pi d} = \frac{165300}{3,14 \cdot 58} = 907 = 900 \text{ об/мин.}$$

$$v = \frac{\pi d n}{1000} \Rightarrow n = \frac{1000 v}{\pi d} = \frac{14300}{3,14 \cdot 40} = 1315 \frac{\text{об}}{\text{мин}} = 900 \text{ об/мин}$$

Деталь ассиметрична, и для уменьшения вибраций занижим число оборотов и соответственно скорость резания

2. Чистовое продольное точение и растачивание:

$$v = \frac{C_v}{Tm_t^x S_y} K_v = \frac{270}{45^{0,23} \cdot 0,15^{0,12} \cdot 0,1^{0,25}} \cdot 2,4 = 112 \text{ м/мин};$$

$$K_v = K_{mv} K_{nv} K_{uv} = 0,9 \cdot 2,7 \cdot 1 = 2,4$$

Аналогично рассчитаем кол-во оборотов для разных диаметров:

$$v = \frac{\pi d n}{1000} \Rightarrow n = \frac{1000 v}{\pi d} = \frac{112000}{3,14 \cdot 36} = 780 \text{ об/мин.}$$

$$v = \frac{\pi d n}{1000} \Rightarrow n = \frac{1000 v}{\pi d} = \frac{603000}{3,14 \cdot 20} = 850 \text{ об/мин.}$$

$$v = \frac{\pi d n}{1000} \Rightarrow n = \frac{1000 v}{\pi d} = \frac{603000}{3,14 \cdot 46} = 550 \text{ об/мин.}$$

### 3. Сверление, рассверливание, зенкование, развертывание

Так как там расчетов будет существенно больше составим таблицу 9.

Таблица 7 Параметры резания при сверлении

Диаметр сверла Ø, мм	S	C <sub>v</sub>	t	x	y	m	q	T, мин	V м,мин
8	0,28	28,1		0,1	0,55	0,125	0,25	35	26
18	0,7	34,7	5	0,1	0,4	0,125	0,25	60	15
28	0,9	34,7	5	0,1	0,4	0,125	0,25	75	9
36	1	34,7	4	0,1	0,4	0,125	0,25	105	7,1
15	0,6	34,7	3	0,1	0,4	0,125	0,25	60	18,4
20 развертка	2,6	23,2		0,1	0,4	0,3	0,2	60	15
9	0,4	34,7	0,5	0,1	0,4	0,125	0,25	35	21
5	0,2	28,1			0,55	0,125	0,25	20	31
4.8	0,2	28,1			0,55	0,125	0,25	20	
6 развертка	2,2	23,2		0,1	0,4	0,3	0,2	–	30
5.6 развертка	2,2	23,2		0,1	0,4	0,3	0,2	–	30
20	0,7	34,7	2,5	0,1	0,4	0,125	0,25	60	15

### 4. Фрезерование:

$$v = \frac{C_v D^q}{T^m t^x S_z^y B u_z^p} K_v = \frac{136 \cdot 25^{0,25}}{100^{0,2} \cdot 0,1^{0,2} \cdot 0,15 \cdot 4^{0,1}} \cdot 1,4 = 145 \text{ м/мин.}$$

По итогам расчетов, скорости резания близки к справочным значениям.

## 2.6.4 Уточнение содержания переходов

Технологический переход - это законченная часть технологической операции, которая характеризуется постоянством применяемого инструмента и поверхностей, образуемых обработкой и соединяемых при сборке. При смене режима резания или режущего инструмента, начинается следующий переход.

Рабочий ход – это законченную часть технологического перехода, которая состоит из однократного перемещения инструмента относительно заготовки, при котором изменяется форма, размеры, шероховатость обрабатываемой поверхности или свойств заготовки.

Уточним содержание переходов для получения поверхностей из полученных подач и глубин резания при расчете режимов резания.

Токарная с ЧПУ Установ А:

1. Подрезка торца – 2 перехода, 4 рабочих хода;
2. Центрование торца – 1 переход, 1 рабочий ход;
3. Сверление отверстия  $\varnothing 8$  1 переход, 17 рабочих ходов;
4. Рассверливание  $\varnothing 28$  1 переход, 5 рабочих ходов;
5. Рассверливание  $\varnothing 36$  1 переход, 2 рабочих хода
6. Растачивание  $\varnothing 20$  2 перехода 3 рабочих хода
7. Растачивание  $\varnothing 38$  2 перехода 3 рабочих хода
8. Растачивание  $\varnothing 42$  2 перехода 7 рабочих ходов
9. Снятие фаски 1 переход 4 рабочих хода
10. Точение конуса 1 переход 3 рабочих хода
11. Точение канавки 1 переход 3 рабочих хода

Токарная с ЧПУ Установ Б

1. Подрезка торца 2 перехода 3 рабочих хода
2. Рассверливание  $\varnothing 9$  1 переход 1 рабочий ход

3. Рассверливание  $\varnothing 20$  1 переход 2 рабочих хода
4. Растачивание  $\varnothing 10$  2 перехода 2 рабочих хода
5. Растачивание  $\varnothing 23$  2 перехода 4 рабочих хода
6. Расточка конуса 1 переход 5 рабочих ходов
7. Точение наружного диаметра 2 перехода 6 рабочих хода
8. Нарезание резьбы 2 перехода 2 рабочих хода

#### Фрезерная с ЧПУ

1. Фрезерование плоскостей 8 переходов 16 рабочих ходов
2. Центрование заготовки 1 переход 1 рабочий ход
3. Сверление отверстия  $\varnothing 10$  1 переход 8 рабочих ходов
4. Рассверливание отверстия  $\varnothing 15$  1 переход 5 рабочих ходов
5. Рассверливание отверстия  $\varnothing 18$  1 переход 4 рабочих хода
6. Рассверливание отверстия  $\varnothing 19,75$  1 переход 4 рабочих хода
7. Развертывание отверстия 1 переход 1 рабочий ход
8. Зенкование фаски 1 переход 1 рабочий ход.

#### Координатно-расточная

1. Центрование в четырех точках 1 переход 7 рабочих ходов
2. Сверление отверстий  $\varnothing 5$  1 переход 7 рабочих ходов
3. Сверление отверстий  $\varnothing 4,75$  1 переход 7 рабочих ходов
4. Черновое развертывание двух отверстий 1 переход 3 рабочих хода
5. Чистовое развертывание отверстий 1 переход 3 рабочих хода

## 2.6.5 Нормирование технологического процесса

Одной из частей разработки технологического процесса является определение нормы времени на выполнение заданной работы. Расчет норм времени ведется по укрупненным типовым нормативам, установленных на основе изучения затрат рабочего времени. Расчет ведется по следующим формулам [13]:

$$t_{\text{он}} = t_o + t_b;$$

Где:  $t_o$  – оперативное время, мин;

$t_b$  – вспомогательное время на операцию, мин.

$$t_b = t_{\text{уст}} + t_{\text{пер}} + t_{\text{изм}};$$

Где:  $t_{\text{уст}}$  – время на установку и снятие детали, мин;

$t_{\text{пер}}$  – вспомогательное время, связанное с переходом, мин;

$t_{\text{изм}}$  – вспомогательное время на контрольные измерения, мин.

Штучное время на операцию:

$$T_{\text{шт}} = (T_{\text{ца}} + T_b \cdot K_{\text{тв}}) \cdot \left(1 + \frac{A_{\text{обс}} + A_{\text{отд}}}{100}\right);$$

Где:  $T_{\text{ца}}$  – время цикла автоматической работы станка по программе, мин;

$T_b$  – вспомогательное время, мин;

$K_{\text{тв}}$  – поправочный коэффициент вспомогательного времени;

$A_{\text{обс}}$  – время на обслуживание рабочего места, %;

$A_{\text{отд}}$  – время на отдых и личные надобности, %.

$$T_{\text{ца}} = T_o + T_{\text{мв}};$$



Где:  $T_0$  – основное время на обработку одной детали, мин;

$T_{\text{мв}}$  – машинно–вспомогательное время по программе (на подвод детали или инструмента от исходных точек в зоны обработки и отвод; установку инструмента на размер, смену инструмента, изменения и направления подачи, время технологических пауз), мин.

Штучно калькуляционное время:

$$T_{\text{шт-к}} = T_{\text{шт}} + \frac{T_{\text{п-з}}}{n};$$

Где:  $n$  – размер партии запуска, шт;

$T_{\text{шт}}$  – норма штучного времени, мин;

$T_{\text{п-з}}$  – норма подготовительно – заключительного времени, мин.

### 3. Размерный анализ

В системе технологической подготовки производства проектирование технологического процесса изготовления деталей машин является одной из сложных задач. В свою очередь в создаваемом технологическом процессе есть наиболее важный раздел – размерный анализ, с помощью которого предусматривается согласование чертежных размеров детали со всеми операционными размерами, припусками, размерами заготовки и др. Именно на этом этапе проектирования предусматривается обеспечение надежности технологического процесса [8].

Для токарной операции с ЧПУ (010) необходимо произвести проверку обеспечения точности конструкторского размера  $154_{-1}$ , на рисунке 10.

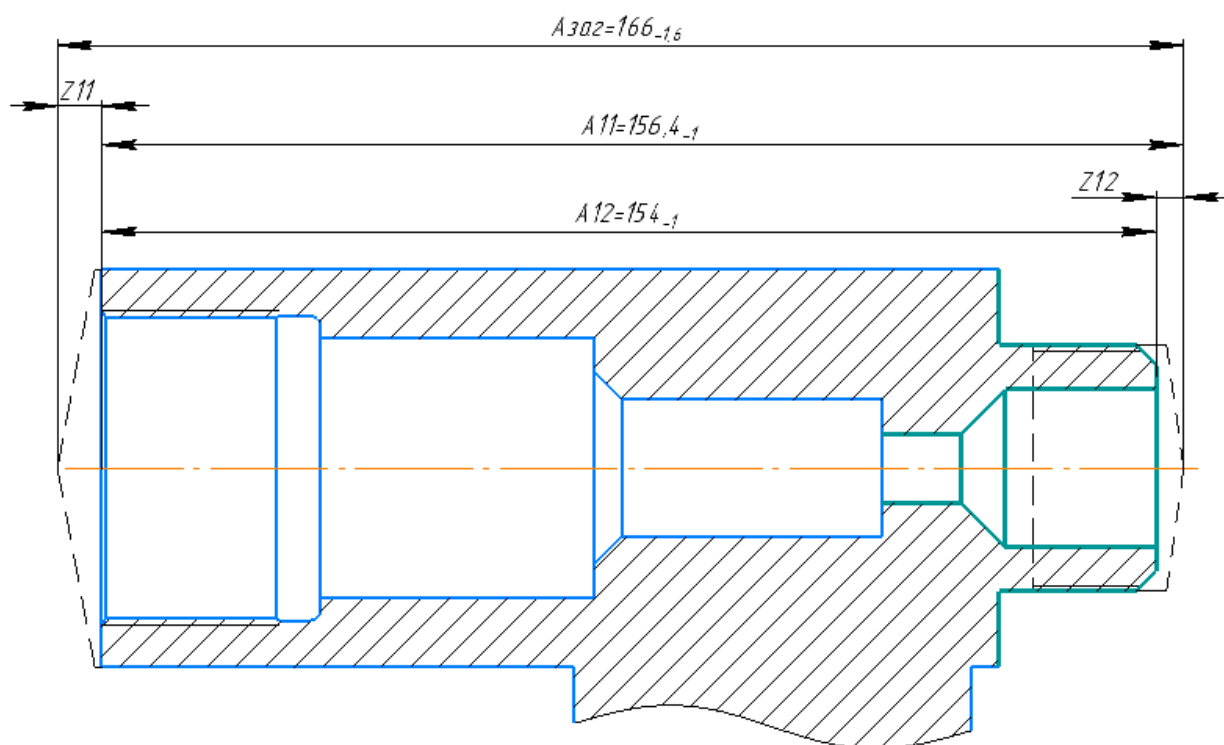


Рисунок 10 Эскиз припусков на размер

Рассчитаем минимальные и максимальные припуски по [8], данные занесем в таблицу 8.

Таблица 8 Расчет размеров

Проверяемый размер	Уравнение
$Z_{11}$	$Z_{11} = A_{\text{заг}} - A_{11}$ $Z_{11 \text{ min}} = A_{\text{заг min}} - A_{11 \text{ max}} = 8 \text{ мм}$ $Z_{11 \text{ max}} = A_{\text{заг max}} - A_{11 \text{ min}} = 10,6 \text{ мм}$
$Z_{12}$	$Z_{12} = A_{11} - A_{12}$ $Z_{12 \text{ min}} = A_{11 \text{ min}} - A_{12 \text{ max}} = 1,4 \text{ мм}$ $Z_{12 \text{ max}} = A_{1 \text{ max } 1} - A_{12 \text{ min}} = 3,4 \text{ мм}$

Такая неочевидная разница в значениях получается из-за того, что на левом конце заготовки при большом диаметре имеется литейный уклон, и заготовка базируется по необработанной литой поверхности. А с правой стороны диаметр существенно меньше и практически отсутствует погрешность установки.

## 4. Проектирование средств технологического оснащения

### 4.1 Обоснование выбора схемы приспособления

При токарной обработке с ЧПУ (010) Установ Б необходимо получить наружную резьбу и некоторое количество поверхностей вращения. Наружный диаметр, за который можно было бы зажать заготовку – не обработан. Поэтому базирование происходит по внутреннему обработанному диаметру – для обеспечения точности. Аналогичную схему базирования имеет и фрезерная операция с ЧПУ. Очевидно, желательно спроектировать разжимную оправку, которая: во-первых, обеспечит требуемое базирование, во-вторых, приспособление можно было бы установить на фрезерный станок после токарной операции, не снимая заготовку. Данный вариант считаю предпочтительным так как партия деталей всего 40 шт., а производство мелкосерийное.

При установке цилиндрических заготовок широко применяют разжимные оправки. К оправкам предъявляют такие требования, как надежность закрепления заготовок, обеспечение точности получения размеров, формы и расположения обрабатываемых поверхностей, прочность, жесткость, виброустойчивость, а также быстрая наладка и закрепление. Схема представлена на рисунке 11.

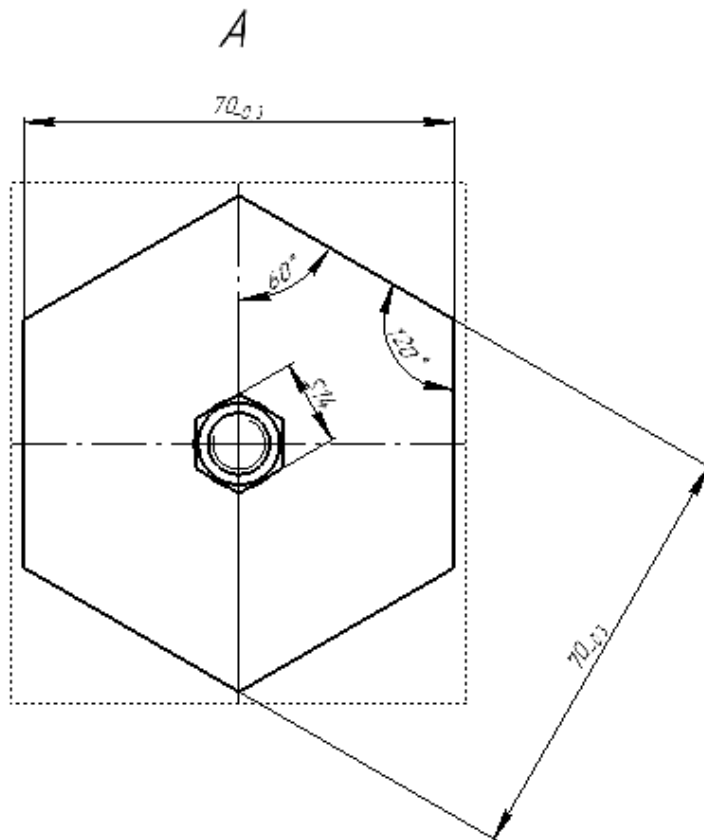
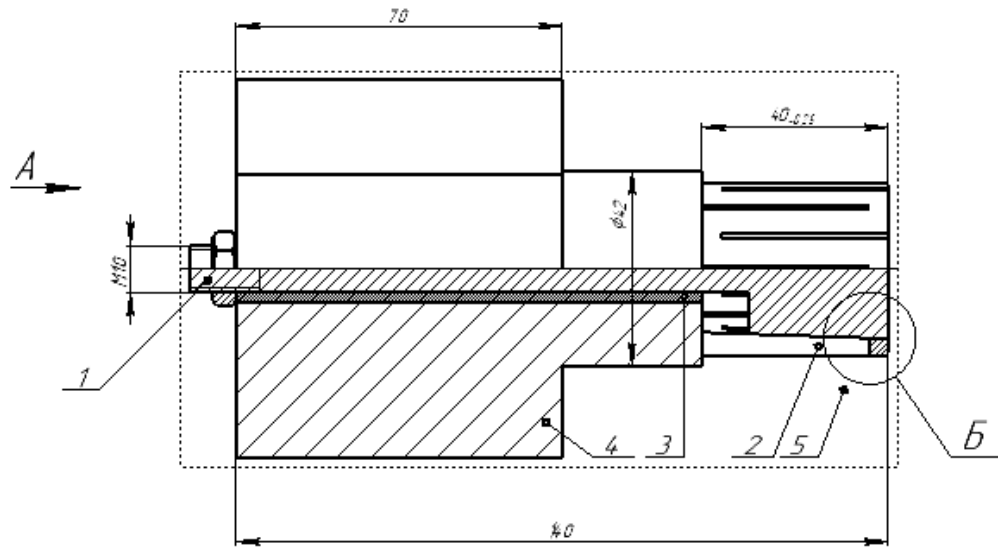


Рисунок 11 схема разжимной оправки

## 4.2 Расчет необходимого усилия зажима

Воспользуемся методикой расчетов, изложенной в книге «Цанговые зажимные механизмы» А.М. Дальского [14].

Полная расчетная сила на поверхностях закрепления:

$$P = \sqrt{\left(\sum_1^m P_i \cdot \frac{D_i}{D} + \frac{2M}{D}\right)^2 + P_{ix}^2}$$

Где:

$D_i$  – диаметр обработки

$D$  – диаметр закрепления цангой

$M$  – крутящий момент, создаваемый осевым инструментом.

$P_{ix}$  – осевая сила, создаваемая инструментом.

Самый большой момент даст черновая обработка на фрезерном станке, так как выбираются максимально возможные съемы (для того, чтобы снять корку за 1 рабочий ход), также на этом этапе максимальный обрабатываемый диаметр.

$$P = \sqrt{\left(240 \cdot \frac{150}{46} + \frac{2 \cdot 21500}{46}\right)^2 + 240^2} = 908 \text{ Н}$$

Потребная суммарная сила  $W$  закрепления определяется по формуле:

$$W = \frac{P}{\mu};$$

Где:

$\mu$  – коэффициент трения сцепления (для бронзы 0,15)

Приняв коэффициент запаса равным 1,5, а  $\mu=0,15$ , получим

$$W = 1,5 \cdot \frac{908}{0,15} = 9083 \text{ Н};$$

Осевая сила на цанге:

$$S = W \cdot 0,364 = 9083 \cdot 0,364 = 3306 \text{ Н (331 кг)}.$$

Рассчитаем усилие затяжки для достижения необходимой осевой силы согласно [15]

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

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
4А6А	Стебунову Роману Дмитриевичу

<b>Школа</b>	<b>ИШНПТ</b>	<b>Отделение школы</b>	<b>ИШНПТ</b>
<b>Уровень образования</b>	Бакалавриат	<b>Направление/специальность</b>	15.03.01 Машиностроение

<b>Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:</b>	
1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	<i>Стоимость материальных ресурсов и специального оборудования определены в соответствии с рыночными ценами г. Томска. Тарифные ставки исполнителей определены штатным расписанием НИ ТПУ.</i>
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	<i>Норма амортизационных отчислений на специальное оборудование.</i>
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	<i>Отчисления во внебюджетные фонды 30 %. (НК РФ)</i>
<b>Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:</b>	
1. <i>Анализ конкурентных технических решений (НИ)</i>	<i>Анализ и оценка конкурентоспособности НИ. SWOT-анализ</i>
2. <i>Формирование плана и графика разработки и внедрения (НИ)</i>	<i>Определение структуры выполнения НИ. Определение трудоемкости работ. Разработка графика проведения исследования.</i>
3. <i>Составление бюджета инженерного проекта (НИ)</i>	<i>Расчет бюджетной стоимости НИ по разработке стенда</i>
4. <i>Оценка ресурсной, финансовой, бюджетной эффективности (НИ)</i>	<i>Определение: интегрального финансового показателя; интегрального показателя ресурсоэффективности; интегрального показателя эффективности.</i>
<b>Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)</b>	
1. <i>Оценка конкурентоспособности НИ</i>	
2. <i>Матрица SWOT</i>	
3. <i>Диаграмма Ганта</i>	
4. <i>Бюджет НИ</i>	
5. <i>Основные показатели эффективности НИ</i>	

<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	10.03.2020
---	------------

**Задание выдал консультант:**

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Доцент	Кацук Ирина Вадимовна	к.т.н, доцент		10.03.2020

**Задание принял к исполнению студент:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
4А6А	Стебунов Роман Дмитриевич		10.03.2020



В данном разделе приводятся организация и планирование работ по составлению технологического процесса изготовления детали «Корпус», затраты на возможную реализацию техпроцесса. Также необходимо провести коммерческий анализ технологии. Цель этого раздела является проектирование и создание конкурентоспособной технологии, которая отвечает современным требованиям в области ресурсоэффективности и ресурсосбережения. Достижение цели обеспечится решением следующих задач:

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

## **5.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности научного исследования с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения**

### **5.1.1. Потенциальные потребители результатов исследования**

Результатом работы является документация для подготовки производства изготовления детали «Корпус». Объем выпуска продукции составляет 40 шт. Исходя из этого, потенциальными потребителями результатов исследования является предприятие или несколько предприятий, находящихся в Российской Федерации, оборудование которых позволяет производить обработку металлов с соответствующими требованиями к качеству и обладающих необходимым станочным парком.

### 5.1.2 Анализ конкурентных технических решений

Для достижения поставленной цели необходимо произвести анализ конкурентных технических решений. Для этого составим таблицу, на основе которой дадим оценку конкурентоспособности данной детали. В качестве конкурентных решений будут рассмотрены разработки Томского электромеханического завода им. Вахрушева и Томского инструментального завода.

Таблица 9 – Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б <sub>р</sub>	Б <sub>к1</sub>	Б <sub>к2</sub>	К <sub>р</sub>	К <sub>к1</sub>	К <sub>к1</sub>
1.Повышение производительности труда пользователя	0,1	4	3	3	0,4	0,3	0,3
2.Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,1	4	4	3	0,4	0,4	0,3
3.Энергоэкономичность	0,1	3	2	3	0,3	0,2	0,3
4.Надежность	0,05	4	3	3	0,2	0,15	0,15
5.Безопасность	0,1	4	4	4	0,4	0,4	0,4
6.Функциональная мощность	0,1	3	4	4	0,3	0,4	0,4
7.Простота эксплуатации	0,1	4	3	3	0,4	0,3	0,3
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Конкурентоспособность продукта	0,1	4	3	4	0,4	0,3	0,4
2. Уровень проникновения на рынок	0,02	3	4	3	0,3	0,4	0,3
3. Цена	0,1	4	4	3	0,4	0,4	0,3

4. Предполагаемый срок эксплуатации	0,1	4	4	2	0,4	0,4	0,2
5. Послепродажное обслуживание	0,01	1	1	1	0,01	0,01	0,01
6. Срок выхода на рынок	0,01	3	2	2	0,03	0,02	0,02
7. Наличие сертификации разработки	0,01	0	4	4	0	0,04	0,04
Итого	1	45	45	42	3,94	3,72	3,42

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum B_i \cdot V_i ,$$

Где К – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

$V_i$  – вес показателя (в долях единицы);

$B_i$  – балл  $i$ -го показателя;

Разработка:

$$K = \sum B_p \cdot V_p = 45 \cdot 3,94 = 177,3$$

Конкуренты:

$$K = \sum B_{k1} \cdot V_{k1} = 45 \cdot 3,72 = 167,4$$

$$K = \sum B_{k2} \cdot V_{k2} = 42 \cdot 3,42 = 143,64$$

Анализ показал, что наша разработка конкурентоспособна. Разработанная технология является удобной в эксплуатации и повышает производительность труда. Цена детали, изготовленной по разработанному технологическому процессу в рамках допустимой нормы. Разработка выполнялась в соответствии со стандартами ЕСТПП.

### 5.1.3 SWOT-анализ

SWOT – представляет собой комплексный анализ научно-исследовательского проекта. SWOT-анализ применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта:

1. Описание сильных и слабых сторон проекта, выявление возможностей и угроз для реализации проекта, которые проявились или могут появиться в его внешней среде.

Таблица 10 Матрица SWOT

Сильные стороны научно-исследовательского проекта	Слабые стороны научно-исследовательского проекта
<p>С1. Наличие бюджетного финансирования.</p> <p>С2. Наличие опытного руководителя.</p> <p>С3. Использование современного оборудования.</p> <p>С4. Наличие современного программного продукта.</p> <p>С5. Актуальность проекта.</p> <p>С6. Использование УП</p>	<p>Сл1. Развитие новых технологий</p> <p>Сл2. Высокая стоимость оборудования.</p> <p>Сл3. Отсутствие квалифицированного персонала.</p>
Возможности	Угрозы
<p>В1. Возможность автоматизации технологического процесса.</p> <p>В2. Уменьшение себестоимости выпускаемой продукции.</p>	<p>У1. Появление новых конкурентных технологий.</p> <p>У2. Введения дополнительных государственных требований к сертификации продукции.</p>

2. Выявление соответствия сильных и слабых сторон научно-исследовательского проекта внешним условиям окружающей среды.

Это соответствие или несоответствие должны помочь выявить степень необходимости проведения стратегических изменений.

Таблица 11 Интерактивная матрица возможностей и сильных сторон проекта

Сильные стороны проекта							
		C1	C2	C3	C4	C5	C6
	B1	+	-	+	+	0	+
	B2	0	-	-	-	0	-

Таблица 12 Интерактивная матрица возможностей и сильных сторон проекта

Слабые стороны проекты				
		Сл1	Сл2	Сл3
	B1	+	-	0
	B2	0	-	0

Таблица 13 Интерактивная матрица угроз и сильных сторон проекта

Сильные стороны проекта							
		C1	C2	C3	C4	C5	C6
	У1	0	0	+	+	+	+
	У2	0	0	+	+	0	+

Таблица 14 Интерактивная матрица угроз и слабых сторон проекта

Слабые стороны проекта				
		Сл1	Сл2	Сл3
	У1	+	-	+
	У2	+	0	0

### Составление итоговой матрицы SWOT-анализа

Таблица 15 Итоговая матрица SWOT-анализа

	Сильные стороны научно- исследовательского	Слабые стороны научно- исследовательского
--	--	---

	проекта:	проекта:
	<p>С1. Наличие бюджетного финансирования.</p> <p>С2. Наличие опытного руководителя.</p> <p>С3. Использование современного оборудования</p> <p>С4. Наличие современного программного продукта</p> <p>С5. Актуальность проекта.</p> <p>С6. Использование УП.</p>	<p>Сл1. Развитие новых технологий.</p> <p>Сл2. Высокая стоимость оборудования.</p> <p>Сл3. Отсутствие квалифицированного персонала</p>
<p>В1. Возможность автоматизации технологического процесса</p> <p>В2. Уменьшение себестоимости выпускаемой продукции</p>	<p>- При использовании современного оборудования и УП обеспечивается автоматизация процесса, что приводит к уменьшению себестоимости продукции;</p>	<p>-Автоматизация техпроцесса приводит к созданию новых конкурентных технологий</p>
<p>У1. Появление новых конкурентных технологий</p> <p>У2. Введения дополнительных</p>	<p>-Использование современного оборудование побуждает введение дополнительных</p>	<p>- Развитие технологий приводит к введение дополнительных государственных требований к</p>

государственных требований к сертификации	требований к сертификации продукции	сертификации продукции.
---	-------------------------------------	-------------------------

## 5.2 Планирование научно-исследовательских работ

### 5.2.1 Структура работ в рамках научного исследования

Планирование комплекса предполагаемых работ осуществляется в следующем порядке: определение структуры работ в рамках научного исследования; определение участников каждой работы; установление продолжительности работ; построение графика проведения научных исследований.

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

Таблица 16 Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя	t min	t max	тож	Тр
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель, Инженер	1	2	1	0,5
	2	Подбор и изучение материалов по теме	Руководитель темы, Инженер	7	10	8,2	4,1
	3	Составление маршрута техпроцесса	Инженер	14	21	16,8	16,8
	4	Расчет припусков	Инженер	7	14	9,8	9,8
	5	Выбор средств технологического оснащения	Инженер	2	7	4	4

	6	Расчет режимов резания	Инженер	7	10	8,2	4,1
	7	Нормирование переходов	Инженер	7	10	8,2	4,1
	8	Проектирование технологических операции	Инженер	7	10	8,2	4,1
	9	Размерный анализ	Инженер	2	4	2,8	2,8
	10	Разработка управляющих программ	Инженер	5	7	5,8	5,8
	11	Проектирование приспособления	Руководитель, Инженер	7	14	9,8	4,9
	12	Разработка карт наладок	Руководитель, Инженер	7	14	9,8	4,9
	13	Разработка комплекта технологической документации	Инженер	7	10	8,2	8,2
Оформление отчета, по НИР (комплекта документации по ОКР)	14	Составление пояснительной записки (эксплуатационно-технической документации)	Инженер	3	6	4,2	4,2

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

Трудоемкость выполнения НИОКР оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, т.к. зависит от множества трудно учитываемых факторов. Для определения, ожидаемого (среднего) значения трудоемкости работ используется следующая формула:



$$t_{ож} = \frac{3t_{min} + 2t_{max}}{5}, \text{ чел.-дн.};$$

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

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

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

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

$$T_p = \frac{t_{ож}}{ч}$$

где  $T_p$  – продолжительность одной работы, раб. дни.;

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

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

Для удобства построения календарного план-графика, длительность этапов в рабочих днях переводится в календарные дни и рассчитывается по следующей формуле:

$$T_{ki} = T_{pi} * k$$

где  $T_{ki}$  – продолжительность выполнения одной работы, календ. дн.;

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

$k$  – коэффициент календарности, предназначен для перевода рабочего времени в календарное. Коэффициент календарности рассчитывается по формуле:

$$k = \frac{T_{кг}}{T_{кг} - T_{вд} - T_{пд}}$$

где  $T_{кг}$  – количество календарных дней в году;

$T_{вд}$  – количество выходных дней в году;

$T_{пд}$  – количество праздничных дней в году.

Определим длительность этапов в рабочих днях и коэффициент календарности:

$$k = \frac{T_{кг}}{T_{кг} - T_{вд} - T_{пд}} = \frac{365}{365 - 104 - 10} = 1,45$$

тогда длительность этапов в рабочих днях, следует учесть, что расчетную величину продолжительности работ  $T_k$  нужно округлить до целых чисел.

В качестве графика можно используют диаграмму Ганта – горизонтальный ленточный график, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ.

График строится по таблице 8 с разбивкой по месяцам и неделям за период времени всех работ. При этом работы на графике выделяются различной штриховкой в зависимости от исполнителей, ответственных за тот или иной этап работы.

Таблица 17 Календарный план график проведения НИ

№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя	T <sub>к</sub>	Фев.	Март	Апрель	Май	Июнь
1	Составление и утверждение технического задания	Руководитель	1					
2	Подбор и изучение материалов по теме	Руководитель темы, Инженер	4					
3	Составление маршрута техпроцесса	Инженер	7					
4	Расчет припусков	Инженер	10					
5	Выбор средств технологического оснащения	Инженер	4					
6	Расчет режимов резания	Инженер	4					
7	Нормирование переходов	Инженер	4					
8	Проектирование технологических операции	Инженер	4					
9	Размерный анализ	Инженер	3					



- затраты на специальное оборудование для экспериментальных работ;
- основная заработная плата исполнителей темы;
- дополнительная заработная плата исполнителей темы;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- накладные расходы НИР

### 5.3.1 Расчет материальных затрат НИ

В данном разделе произведем расчет материальных затрат. Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

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

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

$N_{расхi}$  – количество материальных ресурсов  $i$ -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования (шт., кг, м, м<sup>2</sup> и т.д.);

$C_i$  – цена приобретения единицы  $i$ -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./шт., руб./кг, руб./м, руб./м<sup>2</sup> и т.д.);

$k_T$  – коэффициент, учитывающий транспортно-заготовительные расходы.

Для остальных позиций произведем аналогичный расчет. Материальные затраты, необходимые для данной разработки, заносятся в таблицу 11.

Таблица 18 Материальные затраты

Материалы и оборудование	Единица измерения	Количество	Цена за ед., руб.	Затраты на материалы, руб.

Бумага	шт.	1000	0,5	500
Картридж	шт.	1	1500	1500
Ручка	шт.	2	50	100
Итого	2100 руб.			

### 5.3.2 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 научно-исследовательского проекта использовался ПЭВМ - Asus. Срок полезного использования данного ноутбука по паспорту составляет 3 года. Составим таблицу 11.

Таблица 19 Затраты на оборудование

№	Наименование оборудования	Кол-во, шт.	Срок полезного использования, лет	Цены единицы оборудования, тыс. руб.	Общая стоимость оборудования, тыс. руб.
1	ПЭВМ	1	3	30	30
<b>Итого</b>		<b>30 тыс. руб.</b>			

Расчет амортизации проводится следующим образом:

Норма амортизации определяется по следующей формуле:

$$H_A = \frac{1}{n},$$

где  $n$  – срок полезного использования в годах.

Амортизация определяется по следующей формуле:

$$A = \frac{H_A \cdot I}{12} \cdot m,$$

где  $I$  – итоговая сумма, тыс. руб.;

$m$  – время использования, мес.

Рассчитаем норму амортизации для ноутбука, с учётом того, что срок полезного использования составляет 3 года:

$$H_A = \frac{1}{n} = \frac{1}{3} = 0,33.$$

Общую сумму амортизационных отчислений находим следующим образом:

$$A = \frac{H_A \cdot I}{12} \cdot m = \frac{0,33 \cdot 30000}{12} \cdot 3 = 2475 \text{ руб.}$$

### 5.3.3 Основная заработная плата исполнителей НИ

В данном разделе рассчитывается заработная плата инженера и руководителя, помимо этого необходимо рассчитать расходы по заработной плате, определяемые трудоемкостью проекта и действующей системой оклада.

Основная заработная плата  $Z_{осн}$  одного работника рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{осн} = Z_{дн} \cdot T_p;$$

где  $Z_{дн}$  – среднедневная заработная плата, руб.;  $T_p$  – продолжительность работ, выполняемых работником, раб.дн. (таблица 8).

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

Для шестидневной рабочей недели (рабочая неделя руководителя):

$$Z_{дн} = \frac{Z_m \cdot M}{F_\partial} = \frac{51285 \cdot 10,3}{246} = 2147,3 \text{ руб.,}$$

где  $Z_m$  – должностной оклад работника за месяц;  $F_\partial$  – действительный годовой фонд рабочего времени исполнителей, раб.дн. (таблица 12);  $M$  – количество месяцев работы без отпуска в течение года.

- при отпуске в 28 раб. дней –  $M = 11,2$  месяца, 5-дневная рабочая неделя;
- при отпуске в 56 раб. дней –  $M = 10,3$  месяца, 6-дневная рабочая неделя;

Для пятидневной рабочей недели (рабочая неделя инженера):

$$Z_{\partialн} = \frac{Z_m \cdot M}{F_\partial} = \frac{33150 \cdot 11,2}{213} = 1743,1 \text{ руб.},$$

Должностной оклад работника за месяц:

Для руководителя:

$$Z_m = Z_{мс} \cdot (1 + k_{np} + k_\partial)k_p = 26300 \cdot (1 + 0,3 + 0,2) \cdot 1,3 = 51285 \text{ руб.}$$

Для инженера:

$$Z_m = Z_{мс} \cdot (1 + k_{np} + k_\partial)k_p = 17000 \cdot (1 + 0,3 + 0,2) \cdot 1,3 = 33150 \text{ руб.},$$

где  $Z_{мс}$  – заработная плата, согласно тарифной ставке, руб.;  $k_{np}$  – премиальный коэффициент, равен 0,3;  $k_\partial$  – коэффициент доплат и надбавок, равен 0,2;  $k_p$  – районный коэффициент, равен 1,3 (для г. Томска).

Таблица 20 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 - невыходы по болезни	48/5	24/0



Действительный годовой фонд рабочего времени	246	213
---	-----	-----

Таблица 21 Расчет основной заработной платы исполнителей

Исполнители НИ	$Z_{мс}, руб$	$k_{пр}$	$k_{д}$	$k_{р}$	$Z_{м}, руб$	$Z_{дн}, руб$	$T_p, раб. дн.$	$Z_{осн}, руб$
Руководитель	26300	0,3	0,2	1,3	51285	2147,3	15	32209,5
Инженер	17000	0,3	0,2	1,3	33150	1743,1	69	120273,9
Итого:								152482,9

### 5.3.4 Дополнительная заработная плата НИ

Дополнительная заработная плата определяется по формуле:

Для руководителя:

$$Z_{дон} = k_{дон} \cdot Z_{осн} = 0,15 \cdot 32209,5 = 4381,4 \text{ руб.}$$

Для инженера:

$$Z_{дон} = k_{дон} \cdot Z_{осн} = 0,15 \cdot 120273,9 = 18041,1 \text{ руб.}$$

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

### 5.3.5. Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

Отчисления во внебюджетные фонды определяется по формуле:

Для руководителя:

$$Z_{внеб} = k_{внеб}(Z_{осн} + Z_{дон}) = 0,302 \cdot (32209,5 + 4381,4) = 10977,3 \text{ руб.}$$

Для инженера:

$$Z_{внеб} = k_{внеб}(Z_{осн} + Z_{дон}) = 0,302 \cdot (120273,9 + 18041,1) = 41494,5 \text{ руб.},$$

где  $k_{внеб}$  – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд ОМС и социальное страхование). Общая ставка взносов составляет в 2020 году – 30,2% (ст. 425, 426 НК РФ).

### 5.3.6 Накладные расходы

Накладными расходами учитываются прочие затраты организации, такие как: печать и ксерокопирование проектировочных документов, оплата услуг связи.

Накладные расходы в целом:

$$Z_{накл} = (\text{сумма статей}) \cdot k_{нр} + A = \\ = (2100 + 179809,5 + 47568,2 + 2475) \cdot 0,16 = 37112,4 \text{руб.},$$

где  $k_{нр}$  – коэффициент, учитывающий накладные расходы. Величина коэффициента принимается равной 0,16.

### 5.3.7 Бюджетная стоимость НИР

На основании полученных данных по отдельным статьям затрат составляется калькуляция плановой себестоимости НИ (название темы) по форме, приведенной в таблице 14.

Таблица 22 – Группировка затрат по статьям

Материальные затраты НИР	Амортизация	Основная заработная плата	Дополнительная заработная плата	Отчисления на социальные нужды	Накладные расходы	Итого бюджетная стоимость
2100	2475	152483,4	50250,6	52471,8	37112,4	296893,2

## 5.4 Определение ресурсной, финансовой, бюджетной эффективности исследования

### 5.4.1 Интегральный показатель финансовой эффективности

Получают в ходе оценки бюджета затрат двух вариантов исполнения научного исследования. Для этого наибольший интегральный показатель реализации технической задачи принимается за базу расчета (как знаменатель), с которым соотносятся финансовые значения по всем вариантам исполнения.

В качестве вариантов исполнения был выбран ближайший аналог:

- техпроцесс разработанный Томским инструментальным заводом;
- интегральный финансовый показатель разработки определяется как:

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

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

$\Phi_{pi}$  – стоимость  $i$ -го варианта исполнения;

$\Phi_{\text{max}}$  – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта (в т.ч. аналоги).

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}1} = \frac{\Phi_{p1}}{\Phi_{\text{max}}} = \frac{296893,2}{650000} = 0,45$$

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}2} = \frac{\Phi_{p2}}{\Phi_{\text{max}}} = \frac{650000}{650000} = 1$$

Полученная величина интегрального финансового показателя разработки отражает соответствующее численное увеличение бюджета затрат разработки в размах (значение больше единицы), либо соответствующее численное удешевление стоимости разработки в размах (значение меньше единицы, но больше нуля).

### 5.4.2 Интегральный показатель ресурсоэффективности

В данном разделе необходимо произвести оценку ресурсоэффективности проекта, определяемую посредством расчета интегрального критерия, по следующей формуле:

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

где:  $I_{pi}$  – интегральный показатель ресурсоэффективности;  $a_i$  – весовой коэффициент проекта;  $b_i$  – бальная оценка проекта, устанавливаемая опытным путем по выбранной шкале оценивания.

Расставляем бальные оценки и весовые коэффициенты в соответствии с приоритетом характеристик проекта, рассчитываем конечный интегральный показатель и сводим полученные результаты в таблицу 15.

Таблица 23 Сравнительная оценка характеристик проекта

Критерии	Весовой коэффициент	Бальная оценка разработки	Бальная оценка аналога
1. Удобство в эксплуатации (соответствует требованиям потребителей)	0,2	5	5
2. Стабильность работы	0,2	5	4
3. Технические характеристики	0,3	4	4
4. Материалоемкость	0,15	3	3
5. Энергосбережение	0,15	4	3
Итого:	1	4,05	3,6

Расчет интегрального показателя для разрабатываемого проекта:

$$I_{p1} = 0,2 \cdot 5 + 0,2 \cdot 5 + 0,3 \cdot 4 + 0,15 \cdot 3 + 0,15 \cdot 4 = 4,25$$

$$I_{p2} = 0,2 \cdot 5 + 0,2 \cdot 4 + 0,3 \cdot 4 + 0,15 \cdot 3 + 0,15 \cdot 3 = 3,9$$

### 5.4.3 Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки

Определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{исп.1} = \frac{I_{p-исп.1}}{I_{финр.исп.1}} = \frac{4,25}{0,46} = 9,2$$

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки позволит определить сравнительную эффективность проекта и выбрать наиболее целесообразный вариант из предложенных (таблица 16). Сравнительная эффективность проекта ( $\mathcal{E}_{cp}$ ):

$$\mathcal{E}_{cp} = \frac{I_{исп.1}}{I_{исп.2}} = \frac{9,2}{3,9} = 2,37$$

Таблица 24 Сводная таблица показателей оценки ресурсоэффективности

№	Показатели	Исп.1	Исп.2
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,46	1
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,25	3,9
3	Интегральный показатель эффективности	9,2	3,9
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1	2,37

### 5.5 Вывод

В ходе выполнения раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» была проделана следующая работа:

- произведен анализ конкурирующих разработок, в котором в качестве конкурентов были представлены такие предприятия, как ОАО "Томский электромеханический завод им. В. В. Вахрушева" и ООО «Томский инструментальный завод». Согласно проведенному

анализу конкурентоспособность научной разработки оказалась выше и составила 177,3 по сравнению с конкурентами. Для которых, согласно расчетам, она равна 167,4 и 143,64.

- определены с помощью технологии QuaD показатели оценки коммерческого потенциала (пригодность для продажи, перспективы конструирования и производства, финансовая эффективность) и качества разработки (энергоэффективность, долговечность, уровень материалоемкости разработки и др.)
- составлена матрица SWOT-анализа, отражающая сильные и слабые стороны разработки. SWOT-анализ показал, что применение данной
- научной разработки на предприятии позволяет автоматизировать процесс разработки металлов резанием и увеличить качество изготавливаемой продукции, что приведет к уменьшению себестоимости. Изделие, полученное по разработанной технологии, будет востребованным на внешнем рынке, что приведет к развитию новых технологий у конкурентов.
- определена трудоемкость выполнения работ и построен ленточный график проведения научных работ в форме диаграммы Ганта.
- для оценки затрат на реализацию проекта разработан проектный бюджет, который составляет 296893,2 руб;
- результат оценки эффективности ИР показывает следующие выводы:
  - значение интегрального финансового показателя ИР составляет 0,45, что является показателем того, что ИР является финансово выгодной по сравнению с аналогами;
  - значение интегрального показателя ресурсоэффективности ИР составляет 4,25, по сравнению с 3,9;
  - значение интегрального показателя эффективности ИР составляет 9,2, по сравнению с 3,9, и является наиболее высоким, что означает, что

техническое решение, рассматриваемое в ИР, является наиболее эффективным вариантом исполнения.

## ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
4А6А	Стебунов Роман Дмитриевич

Школа	ИШНПТ	Отделение (НОЦ)	ОМ
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	15.03.01 Машиностроение

Тема ВКР:

<b>Проектирование технологического процесса изготовления детали «Корпус»</b>	
<b>Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:</b>	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Объект исследования: разработка технологического процесса. Область применения: машиностроительные предприятия
<b>Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:</b>	
<b>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</b> - специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; - организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.	-Условия труда должны отвечать требованиям ТК РФ редакции 01.04.19 – Рабочее место должно соответствовать нормам. СанПиН 2.2.4.548-96, ГОСТ 12.1.003-89 «ССБТ, СанПиН 2.2.4./2.1.8.582-96, СНиП 2.07.01-89 : 3, СНиП П-89-80.
<b>2. Производственная безопасность:</b> 2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов 2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия	Вредные факторы: -повышенная температура воздуха рабочей зоны; материалов и заготовок, -повышенные уровни шума и вибрации на рабочих местах, -недостаточная освещенность рабочей зоны. Опасные факторы: -движущиеся машины и механизмы, -острые кромки, инструментов, заусенцы заготовок, оборудования, -электрический ток.
<b>3. Экологическая безопасность:</b>	Атмосфера: загрязнение Гидросфера: загрязнение сточных вод Литосфера: загрязнение отходами
<b>4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</b>	Наиболее возможной ЧС на рабочем месте является пожар, короткое замыкание, химическое заражение.

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	10.03.2020
--	------------

**Задание выдал консультант:**

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Черемискина Мария Сергеевна	-		10.03.2020

**Задание принял к исполнению студент:**



Группа	ФИО	Подпись	Дата
4А6А	Стебунов Роман Дмитриевич		10.03.2020

## **6.1 Введение**

В данном разделе рассматриваются вредные и опасные факторы, которые влияют на человека и окружающую среду в процессе проектирования, производства и эксплуатации технологического процесса изготовления детали типа «Корпус». Так же рассматриваются мероприятия по предотвращению и устранению несчастных случаев и чрезвычайных ситуаций, рассматриваются способы снижения вредных воздействий на окружающую среду и человека.

Инженерные разработки должны учитывать требования законодательных и правовых актов, технических регламентов в области безопасности производства, охраны труда и защиты окружающей среды. В данной работе представлена деталь Корпус, предназначенный для автомобиля. Деталь Корпус, предназначенное для соединения деталей, не имеющих непосредственного способа соединения.

При проектировании, изготовлении и эксплуатации прибора возможно столкновение со множеством опасных работ, с риском получения вреда здоровью человека.

## **6.2 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности**

### **6.2.1 Правовые нормы трудового законодательства**

Для осуществления практической деятельности в области обеспечения безопасности жизнедеятельности необходимо соблюдение нормативов и правил ведения соответствующих работ, позволяющие их обеспечить.

Общие требования к безопасности производственного процесса приводятся в следующий стандартах и нормативах:

ГОСТ 12.1.003-83 «Система безопасности труда. Шум. Общие требования безопасности» - нормативный документ, устанавливающий допустимый уровень шума на рабочих местах производственных помещений.

ГОСТ 12.1.012-2004 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Вибрационная безопасность. Общие требования» нормативный документ, 82 устанавливающий допустимый уровень вибраций производственных помещений.

ГОСТ 12.2.003-91 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Оборудование производственное. Общие требования безопасности» - нормативный документ, определяющий общие требования, предъявляемые к безопасности производственного оборудования.

ГОСТ 12.2.062-81 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Оборудование производственное. Ограждения защитные» - нормативный документ, определяющий общие требования, предъявляемые к безопасности производственного оборудования.

ГОСТ Р 22.0.02-2016 «Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Термины и определения основных понятий» - нормативный документ, устанавливающий нормы безопасности при чрезвычайных ситуациях.

ГОСТ 12.1.030-81. Электробезопасность. Защитное заземление. Зануление. ГОСТ 12.1.004-91. Пожарная безопасность. Общие требования.

ГОСТ 30775-2001 Ресурсосбережение. Обращение с отходами. Классификация, идентификация и кодирование отходов.

СНиП 21-01-97. Противопожарные нормы.

СНиП 23-05-95 "Естественное и искусственное освещение" Виды компенсаций при работе во вредных условиях

- Сокращенная продолжительность рабочего времени

- Ежегодный дополнительный оплачиваемый отпуск
- Повышение оплаты труда
- Досрочное назначение трудовой пенсии

Трудовой кодекс РФ регламентирует следующие разновидности режима рабочего времени, которые устанавливаются коллективным договором или правилами внутреннего трудового распорядка:

- 1)обычный режим работы (односменный);
- 2)режим ненормированного рабочего дня;
- 3)режим гибкого рабочего времени;
- 4)режим сменной работы;
- 5)вахтовый режим работы;
- 6)режим раздробленного рабочего дня (рабочего времени, разделенного на части).

### **6.2.2 Эргономические требования к правильному расположению и компоновке рабочей зоны**

Работа в цеху имеет ряд угроз для безопасности человека: быстродвижущиеся части станков, тяжелые заготовки, рабочие органы станков с большой массой и крутящим моментом, испарения от СОЖ и лакокрасочных покрытий, постоянный шум работающего оборудования, пыль и стружка образующаяся при механообработке. Поэтому следует обеспечивать работников специальной защитой для предотвращения последствий действия угроз. Для безопасного перемещения по цеху необходимо отвести специальные дорожки, всех присутствующих обязать носить специальную защитную форму и обувь, а также каски, очки, респираторы и другими средствами защиты в зависимости от выполняемой сотрудником работы.

Каждому работнику должно быть предоставлено рабочее место с учётом специфики его рабочих задач. Например, на сборочном участке, необходимо обеспечить рабочую поверхность на высоте соответствующей росту рабочего, организовать пространство для упорядоченного содержания инструмента и деталей в легкой доступности в процессе выполнения сборочных операций, соответствующий уровень освещенности и контрастности рабочих поверхностей для безопасного и быстрого выполнения работ, а по возможности, и системой регулируемого точечного освещения. Место работы токаря обладает похожими эргономическими требованиями. Используемый инструмент (выдаваемый для выполнения операций) должен находиться либо в специальных шкафах рядом со станком, либо на специальных нескользких поверхностях. так как вибрации от станка могут распространяться за его пределы и сдвигать предметы.

### **6.3 Производственная безопасность**

В данном пункте анализируются вредные и опасные факторы, которые могут возникать при проведении исследований в цеху, при разработке или эксплуатации технологического процесса изготовления детали типа «Корпус».

Производственное оборудование должно обеспечивать безопасность работающих при монтаже (демонтаже), вводе в эксплуатацию и эксплуатации как в случае автономного использования, так и в составе технологических комплексов при соблюдении требований (условий, правил), предусмотренных эксплуатационной документацией.

Перечень опасных и вредных факторов, характерных для проектируемой производственной среды представлены в таблице 10

Таблица 25 – Возможные и вредные факторы при работе со станком с ЧПУ

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Этапы работ	Нормативные документы
---------------------------------	-------------	--------------------------

	Р азработ ка	И зготовле ние	Э ксплуа тация	
<b>Вредные факторы</b>				
1. Повышенный уровень шума на рабочем месте		+	+	Уровень шума на рабочих местах. СН 2.2.4/2.1.8.562–96[14].
2.Повышенный уровень вибрации		+	+	Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий. СН 2.2.4/2.1.8.566–96[15].
3.Недостаточная освещенность рабочей зоны		+	+	Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*[16].
4.Отклонение показателей микроклимата	+	+	+	Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений. СанПиН 2.2.4.548–96[17].
5. Отсутствие или недостаток естественного света	+	+	+	Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23-05-95*[16].
<b>Опасные факторы</b>				
1.Статическое электричество		+	+	Средства защиты от статического электричества. Общие технические требования. ГОСТ 12.4.124-83 ССБТ[18].
2.Электробезопасность	+	+	+	Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов

				защиты. ГОСТ Р 12.1.019-2009 ССБТ[19].
3.Пожароопасность	+	+	+	Пожарная безопасность. Общие требования (с Изменением N 1). ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ[20].

### 6.3.1 Анализ вредных производственных факторов

#### Повышенный уровень шума

При обработке детали на металлорежущих станках вредным производственным фактором может быть шум работающего станка, а также шум, возникающий при трении инструмента об обрабатываемые материалы. Совокупность этих двух факторов может вызывать поражения органов слуха, а также нарушения со стороны других органов и систем. Кроме того, психика человека реагирует на монотонный шум ослаблением внимания. Вследствие этого могут происходить ошибочные переключения станочного оборудования и, как следствие, возникновение производственных травм. Во избежание вредного воздействия шума на рабочих, согласно ГОСТ 12.1.003-83, предельно допустимый уровень шума в цехе составляет не более 80дБА. Допустимый уровень шума на рабочем месте относится к широкополосному шуму.

#### Повышенный уровень вибрации

Любое работающее оборудование в цехе может являться источником вибрации. В данной работе источником вибрации являются станки: токарный, фрезерный, сверлильный и шлифовальный.

При длительном воздействии вибрации, и особенно при возникновении резонанса, возможны механические повреждения тканей и другие неблагоприятные воздействия на органы и различные системы организма.

Согласно ГОСТ 12.1.012-2004 «Вибрационная безопасность», амплитуда вибрации в помещении не должна превышать  $0,0072 \cdot 10^{-3} \text{ м}$  при частотах от 31,5 Гц до 63 Гц. Поскольку станки работают в диапазонах, близких к 60 Гц, а установка работает в пределе до 32 Гц, то вибрация при работе не будет оказывать вредное воздействие на операторов.

Методы, которые применяются в данной работе для защиты оператора от неблагоприятного воздействия вибрации:

- рациональное размещение специального оборудования устройства;
- оптимальные режимы работы установки.

Кроме того, для уменьшения вибрации необходимо своевременно проводить необходимый ремонт и техосмотр оборудования, смазывать трущиеся поверхности. Все эти действия приводят к уменьшениям колебания конструкции и понижению уровня вибрации. Также для этих целей необходимо использовать индивидуальные средства защиты: обувь с амортизирующими подошвами, рукавицы и перчатки с мягкими наладонниками.

### **Неправильная освещенность рабочей зоны**

Согласно ГОСТ 12.0.003-2015 неправильная освещенность рабочей зоны – один из вредных производственных факторов, которые могут привести к утомлению органов зрения и, как следствие, снижению работоспособности и даже травме. Неправильное освещение рабочего места бывает следующих типов:



- недостаточная освещенность рабочей зоны
- чрезмерная освещенность рабочей зоны
- неправильное расположение источника света.

В дневное время нормативы освещённости достигаются за счёт естественного света, проникающего через оконные проёмы, в утренние и вечерние часы - за счёт искусственного освещения.

Требования, предъявляемые к освещённости, при выполнении работ средней точности:

общая освещенность 200лк;

комбинированная освещенность 300лк.

При правильном освещении рабочая зона освещена равномерно и устойчиво. Световой поток направлен так, чтобы исключить слепящее действие света и образование резких теней. Во избежание несчастных случаев при производстве особенно важно обеспечить правильное искусственное освещение в том месте, где производится разработка технологического процесса детали типа «Корпус».

### **Отклонение показателей микроклимата**

Для организации комфортной трудовой деятельности необходимо соблюдать нормативы по микроклимату в производственных помещениях, согласно СанПиН 2.2.4.548–96. Согласно категории работы для данного исследования - IIa (СанПиН 2.2.4.548–96.). Для данной категории определены следующие показатели микроклимата в производственных помещениях:

Таблица 26 Допустимые и оптимальные нормы температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в рабочей зоне помещения цеха

Категория работы	Период года	Температура, °С	Относительная влажность, %	Скорость воздуха, м/с

		Оптим.	Допустим.	Оптим.	Допустим.	Оптим.	Допустим.
	Холодный	18-20	17-23	40-60	Не более 75	Не более 0,2	Не более 0,3
	Теплый	21-23	18-27	40-60	Не более 75	Не более 0,3	0,2-0,4

### 6.3.2 Анализ опасных производственных факторов

#### Статическое электричество

Статическое электричество — явление, при котором на поверхности и в объёме диэлектриков и полупроводников накапливается свободный электрический заряд. Для устранения данного опасного фактора на рабочем месте необходимо проводить следующие мероприятия.

- С помощью специальных клемм рабочая поверхность подключается к контуру заземления через соединительный проводник и токопроводящий коврик. Для работы оператора необходима специальная одежда, обувь с токопроводящей подошвой и стул со специальным сидением. Всё это в совокупности позволяет отводить скапливающиеся электрические заряды на землю.
- Другим эффективным способом нейтрализации статического электричества является регулярное проветривание помещения или использование в нем системы вентиляции, когда воздух проходит через фильтры, ионизируется и смешивается.

#### Электробезопасность

Основными причинами воздействия тока на человека являются (ГОСТ Р 12.1.019-2009):

1. Случайное прикосновение или приближение на опасное расстояние к токоведущим частям;
2. Появление напряжения на металлических частях оборудования в результате повреждения изоляции или ошибочных действий персонала;
3. Шаговое напряжение на поверхности земли в результате замыкания провода на землю;

4. Появление напряжения на отключенных токоведущих частях, на которых работают люди, вследствие ошибочного включения установки;
5. Освобождение другого человека, находящегося под напряжением;
6. Воздействие атмосферного электричества, грозových разрядов.

Согласно ГОСТ 12.1.038-82, предельно допустимые уровни напряжения прикосновения и токов, воздействию которых человек может подвергаться в процессе работы с электрооборудованием, составляют для установок в нормативном режиме: для постоянного тока – не более 0,8 В и 1 мА соответственно, для переменного тока (частота 50 Гц) - не более 2,0 В и 0,3 мА соответственно.

По требованиям электробезопасности (ГОСТ 12.1.030-81), оборудование, запитываемое напряжением выше 42В, должно быть заземлено или занулено. Зануление более эффективно, чем заземление, так как в критической ситуации ток короткого замыкания при занулении больше, чем при заземлении. Вследствие этого предохранительные устройства срабатывают быстрее. Зачастую это позволяет сохранить оборудование и уберечь его от повреждений. Соединяющие проводники электрооборудования изготавливают из медного провода сечением 1,5 мм<sup>2</sup>, покрытым изоляционным слоем лака для защиты от окисления. Кроме того, одним из условий соблюдения электробезопасности является возможность быстрого отключения напряжения с разделительного щита.

### **Пожароопасность**

При точении и фрезеровании может возникнуть случайное возгорание стружки при отсутствии подачи СОЖ и высоких скоростях резания. Во избежание этого необходимо оборудовать станки металлическими кабинетами, имеющими прозрачные окна для визуального контроля процесса обработки. Также необходимо соблюдать технологические процессы, держать вдали от станков легковоспламеняющиеся предметы, применять устройства защиты производственного оборудования с горючими

веществами от повреждений и аварий (отключающие, отсекающие и др. устройства).

#### **6.4 Рекомендации**

Мероприятия, рекомендуемые для снижения опасных и вредных факторов при производстве детали «Корпус»:

- 1) Ограждение опасных зон: движущихся частей станков и механизмов, режущих инструментов, обрабатываемого материала, токоведущих частей электрооборудования, зоны выделения стружки.
- 2) Использование системы дистанционного управления: управление станком осуществляется с помощью стойки ЧПУ, которая включает в себя клавиатуру для ввода команд, дисплей и прочие элементы управления станком. Стойка ЧПУ расположена вне опасной зоны станка.
- 3) Использование сигнализации безопасности: цветовой, звуковой и знаковой. Отключающие устройства станка, в том числе аварийные, окрашенные в красный сигнальный цвет. При нарушении технологического процесса на станке предусмотрены сигнальные лампы, окрашенные в красный цвет. Открытые и не полностью закрытые движущиеся части оборудования окрашены в желтый цвет. На шкафах с электрооборудованием станка нанесен знак «Высокое напряжение».
- 4) Использование средств индивидуальной защиты: очки, специальная одежда, головные уборы, специальная обувь.
- 5) Применение профилактических испытаний станка и его узлов: на механическую прочность, на электрическую проводимость, на надёжность срабатывания предохранительных устройств-блокировок.
- 6) Необходимой мерой безопасности является освещение в соответствии с требованиями норм и правил СНиП 23-05-95 для общего освещения производственных помещений механических цехов рекомендуется применять общее и местное освещение. Величина минимальной освещенности должна составлять 400 лк согласно СНиП II – 4 – 95. В нашем случае освещенность цеха комбинированная – сочетание общего освещения с местным источником света на рабочем месте. При устройстве освещения следует помнить, что оно нормируется и по показателям яркости рабочей поверхности. Поверхности, отражающие свет, не должны производить слепящего действия на человека. Наиболее благоприятно для человека естественное освещение.

#### **6.5 Экологическая безопасность**

Механическая обработка заготовок на металлорежущих станках сопровождается выделением пыли, туманов масел и других смазочно-охлаждающих жидкостей, которые выбрасываются из помещений вентиляционной системой.

При обработке заготовки до 70% ее массы уходит в стружку, что вызывает проблему уборки стружки от станков и последующей ее утилизации или переработки. Кроме того, нужно очищать вентиляционные выбросы от механических примесей. Это происходит аппаратами мокрого и сухого пылеулавливания, волокнистыми фильтрами и электрофильтрами.

Очистку и обезвреживание газовых составляющих выбросов производства осуществляется конденсаторным методом, заключающимся в охлаждении паровоздушной смеси ниже точки росы в конденсаторах.

Защита от мельчайшей пыли и металлоабразивной стружки, выбросов вредных газов осуществляется вытяжными трубами и воздухоборниками. Воздух, проходя через многочисленные фильтры, очищается, пыль и грязь уходит в отходы.

Загрязнение водных ресурсов металлорежущими станками может произойти при чистке станков и его составляющих. Такая очистка производится на специальном оборудовании с оснащенным стоком с фильтрами, задерживающими грязь, масла и прочие примеси.

На предприятиях машиностроительной промышленности очистка сточных вод осуществляется, как правило, в отстойниках, шлако-накопителях, нефте- и маслотовушках. Очищенные воды в большинстве случаев используются в системах оборотного водоснабжения. При этом вода основного источника или из других циклов водопользования идёт на компенсацию потерь оборотной воды.

В целях снижения негативного воздействия отходов металлообрабатывающего производства на литосферу рекомендуется рационально использовать обрабатываемые материалы. Тем не менее машиностроительное производство не является абсолютно безотходным.

Грамотная переработка твердых бытовых отходов (ТБО) начинается с сортировки мусора. На данный момент существуют разные технологии для переработки ТБО: захоронение на полигоне, низкотемпературный и высокотемпературный пиролиз.

## **6.6 Безопасность в чрезвычайных ситуациях**

«Чрезвычайная ситуация: Обстановка на определенной территории или акватории, сложившаяся в результате аварии, опасного природного явления, катастрофы, стихийного или иного бедствия, которые могут повлечь или повлекли за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью, окружающей среде, значительные материальные потери и нарушение условий жизнедеятельности людей» ГОСТ Р 22.0.02-2016.

В любом рабочем цеху есть опасность возникновения пожара. Причины возникновения пожара неэлектрического характера:

а) халатное неосторожное обращение с огнем (оставленные без присмотра нагревательные приборы, использование открытого огня);

б) утечка метана (при концентрации в воздухе от 4,4 % до 17 % метан взрывоопасен).

Причины возникновения пожара электрического характера: короткое замыкание, перегрузки по току, искрение и электрические дуги, статическое электричество и т. п.

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

а) использование только исправного оборудования;

б) проведение периодических инструктажей по пожарной безопасности;

в) отключение электрооборудования, освещения и электропитания при предполагаемом отсутствии обслуживающего персонала или по окончании работ;

г) курение в строго отведенном месте; ж) содержание путей и проходов для эвакуации людей в свободном состоянии, наличие пожарной сигнализации.

Для локализации или ликвидации загорания на начальной стадии используются первичные средства пожаротушения. Первичные средства пожаротушения обычно применяют до прибытия пожарной команды.

Огнетушители водо-пенные (ОХВП-10) используют для тушения очагов пожара без наличия электроэнергии. Углекислотные (ОУ-2) и порошковые огнетушители предназначены для тушения электроустановок, находящихся под напряжением до 1000 В. Кроме того, порошковые применяют для тушения документов.

Для тушения токоведущих частей и электроустановок применяется переносной порошковый огнетушитель.

## **6.7 Вывод**

В данном разделе проведен анализ вредных и опасных факторов, к которым относятся повышенный уровень шума, отклонение показателей микроклимата в помещении, недостаточная освещенность рабочей зоны. В том числе, выявлены опасные факторы производства и их воздействие на экологию окружающей среды. В результате анализа разработан ряд рекомендаций по обеспечению оптимальных условий труда и охране окружающей среды. При соблюдении данных рекомендаций процесс изготовления детали «Корпус» становится безопаснее.

## 7. Заключение

В ходе вышеописанных разделов, был спроектирован уникальный технологический процесс изготовления детали. Рассмотрена геометрия детали и дана оценка технологичности, проведена оценка прочностных характеристик изделия. Разработан технологический маршрут и спроектированы технологические операции, рассчитаны минимальные припуски на механическую обработку и режимы резания. Выбрано оборудование и подобрано подходящее оснащение. а также рассмотрено нормирование технологических процессов и выбран самый оптимальный метод получения заготовки. Разработана схема приспособления и рассчитано усилие зажима.



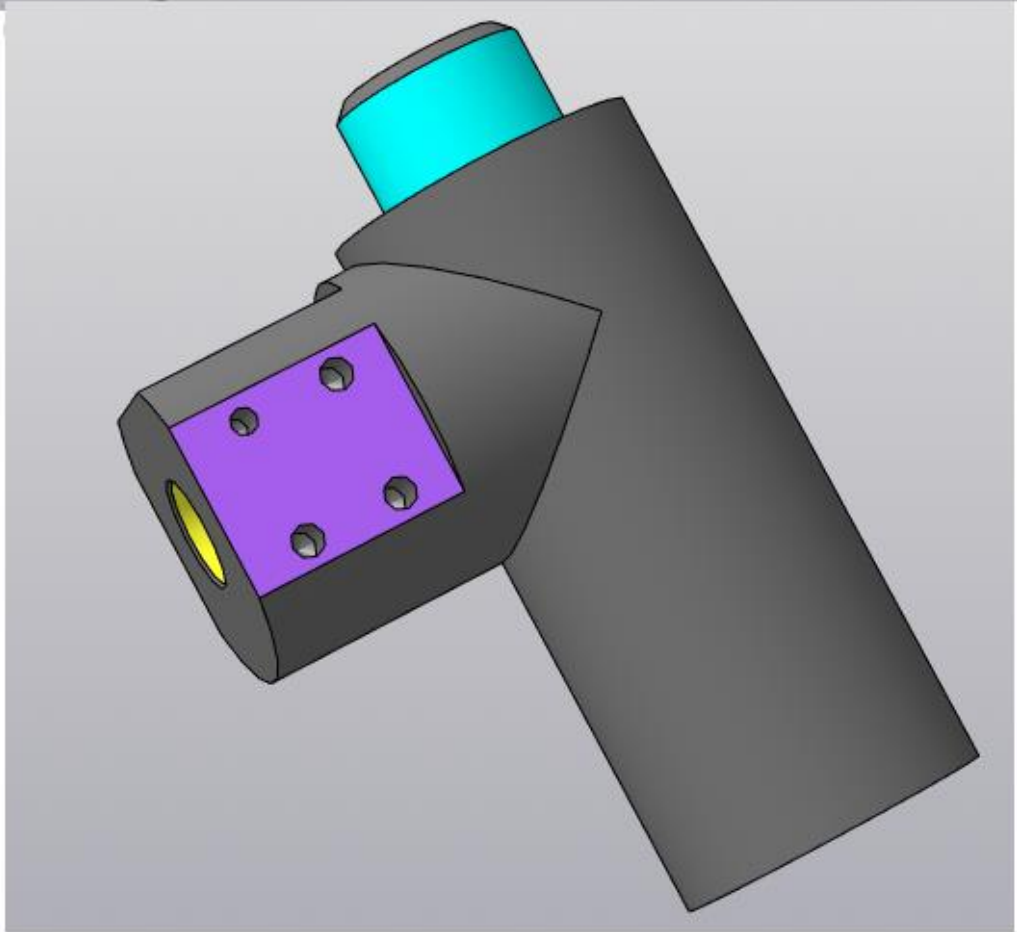
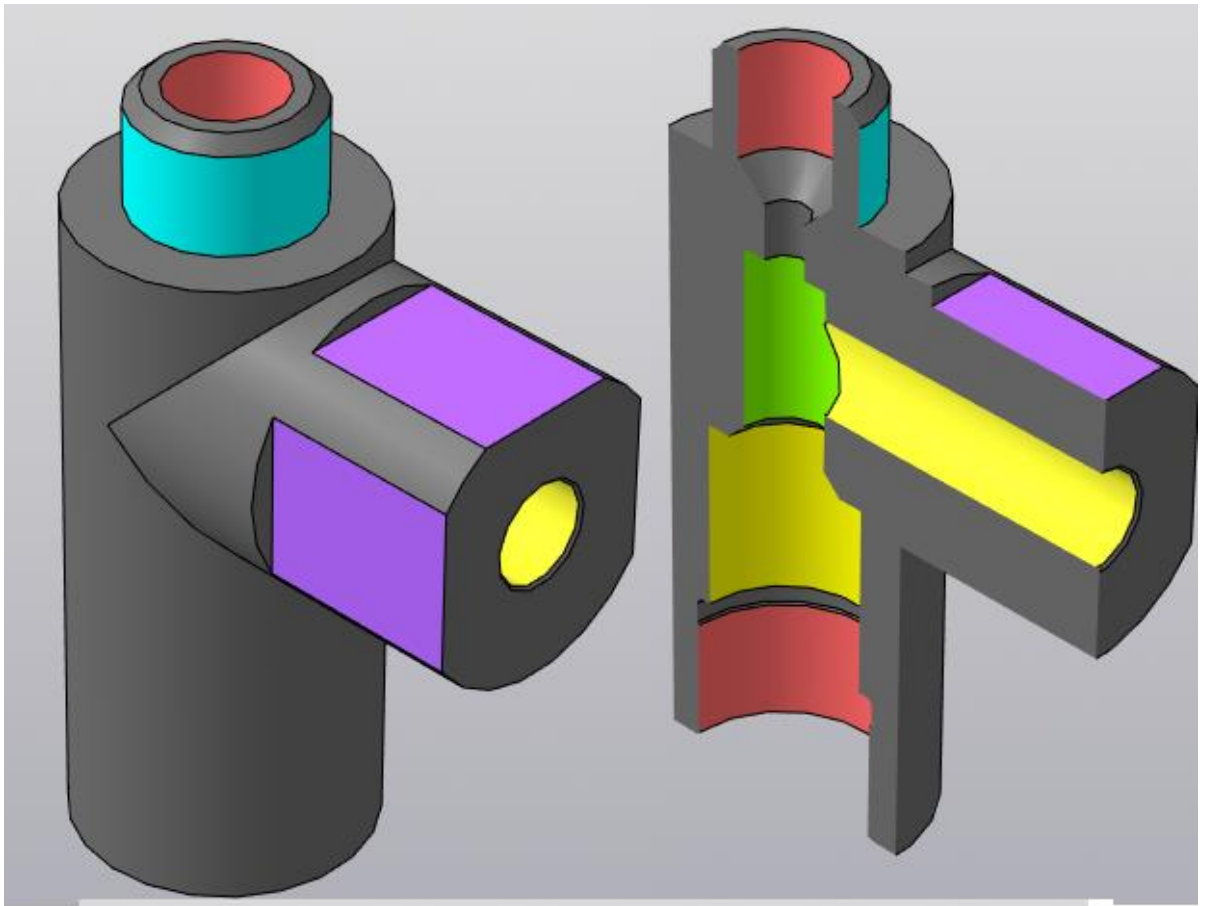
## 8. Список литературы

- 1 Справочник технолога машиностроителя. В 1-ч т. Под редакцией А.Г.Косиловой и Р.К. Мещерякова. – 4-е издание., –М.: Машиностроение, 1985 – 496с.
- 2 ГОСТ 14.205–83 Технологичность конструкции изделий. Термины и определения
- 3 ГОСТ 18175-78 Бронзы безоловянные, обрабатываемые давлением. Марки (с Изменениями N 1, 2)
- 4 Обеспечение эксплуатационных свойств деталей: Научная статья по специальности «Машиностроение». Автор: Дудников И.А. 2011г. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://cyberleninka.ru/article/n/obespechenie-ekspluatatsionnyh-svoystv-detaley-opredelyayuschih-nadyozhnost-selskohozyaystvennyh-mashin>
- 5 Балабанов А.М. Краткий справочник технолога машиностроителя / А.М. Балабанов – М.: Издательство стандартов, 1922. – 461 с.
- 6 Курсовое проектирование по технологии машиностроения: учебное пособие / Под ред. Н.П. Солнышкина. Спб.: Изд-во СПбГТУ, 210. 344 с.
- 7 Обработка металлов резанием: Справочник технолога / А.А. Панов, В.В. Аникин, Н.Г. Бойм и др.; Под общ. ред. А.А. Панова. – М.: Машиностроение, 1988. –736 с.
- 8 Расчет припусков на обработку деталей: метод. указания к практ. занятиям по дисциплине «Технология машиностроения». [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://earchive.tpu.ru/bitstream/11683/54231/1/TPU717630.pdf>
- 9 Станочные приспособления: Справочник / В 2-х т. / Ред. совет Б.Н. Вардашкина и др. – М.: Машиностроение, 1984. – 1248 с

- 10 Справочник инструментальщика / И.А. Ориднарцев – Л.: Машиностроение. Ленингр. отделение, 1987. – 846 с.
- 11 Расчет режимов резания. Учебное пособие / Безъязычный В.Ф., Аверьянов И.Н., Кордюков А.В. – Рыбинск: РГАТА, 2009. – 185 с.
- 12 Sandvik Coromant Toolguide™ [Электронный ресурс] - <https://www.sandvik.coromant.com/en-gb/products/Pages/toolguide.aspx>
- 13 Мухин В. С. Расчет технологических размеров: Учеб. пособие Уфимск гос. авиац. техн. ун-т. – Уфа, 2004. 205с.
- 14 Дальский А.М. Цанговые зажимные механизмы М.: Машиностроение, 1966. -168с.
- 15 Тарханов, В. И. Т22 Расчет резьбовых соединений : учебное пособие / В. И. Тарханов, Р. М. Садриев. – Ульяновск : УлГТУ, 2010. – 60 с.
- 16 СН 2.2.4/2.1.8.562-96 Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки. Санитарные нормы
- 17 СН 2.2.4/2.1.8.566-96 Производственная вибрация, вибрация в помещениях жилых и общественных зданий. Санитарные нормы
- 18 СНиП 23-05-95\* Естественное и искусственное освещение
- 19 СанПиН 2.2.4.548-96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений
- 20 ГОСТ 12.4.124-83 ССБТ Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Средства защиты от статического электричества. Общие технические требования
- 21 ГОСТ Р 12.1.019-2009 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты
- 22 ГОСТ 12.1.004-91 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Пожарная безопасность. Общие требования (с Изменением N 1)

## **Приложение А**

Модель детали «Корпус»



## **Приложение Б**

Чертеж детали «Корпус»

ИШНПТ-4Т41056.00.00.01

Перв. примен.

Справ. №

Подп. и дата

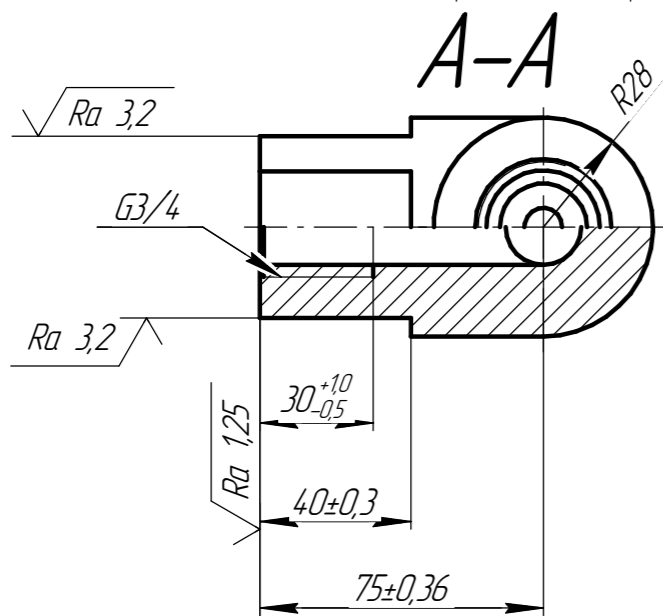
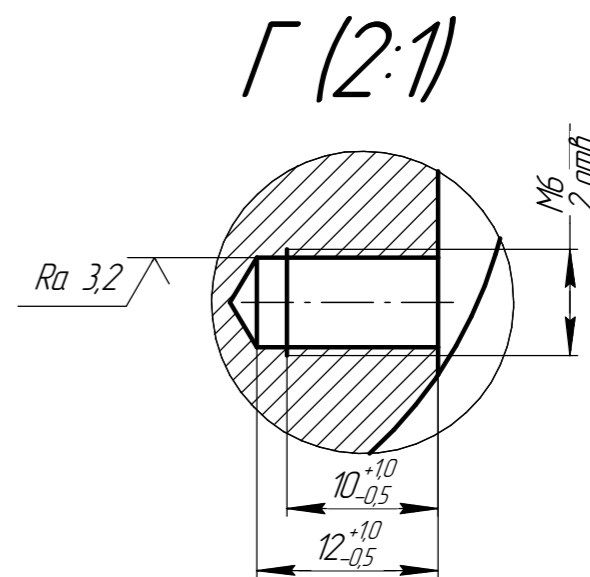
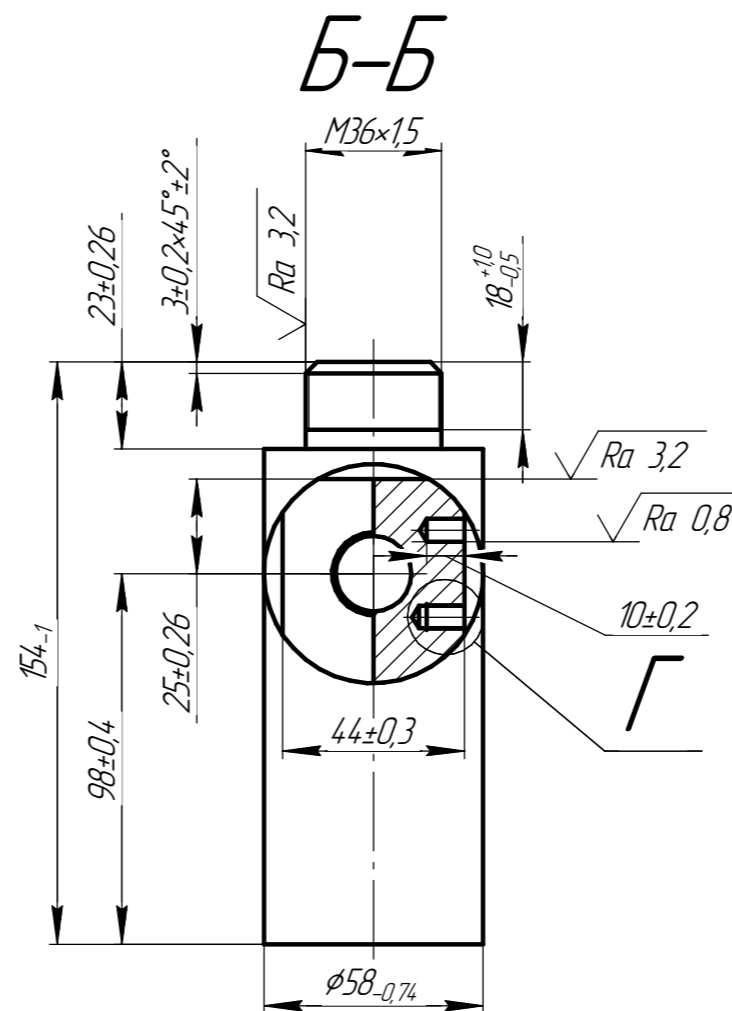
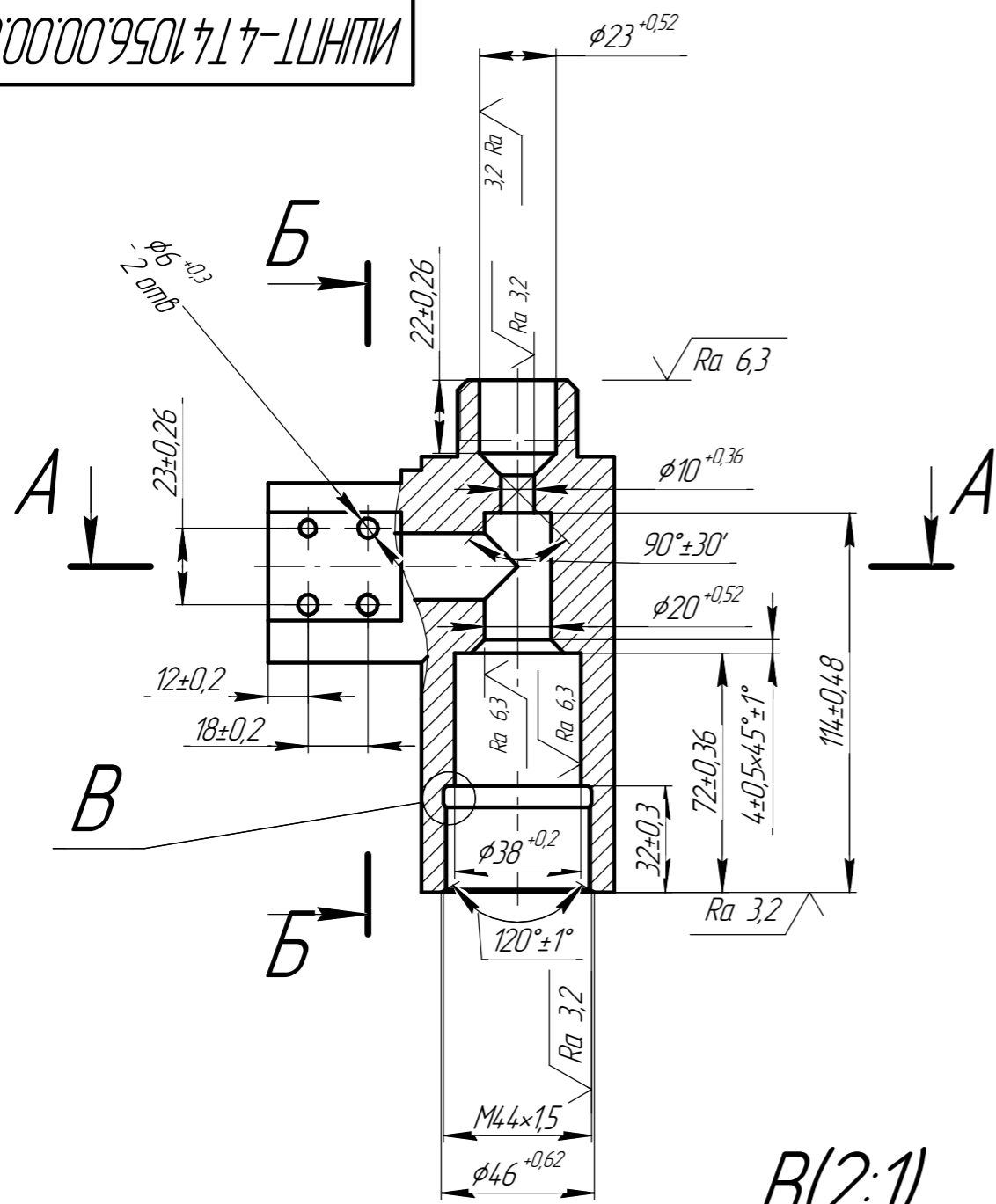
Инд. № дораб.

Взам. инв. №

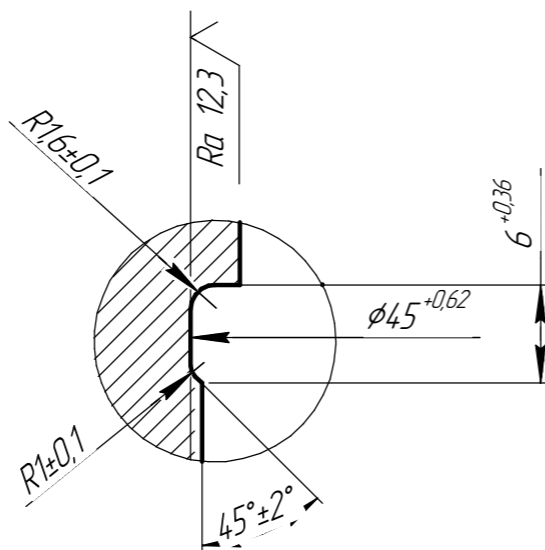
Подп. и дата

Инд. № подл.

√(N)



B(2:1)



1. Неуказанные допуски и отклонения принимать H14, h14, IT/2.
2. Острые кромки притупить R 0,3.

				ИШНПТ-4Т41056.00.00.01				
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Чертеж детали "Корпус"	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.	Стебунев Р. Д.	Проб.	Ефременков Е. А.				2,62	1:2
Т.контр.						Лист	Листов	1
Н.контр.					БрАЖ9-4 ГОСТ 614-97		НИ ТПУ ИШНПТ Группа 4А6А	
Утв.							Формат А3	

Копировал

## **Приложение В**

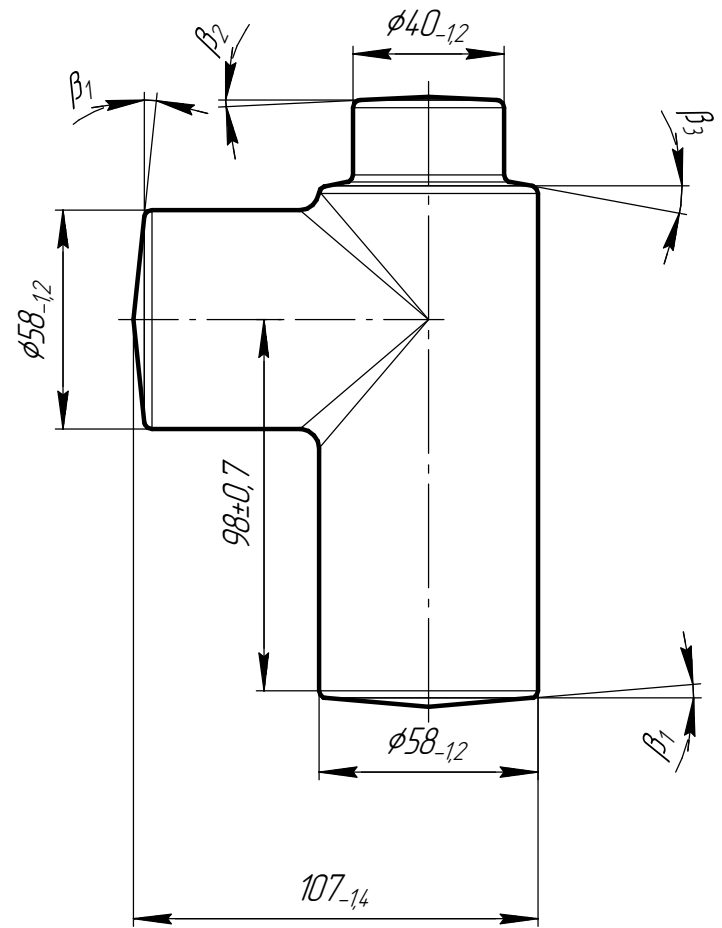
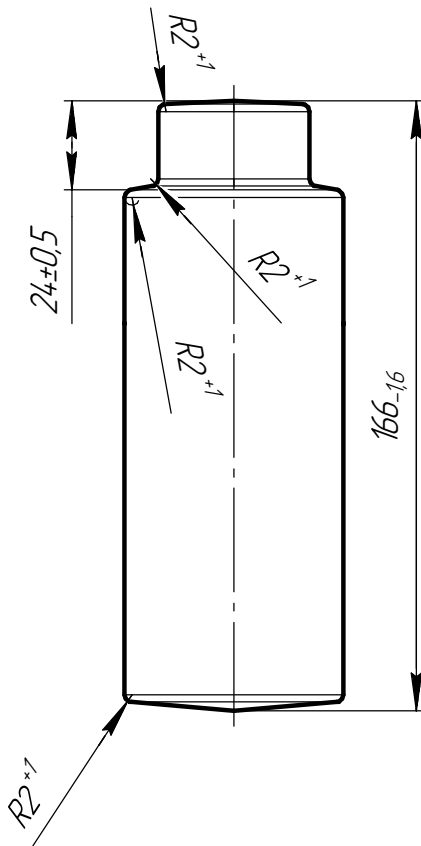
Чертеж отливки

ИШНПТ-4Т4 1056.00.00.02

$\sqrt{Ra\ 80}$  (✓)

Перв. примен.

Справ. №



1. Обозначения:

$\beta_1$  – литейный уклон равный  $1^\circ 05'$

$\beta_2$  – литейный уклон равный  $1^\circ 30'$

$\beta_3$  – литейный уклон равный  $1^\circ 55'$

2. Литейные уклоны по ГОСТ 3223-92

3. Размеры, отклонения и допуски по ГОСТ 26645-89

Подп. и дата

Инв. № докл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Стебунцов Р. Д.		09.11.20
Пров.		Ефременков Е. А.		
Т.контр.				
Н.контр.				
Утв.				

ИШНПТ-4Т4 1056.00.00.02

Чертеж отливки

БрАЖ9-4 ГОСТ 18175-78

Лит.	Масса	Масштаб
	3,92	1:2
Лист	Листов 1	
НИ ТПУ ИШНПТ Группа 4А6А		

Копировал

Формат А4



## **Приложение Г**

Комплект технологической документации

Дудл.			
Взам.			
Подп.			

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

ИШНПТ-4 Т4 1056.00.00.01

НИ ТПУ

ИШНПТ-4 Т4 1056.00.00.01

ИШНПТ 4А6А

Корпус

А

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

КОМПЛЕКТ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ  
 изготовления детали "Корпус"

Проверил:  
 Ефременков Е. А.

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2020 г.

РАЗРАБОТАНО:  
 студент гр. 4А6А  
 \_\_\_\_\_ Стебунин Р. Д.

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2020 г.





Дудл.			
Взам.			
Подп.			

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

ИШНПТ-4 Т4 1056.00.00.02

5

1

Разраб.	Стецунов Р. Д.	30.04.2020
Пров.	Ефременков Е. А.	

НИ ТПУ

ИШНПТ-4 Т4 1056.00.00.01

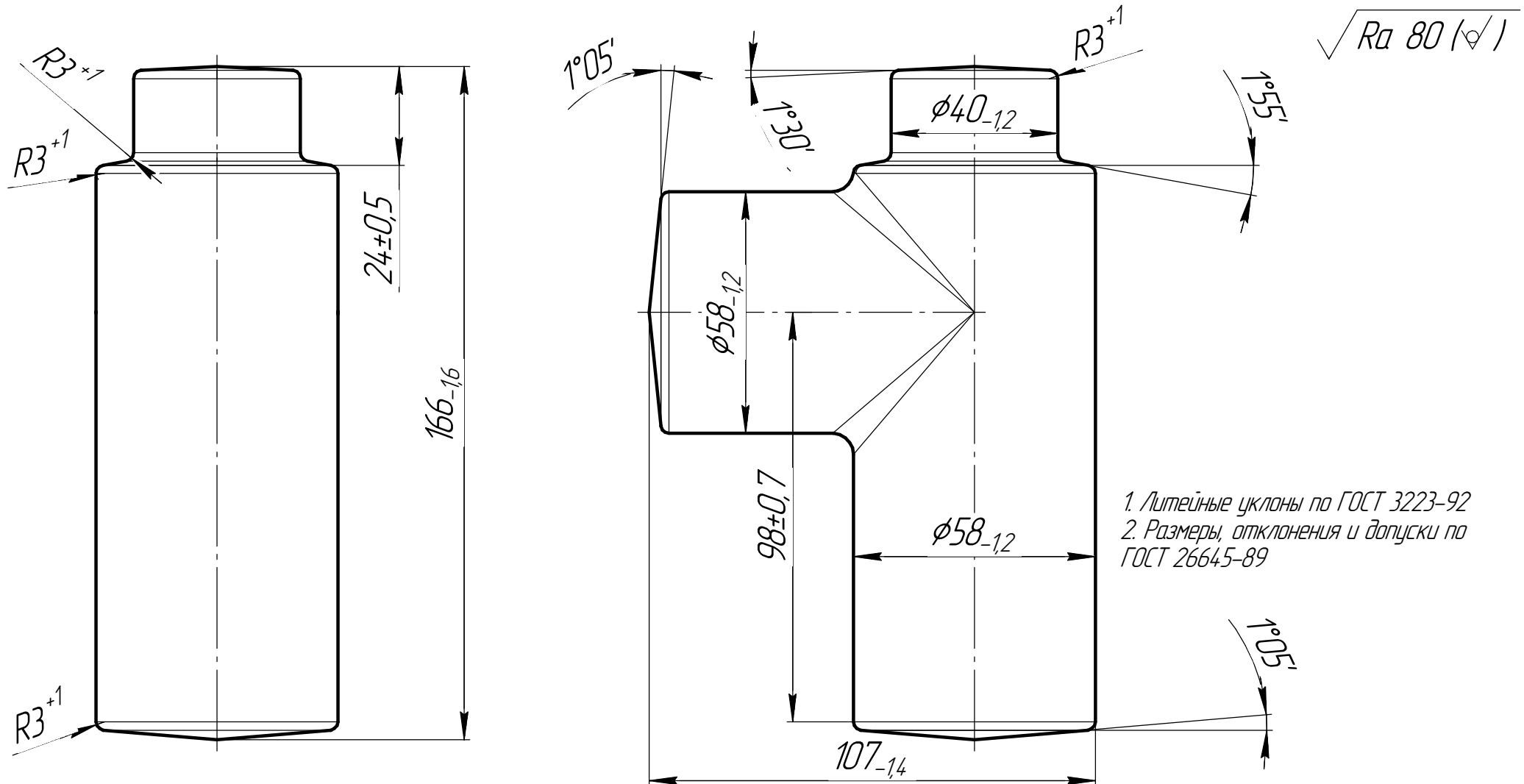
-

Литье в ПГФ

Н. контр.			
-----------	--	--	--

Корпус

005





Изд.			
Взам.			
Подп.			

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

ИШНПТ-4Т4.1056.00.00.01 2

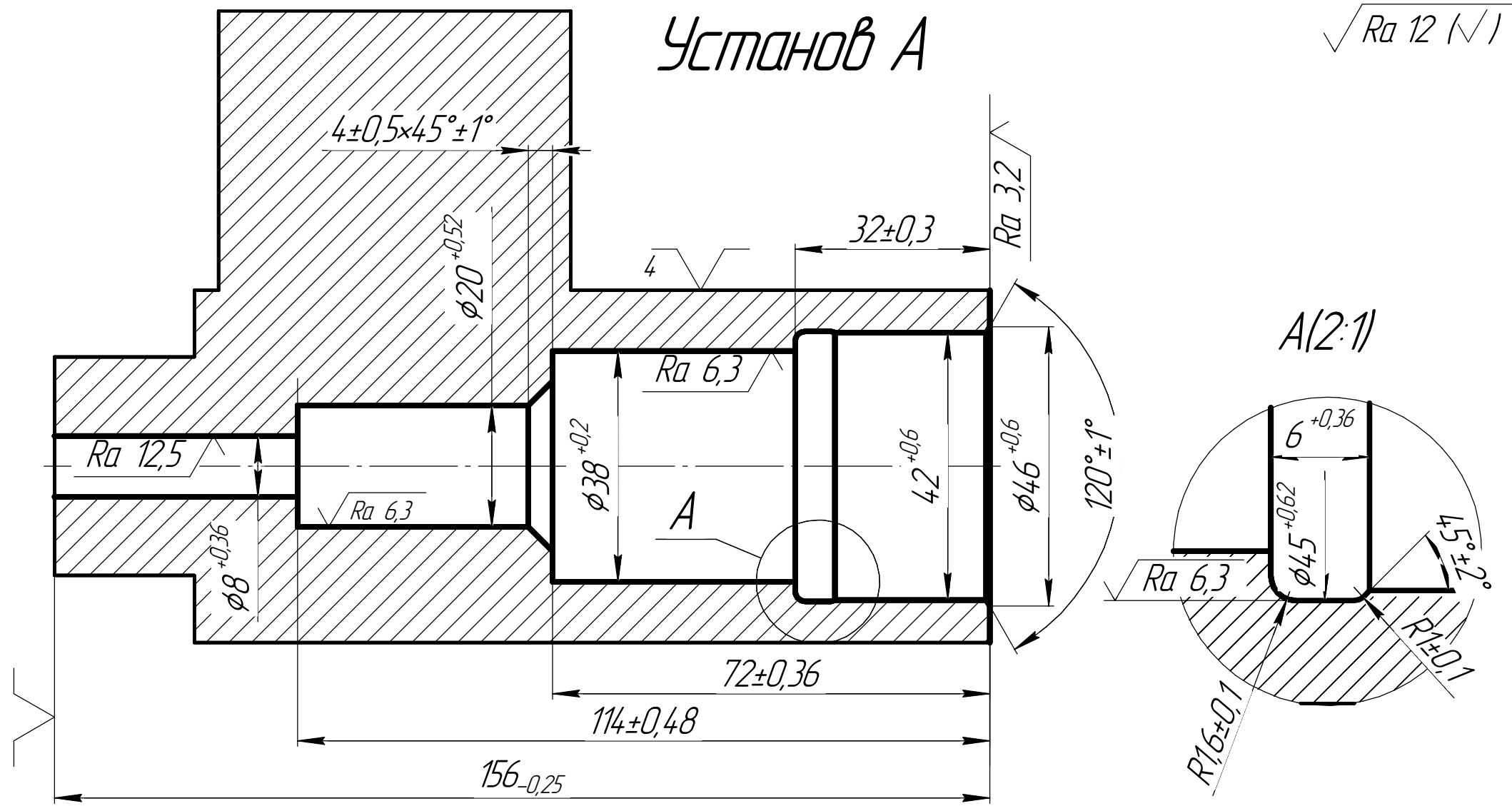
НИ ТПУ

ИШНПТ. 4Т4.1056

010

# Установ А

√ Ra 12 (✓)



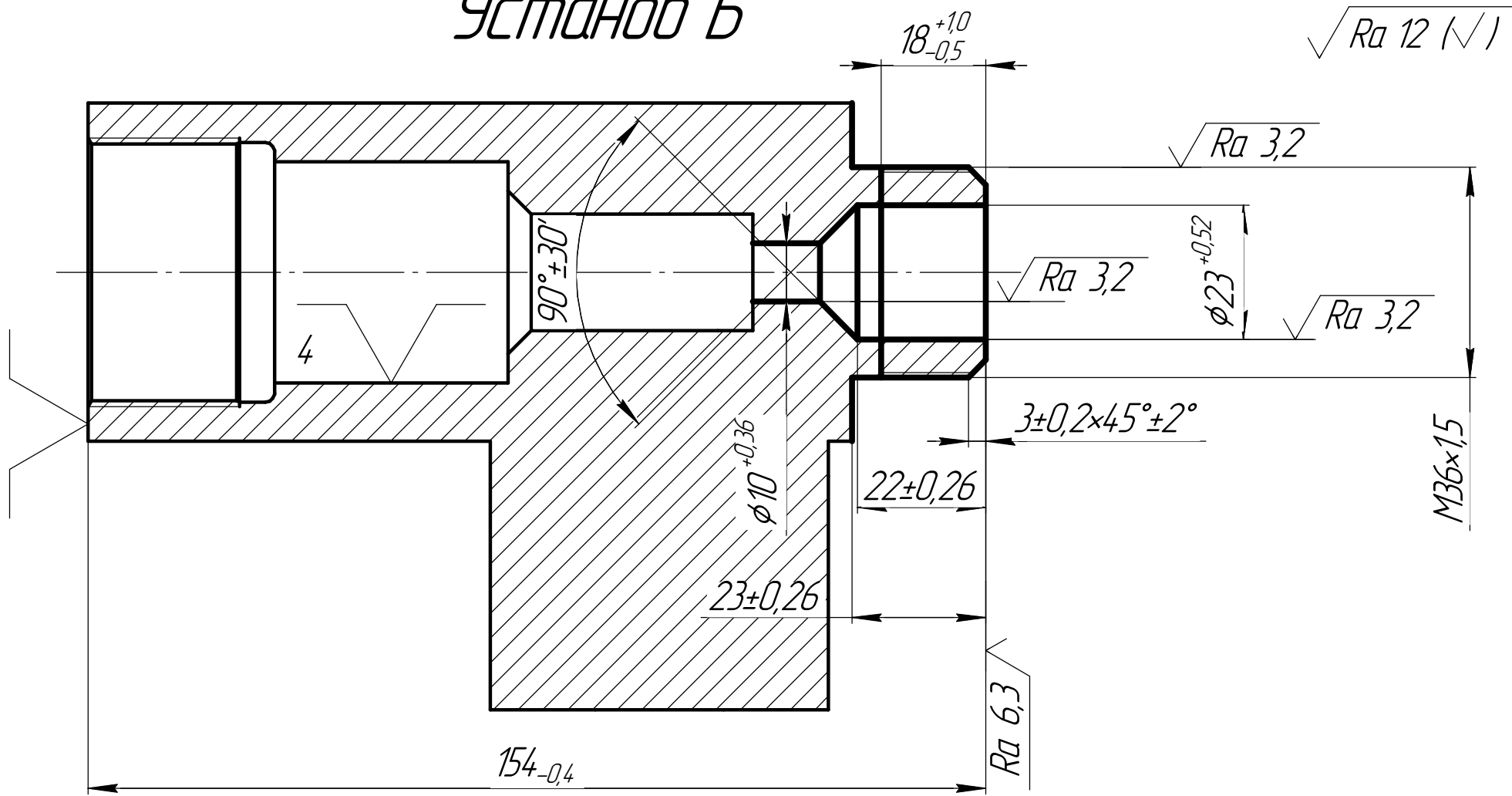
Дудл.			
Взам.			
Подп.			

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

							ИШНПТ-4 Т4 1056.00.00.01	3
--	--	--	--	--	--	--	--------------------------	---

					НИ ТПУ	ИШНПТ. 4 Т4 1056	010
--	--	--	--	--	--------	------------------	-----

# Установ Б





Дудл.														
Взам.														
Подп.														

										ИШНПТ-4 Т4 1056.00.00.01		7	1
Разрад.	Стедцнов Р. Д.		30.04.2020	НИ ТПУ		ИШНПТ-4 Т4 1056.00.00.01			4233		ИШНПТ 4А6А		
Пров.	Ефременков Е. А.												

Н. контр.				Мин	Корпус										010
-----------	--	--	--	-----	--------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----

Наименование операции	Материал	Твердость	EB	МД	Профиль и размеры		МЗ	КОИЦ
Токарная	БрА9Ж4 ГОСТ 18175-78	110 НВ	к2	2,615	166x107x58		3,94	1
Оборудование, устройство ЧПУ	Обозначение программы	$l_n$	$l_B$	$l_{D3}$	$l_{шт}$	СОЖ		
16А20Ф3						-		

P	Содержание перехода	ПН	D или B	L	f	i	S	n	v
---	---------------------	----	---------	---	---	---	---	---	---

001	А. Установить заготовку в трехкулачковый патрон.								
002	Базы: наружный диаметр, торец								
Т03	Трехкулачковый патрон 7100-0002								
Т04	Кулачки специальные								
05									
006	1. Подрезать торец, выдерживая размер 156,4 <sub>-1</sub> мм								
Т07	Резцедержатель с цилиндрическим хвостовиком 291.34.1.121								
Т08	Резец 2101-0015 ГОСТ 18879-73								
Т09	Штангенциркуль ШЦ-I-200-0,1 ГОСТ 166-89 Образец шероховатости ТТ(3,2)								
P10	ВК8	1	58	29	1	9	3	900	165
11									
012	2. Центровать торец сверлом $\phi 3.15$ на глубину не менее 7мм								
Т13	Сверло центровочное 2317-0006; Державка осевого инструмента F40-МК-ДК4								

OK											113
----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	-----





Дубл.											
Взам.											
Подп.											
					ИШНПТ-4 Т4 1056.00.00.01				4		
					ИШНПТ-4 Т4 1056.00.00.01				ИШНПТ 4А6А		010
P	Содержание перехода			ПМ	Д или В	L	f	i	S	n	v
P50	Пластина CN 1204 BP20AM			8	38	4	0,15	26	0,1	780	112
51											
052	10. Точить конус $120^{\circ} \pm 1^{\circ}$ $\phi 46^{+0,6}$ в отверстии $\phi 42^{+0,6}$										
T53	Угломер типа 2-2 ГОСТ 5378, пластилин, Штангенциркуль ШЦ-I-0-125-0,1 ГОСТ 166-89										
P54	Пластина CN 1204 BP20AM			8	42	0,87	0,15	6	0,1	780	112
55											
056	11. Расточить канавку $\phi 45^{+0,62}$ мм шириной $6 \pm 0,18$ мм, выдерживая размер $32 \pm 0,3$ мм.										
T57	GKIR3120-3T06 резец канавочный, Державка для инструмента с цилиндрическим хвостовиком DIN 69880 E2-40 x 20										
T58	Штангенциркуль 20-170 0,01, для внутренних канав. элек. ЧИЗ										
T59	Шаблоны радиусные, Образец шероховатости P(6,3)										
P60	Пластина GKD30 BP20AM			9	45	6	0,15	20	0,1	780	112
61											
62											
63											
64											
65											
66											
67											
OK											116

Дудл.																					
Взам.																					
Подп.																					
													ИШНПТ-4 Т4 1056.00.00.01						5		
													ИШНПТ-4 Т4 1056.00.00.01			ИШНПТ 4А6А			010		
<i>P</i>	<i>Содержание перехода</i>													<i>ИИ</i>	<i>D или B</i>	<i>L</i>	<i>f</i>	<i>i</i>	<i>S</i>	<i>n</i>	<i>v</i>
068	Б. Установить приспособление и заготовку																				
069	Базы: Внутренний диаметр, торец																				
70																					
071	1. Подрезать торец выдерживая размер 154 <sub>-1</sub> мм.																				
Т72	Резцедержатель с перпендикулярным пазом 291.34.1.121;																				
Т73	Резец подрезной токарный РСЛНЛ-2525-М12 (К01.4977.000-03);																				
Т74	Линейка измерительная 250 ГОСТ 427- 75, образец шероховатости ТТ(3,2)																				
Р75																					
76																					
077	2. Сверлить сквозное отверстие сверлом $\phi 9$ мм																				
Т78	Сверло спиральное ГОСТ 10903-77 2301-0023																				
Т79	Втулка переходная КМ4/КМ1 с лапкой 6100-0221 ГОСТ 13598.																				
Т80	Штангенциркуль ШЦ-I-0-125-0,1 ГОСТ166-89																				
Р81																					
82																					
083	3. Рассверлить отверстие на глубину 21±0,5 сверлом, $\phi 20$ мм																				
Т84	Сверло спиральное ГОСТ 10903-77 2301-0050,																				
Т85	Втулка 6100-0144 КМ4/КМ2 ГОСТ 13598-85.																				
OK																			117		



Дудл.																						
Взам.																						
Подп.																						
										ИШНПТ-4 Т4 1056.00.00.01										7		
															ИШНПТ-4 Т4 1056.00.00.01					ИШНПТ 4А6А	010	
<i>P</i>	<i>Содержание перехода</i>										<i>ИИ</i>	<i>Д или В</i>		<i>L</i>	<i>f</i>	<i>i</i>	<i>S</i>	<i>n</i>	<i>v</i>			
0103	6. Точить наружный диаметр $\phi 35,85_{-0,26}$ мм, на длину $23 \pm 0,26$ мм.																					
T104	Резцедержатель с перпендикулярным пазом 291.34.1.121;																					
T105	Державка для наружного точения ЕСКН ЕСКНЛ-2525М12																					
T106	Штангенциркуль ШЦ-I-0-125-0,1 ГОСТ166-89;																					
P107																						
108																						
0109	7. Снять фаску $3 \pm 0,2 \times 45^\circ \pm 2^\circ$																					
T110	Резцедержатель с перпендикулярным пазом 291.34.1.121;																					
T111	Державка для наружного точения ЕСКН ЕСКНЛ-2525М12																					
T112	Узломер типа 2-2 ГОСТ 5378 Штангенциркуль ШЦ-I-0-125-0,1 ГОСТ166-89;																					
P113																						
114																						
0115	8. Нарезать резьбу М36×1,5, выдерживая размер $18_{-0,5}^{+10}$ мм.																					
T116	Державка для нарезания наружной резьбы SER/L SEL-2525М-16;																					
T117	Резцедержатель с перпендикулярным пазом 291.34.1.121;																					
T118	<i>Калибр наружной резьбы М36 7Н специальный</i>																					
T119	Штангенциркуль ШЦ-I-0-125-0,1 ГОСТ166-89; Образец шероховатости Т(3,2) ГОСТ 9378-93																					
P120																						
OK																			119			





Дудл.			
Взам.			
Подп.			

ГОСТ 3.1105-2011 Форма 1а

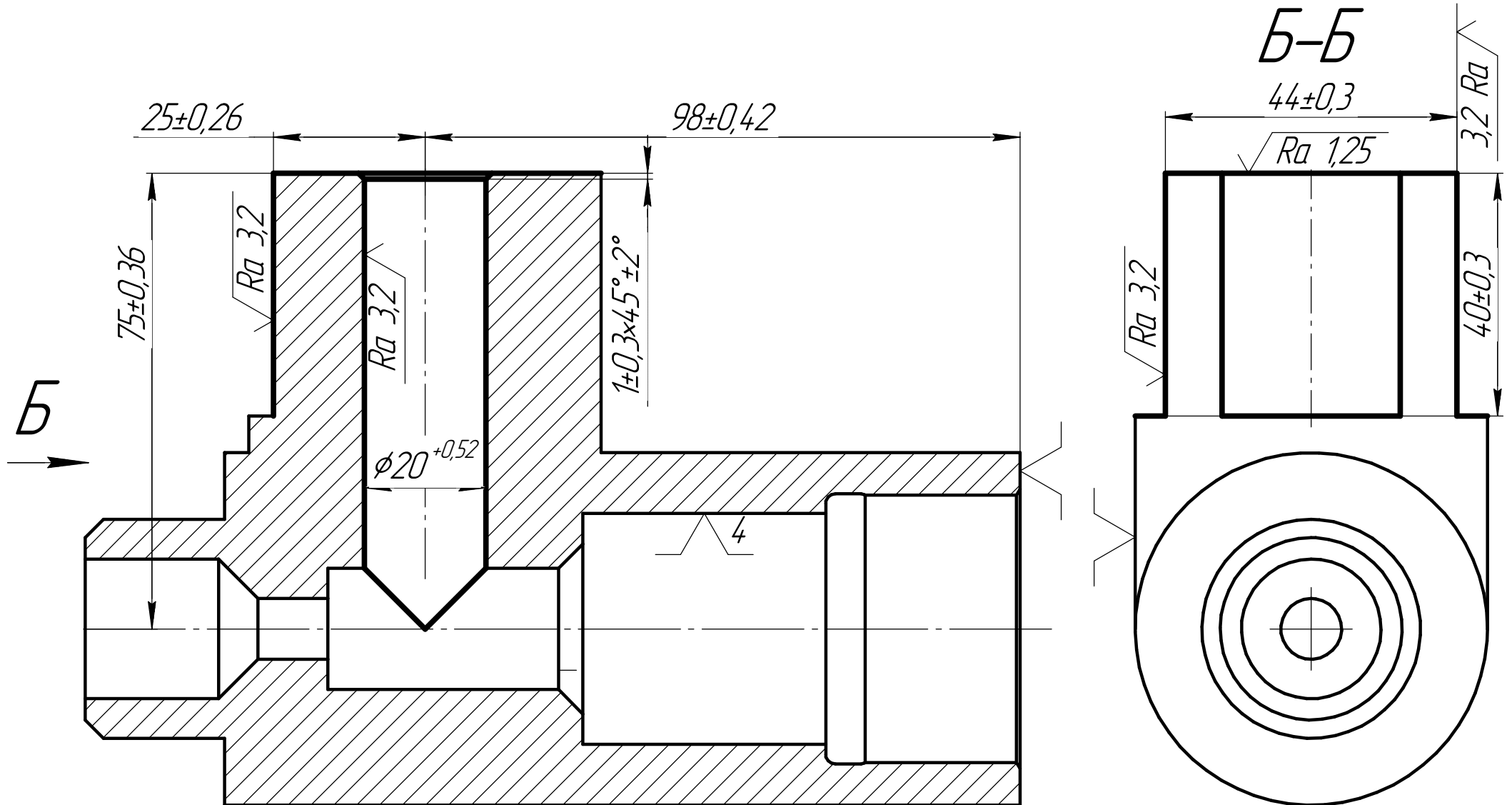
ИШНПТ-4Т4.1056.00.00.01

4

НИ ТПУ

ИШНПТ. 4Т4.1056

020







Дудл.			
Взам.			
Подп.			

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

ИШНПТ-4 Т4 1056.00.00.01

3

ИШНПТ-4 Т4 1056.00.00.01

ИШНПТ 4А6А

020

<i>P</i>	<i>Содержание перехода</i>	<i>ТН</i>	<i>D или B</i>	<i>L</i>	<i>f</i>	<i>i</i>	<i>S</i>	<i>n</i>	<i>v</i>
032	6.Зенковать фаску $1 \pm 0,3 \times 45^\circ \pm 2^\circ$								
Т33	Зенковка 2353-0106 ГОСТ 14953-80								
Т34	Угломер типа 2-2 ГОСТ 5378								
Р35									
36									
37									
38									
39									
40									
41									
42									
43									
44									
45									
46									
47									
48									
49									
OK									

Дubl.																				
Взам.																				
Подп.																				
										ИШНПТ-4 Т4 1056.00.00.01		1	1							
Разрад.	Стедунюв Р. Д.		30.04.2020	НИ ТПУ		ИШНПТ-4 Т4 1056.00.00.01			ИШНПТ 4А6А											
Проб.	Ефременков Е. А.																			
Н. контр.				Мин	Корпус							025								
Наименование операции			Материал		Твердость	EB	МЦ	Профиль и размеры		МЗ	КОИЦ									
Слесарная			БрА9Ж4 ГОСТ 18175-78		110 НВ	к2	2,615	166x107x58		3,94	1									
Оборудование, устройство ЧПУ			Обозначение программы		$l_n$	$l_B$	$l_{n2}$	$l_{шт}$	ЛОЖ											
									-											
P	Содержание перехода			ПН	D или B	L	f	i	S	n	v									
001	1. Снять заусенцы, притупить острые кромки																			
Т02	Напильник 2820-0012 ГОСТ 1465-80;																			
Т03	Надфиль 2827-0061 ГОСТ 1513-77;																			
04																				
005	2. Нарезать резьбу G3/4 на глубину $30_{-0,5}^{+1}$ мм.																			
Т06	Вороток 6910-0077 ГОСТ 22401-83 Тиски 7827-0305 ГОСТ 4045-75																			
Т07	Калибр пробка трубной резьбы 3/4 7Н																			
Т08	Метчик трубный цилиндрический G 3/4" DIN 376 / ГОСТ 3266-81 2624-0177																			
OK											125									









Дудл.																			
Взам.																			
Подп.																			
												ИШНПТ-4 Т4 1056.00.00.01			1	1			
Разрад.	Стедунов Р. Д.			30.04.2020	НИ ТПУ			ИШНПТ-4 Т4 1056.00.00.01			ИШНПТ 4А6А								
Пров.	Ефременков Е. А.																		
Н. контр.					Мин	Корпус													035
Наименование операции				Материал				Твердость		ЕВ	МЦ	Профиль и размеры			МЗ	КОИЦ			
Слесарная				БрА9Ж4 ГОСТ 18175-78				110 НВ		к2	2,615	166x107x58			3,94	1			
Оборудование, устройство ЧПУ				Обозначение программы				$l_n$	$l_B$	$l_{D2}$	$l_{шт}$	СОЖ							
												-							
P	Содержание перехода				П	Д или В	L	f	i	S	n	v							
001	1. Нарезать резьбу М6 в 2 отверстиях на глубину $10_{-0,5}^{+10}$ мм.																		
Т02	Метчик ручной М6 спиральный х 1																		
Т03	Вороток 6910-0069 ГОСТ 22401-83																		
04																			
005	2. Снять заусенцы, притупить острые кромки.																		
Т06	Инструмент для снятия фасок RAPID-BURR, сменное лезвие GT-E100																		
OK																129			

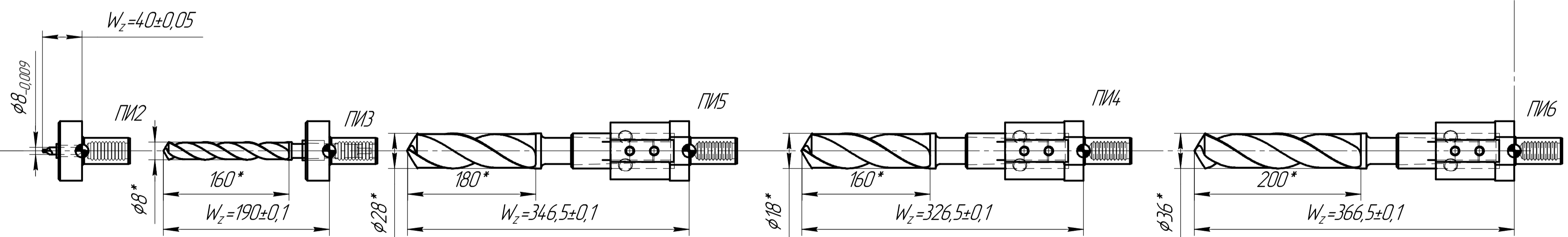
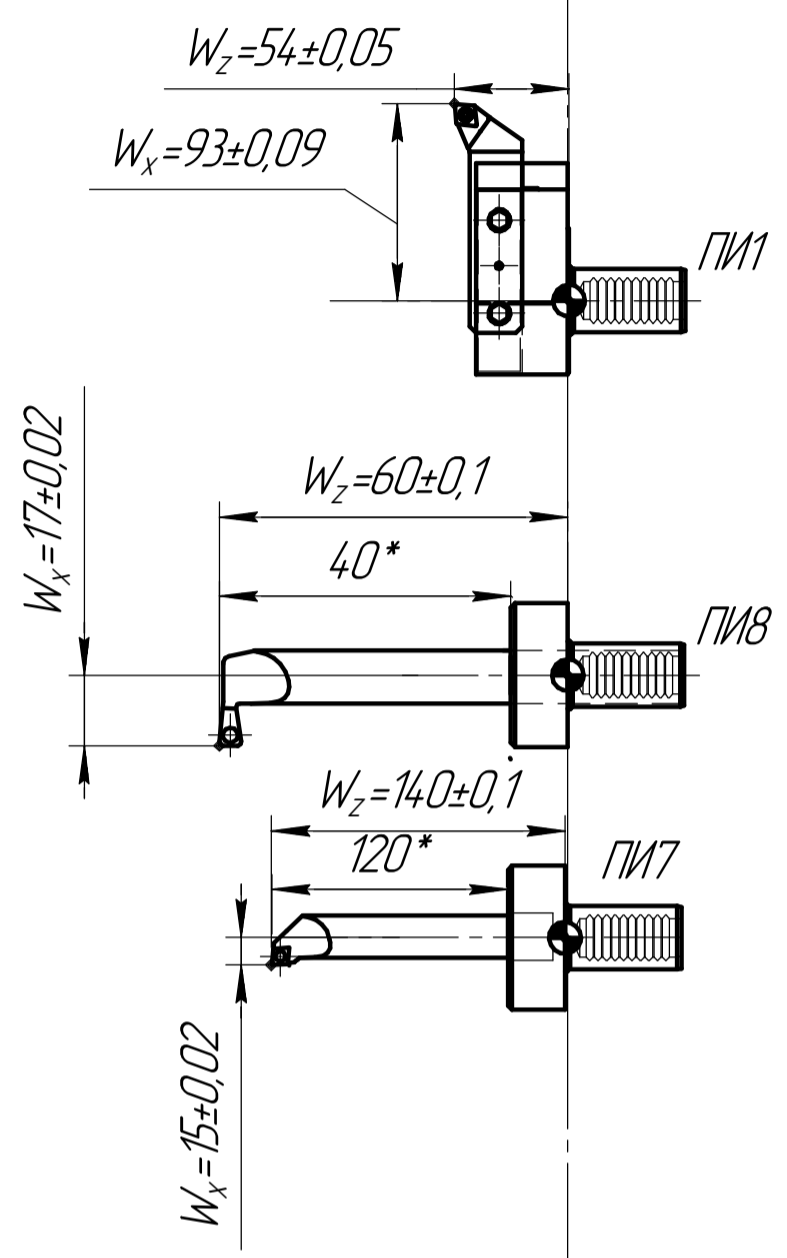
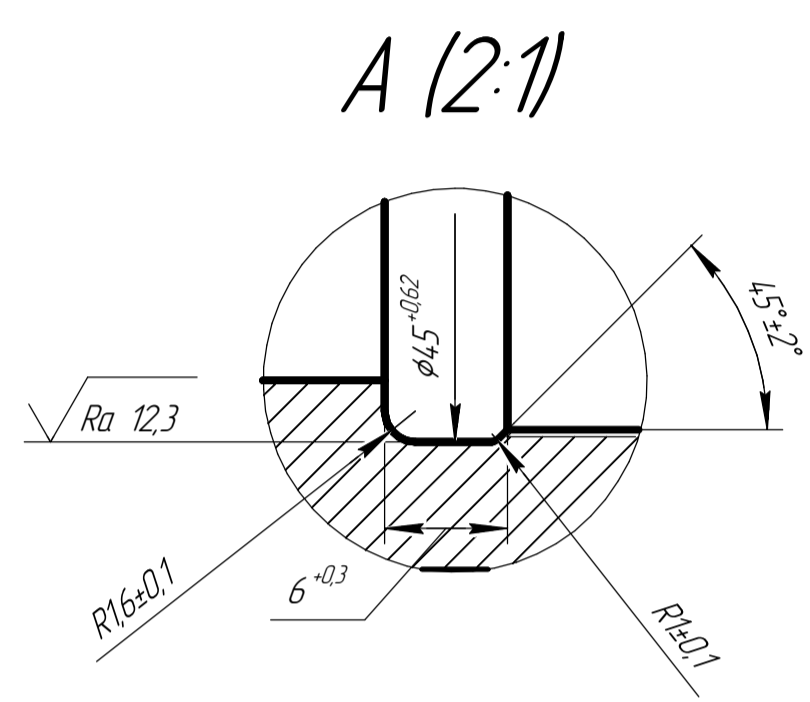
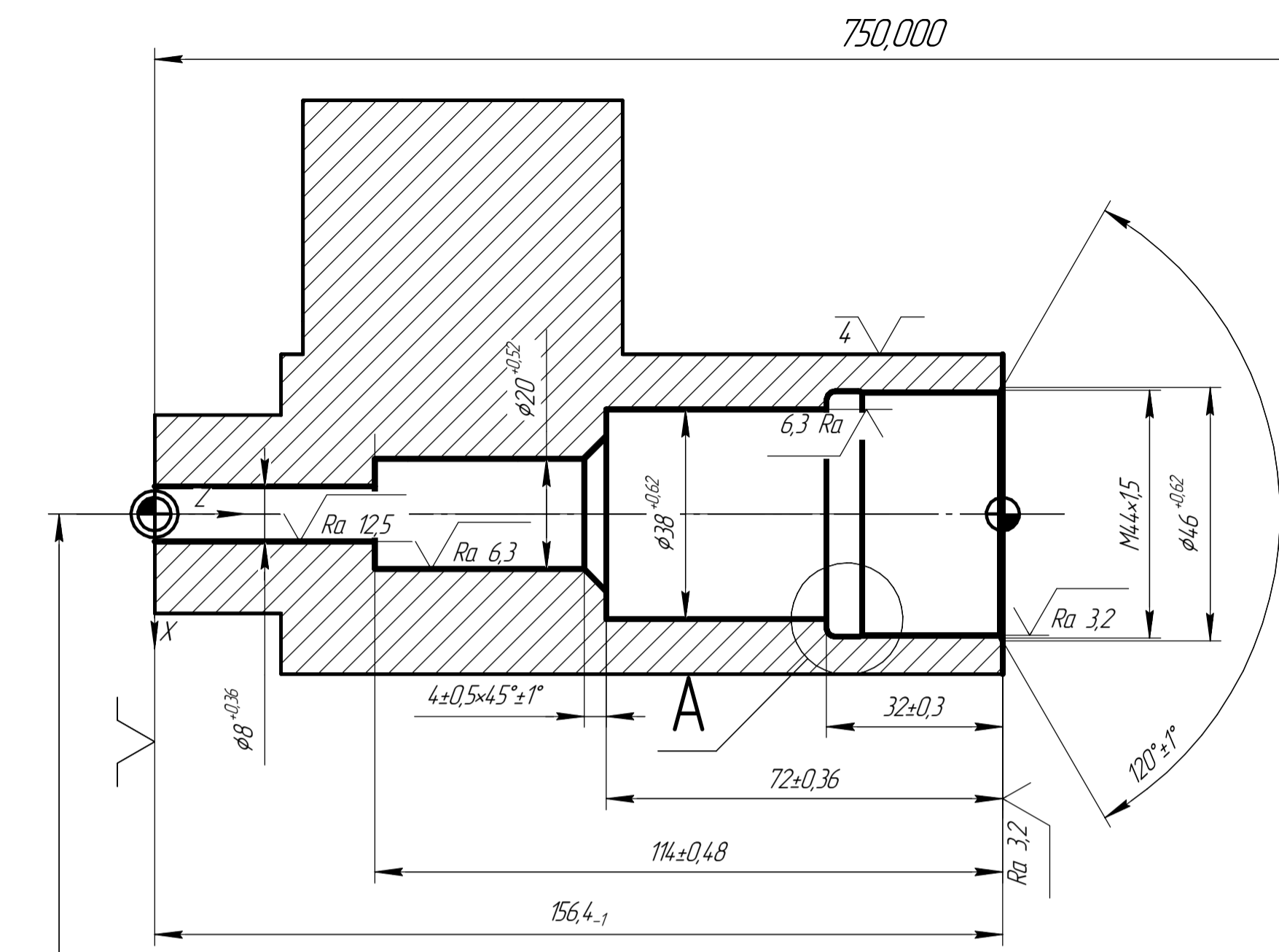


Дудл.																				
Взам.																				
Подп.																				
													ИШНПТ-4 Т4 1056.00.00.01			1	1			
Разрад.	Стедунов Р. Д.		30.04.2020	НИ ТПУ			ИШНПТ-4 Т4 1056.00.00.01			ИШНПТ 4А6А										
Пров.	Ефременков Е. А.																			
Н. контр.				Мин	Корпус									045						
Наименование операции				Материал			Твердость		ЕВ	МД	Профиль и размеры			МЗ	КОИЦ					
Контрольная				БрА9Ж4 ГОСТ 18175-78			110 НВ		к2	2,615	166x107x58			3,94	1					
Оборудование, устройство ЧПУ				Обозначение программы			$l_a$	$l_B$	$l_{\text{пр}}$	$l_{\text{шт}}$	СОЖ									
											-									
P	Содержание перехода			П	D или B		L	f	i	S	n	v								
001	1. Контролировать все размеры и отверстия согласно чертежу																			
Т02	Линейка измерительная 250 ГОСТ 427-75																			
Т03	Штангенциркуль ШЦ-I-0-125-0,1 ГОСТ 166-89																			
Т04	Измеритель шероховатости TR200																			
Т05	Образцы шероховатости Р (6,3; 12; 3,2; 0,8), ФТП(1,25), ФЦ(3,2; 6,3), Т(3,2), ТТ(6,3), ГОСТ 9378-93																			
Т06	Калибр пробка ГОСТ 14810-69 8133-0913																			
Т07	Калибр дюймовой резьбы ГОСТ 1623-89																			
Т08	Штангенрейсмас ШР-250-0,05 ГОСТ 164-90																			
Т09	Плита 1-0-250x250 ГОСТ 10905-86																			
Т10	Угломер типа 2-2 ГОСТ 5378																			
Т11	Пробка резьбовая 7Н специальная (М44) Пробка 8221-1030 7Н ГОСТ 17757-72																			
Т12	Шаблоны радиусные; пластилин																			
Т13	Штангенциркуль 20-170 0,01, для внутренних канав. элек. ЧИЗ																			
ОК														131						

Дудл.																			
Взам.																			
Подп.																			
										ИШНПТ-4 Т4 1056.00.00.01			1	1					
Разраб.	Стецунов Р. Д.		30.04.2020	НИ ТПУ		ИШНПТ-4 Т4 1056.00.00.01			ИШНПТ 4А6А										
Проб.	Ефременков Е. А.																		
Н. контр.				Мин	Корпус								025						
Наименование операции				Материал		Твердость	EB	МЦ	Профиль и размеры			МЗ	КОИЦ						
Консервация				БрА9Ж4 ГОСТ 18175-78		110 НВ	к2	2,615	166x107x58			3,94	1						
Оборудование, устройство ЧПУ				Обозначение программы		$l_n$	$l_B$	$l_{n2}$	$l_{шт}$	СОЖ									
										-									
P	Содержание перехода				III	Д или В	L	f	i	S	n	v							
001	1. Консервировать по ТТП 01279 00002, вариант 3.																		
002	2. Детали сдать на СГД (склад готовой продукции).																		
OK												132							

## **Приложение Д**

Карты наладки инструмента для станков с ЧПУ



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

ИШНПТ-4 Т4 1056.001				Лист	Масса	Масштаб
Карта наладки операция токарная Установ А				4		1:1
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лист	Листов
Разраб.		Стедунев Р. Д.				1
Проб.		Ефремов Е. А.				
Т.контр.						
Н.контр.						
Утв.						
БрАЖ9-4 ГОСТ 18175-78				ТПУ ИШНПТ Гр. 4А6А		
Копировал				Формат А2		

Перв. примен.  
Справ. №  
Подп. и дата  
Инд. № дробл.  
Взам. инв. №  
Подп. и дата  
Инд. № подл.

ИШНПТ-4 Т4 1056.002

Перв. примен.

Справ. №

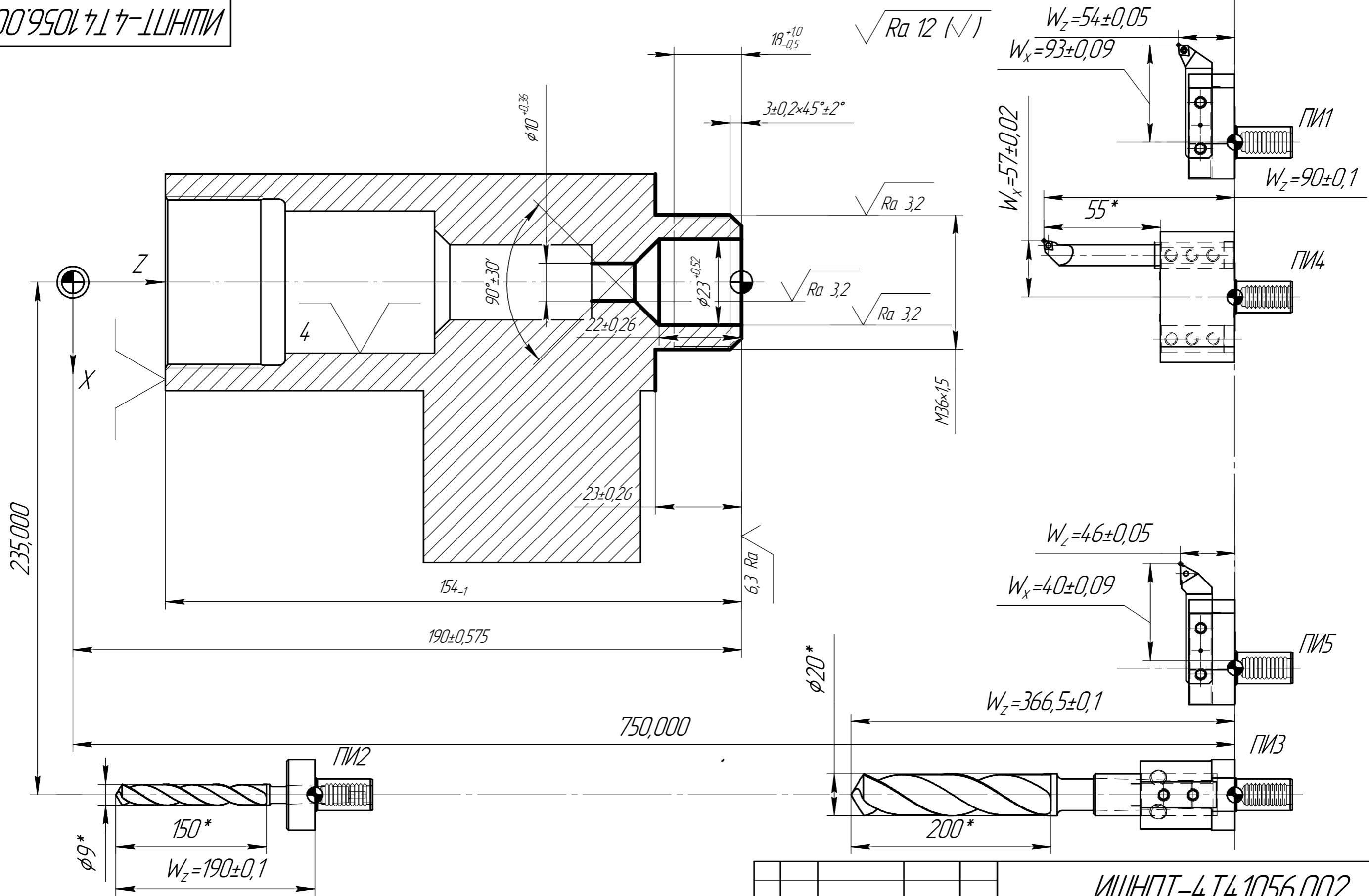
Подп. и дата

Инд. № дюрл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инд. № подл.

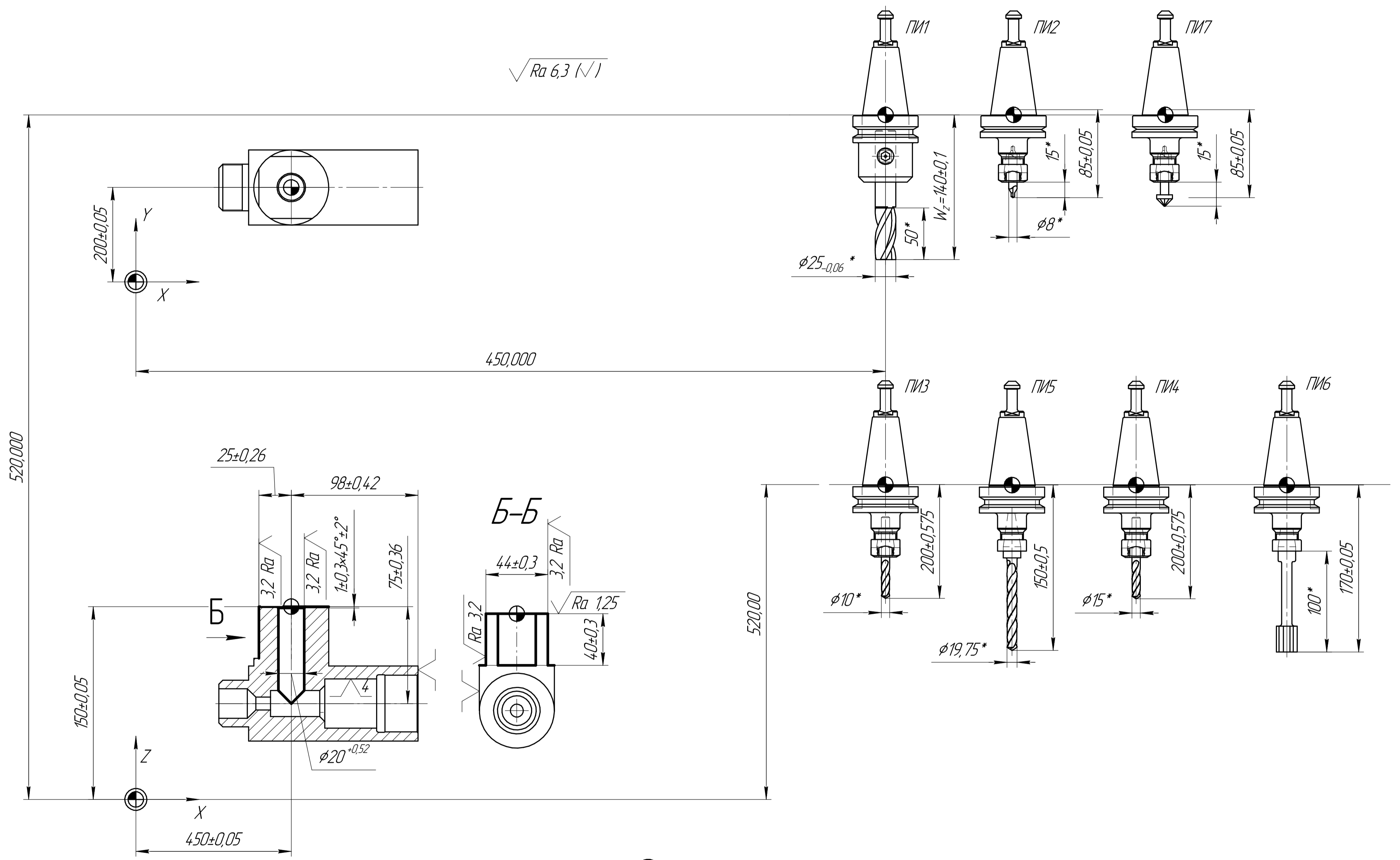


- Нуль станка
- Нуль детали
- Нуль инструмента

				<b>ИШНПТ-4 Т4 1056.002</b>			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Карта наладки операция токарная Установ Б		
Разраб.	Стебунев Р. Д.	Проб.	Ефременков Е. А.				
Т.контр.							
И.контр.					БрАЖ9-4		
Утв.							
					Лит.	Масса	Масштаб
					У		1:1
					Лист	Листов	1
					ТПУ ИШНПТ Гр. 4А6А		
					Формат А3		

Копировал

Инд. № подл. Подл. и дата. Взам. инв. №. Инв. № дубл. Подл. и дата. Справ. №. Перв. примен.



- Нуль станка
- Нуль детали
- Нуль инструмента

				<b>ИШНПТ-4 Т4 1056.003</b>		
Изм.	Лист	№ докум.	Подл.	Дата	Карта наладки для операции <b>Фрезерная</b>	
Разраб.	Степунцов Р. Д.	Проб.	Ефременков Е. А.	Лист		
Т.контр.					Листов	1
Н.контр.					ТПУ ИШНПТ Гр. 4А6А	
Утв.					Формат А2	