

Школа Инженерная школа новых производственных технологий
 Направление подготовки 15.03.01 Машиностроение
 Отделение школы (НОЦ) Отделение машиностроение

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Разработка технологического процесса изготовления детали «Корпус подшипника»

УДК: 621.81 – 2 – 047.84

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-4А7Б	Бояров Иван Игоревич		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Старший преподаватель	Кувшинов К.А.			

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП ТПУ	Клемашева Е.И.	к.э.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ООТД ТПУ	Антоневич О.А.	к.б.н		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

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

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОСВОЕНИЯ ООП

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

	оборудование
ПК(У)-4	Способен участвовать в работах по доводке и освоению технологических процессов в ходе подготовки производства новой продукции, проверять качество монтажа и наладки при испытаниях и сдаче в эксплуатацию новых образцов изделий, узлов и деталей выпускаемой продукции
ПК(У)-5	Умеет проверять техническое состояние и остаточный ресурс технологического оборудования, организовывать профилактический осмотр и текущий ремонт оборудования
ПК(У)-6	Умеет проводить мероприятия по профилактике производственного травматизма и профессиональных заболеваний, контролировать соблюдение экологической безопасности проводимых работ
ПК(У)-7	Умеет выбирать основные и вспомогательные материалы и способы реализации основных технологических процессов и применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении изделий машиностроения
ПК(У)-8	Умеет применять методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий
ПК(У)-9	Способен к метрологическому обеспечению технологических процессов, к использованию типовых методов контроля качества выпускаемой продукции
ПК(У)-10	Умеет учитывать технические и эксплуатационные параметры деталей и узлов изделий машиностроения при их проектировании
ПК(У)-11	Умеет использовать стандартные средства автоматизации при проектировании деталей и узлов машиностроительных конструкций в соответствии с техническими заданиями
ПК(У)-12	Способен оформлять законченные проектно-конструкторские работы с проверкой соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам

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

Школа Инженерная школа новых производственных технологий
 Направление подготовки (специальность) 15.03.01 Машиностроение
 Отделение школы (НОЦ) отделение машиностроение

УТВЕРЖДАЮ:
 Руководитель ООП
 _____ Е.А. Ефременков
 (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
3-4А7Б	Бояров Иван Игоревич

Тема работы:

Разработка технологического процесса изготовления детали «Корпус подшипника»	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	03.02.2022г. №34-76/С

Срок сдачи студентом выполненной работы:

--	--

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

<p>Исходные данные к работе</p> <p><i>(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).</i></p>	<p>Чертёж детали «Корпус подшипника»</p> <p>Тип производства: мелкосерийное.</p> <p>Материал детали: Сталь 20 ГОСТ 1050-2013</p>
---	--

<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов <i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<p>Технологическая подготовка производства. Проектирование альтернативного процесса изготовления заданной детали на современных станках с ЧПУ. Проектирование конструкции оснастки для механической обработки детали.</p>
<p>Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<p>Чертёж «Корпус подшипника», заготовка детали «Корпус подшипника». Технологические карты. Чертёж приспособления для фрезерования плоскости разъёма в «корпусе подшипника»</p>

<p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы <i>(с указанием разделов)</i></p>	
<p>Раздел</p>	<p>Консультант</p>
<p>Технологическая часть</p>	<p>Кувшинов К.А.</p>
<p>«Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»</p>	<p>Клемашева Е.И.</p>
<p>«Социальная ответственность»</p>	<p>Антоневич О.А.</p>
<p>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</p>	

<p>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</p>	<p>13.12.2021</p>
--	-------------------

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
<p>Старший преподаватель</p>	<p>Кувшинов К.А.</p>			

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
<p>3-4А7Б</p>	<p>Бояров Иван Игоревич</p>		

Реферат

Выпускная квалификационная работа состоит из 117 листов пояснительной записки, 25 рисунков, 33 таблиц и 1 приложение (Комплект технологической документации, 13 листов графического материала).

Ключевые слова: технологический процесс «Корпус подшипника», оборудование ЧПУ, технологическое оснащение на станки с ЧПУ, режимы резания, приспособление.

Тема ВКР: Разработка технологического процесса изготовления детали «Корпус подшипника».

Целью данной выпускной работы является проектирование технологического процесса. В данном технологическом процессе используется оборудование с числовым программным управлением (ЧПУ), универсальное оборудование, специальные приспособления, а также термоэнергетическое оборудование с ЧПУ для снятия заусенцев, что позволяет снизить затраты времени на производство детали.

В ходе выполнения ВКР были подробно рассмотрены следующие разделы:

- 1) Проектирование технологического процесса изготовления детали;
- 2) Финансовый менеджмент;
- 3) Социальная ответственность.

В разделе «Проектирование технологического процесса» были рассмотрены следующие этапы: анализ технологичности; проектирование технологического маршрута и операций; размерный анализ. Произведены расчёты припусков и режимов резания, разработано специальное приспособление.

В разделе «Финансовый менеджмент» рассчитана стоимость разработки технологического процесса.

В разделе «Социальная ответственность» были рассмотрены вредные факторы, присущие данному технологическому процессу. Также было выбрано наиболее вероятное ЧП, и разработаны мероприятия по его устранению.

Содержание

Реферат	6
Введение	9
1 Проектирование технологии изготовления детали «Корпус подшипника»	10
1.1 Назначение и конструкция детали	10
1.2 Анализ технологичности конструкции детали и технологический контроль чертежа	11
1.4 Определение типа производства	15
1.5 Выбор заготовки	16
1.6 Проектирование технологического маршрута обработки детали	19
1.6.1 Проектирование технологического маршрута	20
1.6.2 Размерный анализ техпроцесса	25
1.6.3 Расчет припусков на обработку	32
1.6.4 Выбор оборудования и средств технологического оснащения	39
1.7 Расчет режимов резания	48
1.8 Расчет норм времени	56
2 Проектирование специального станочного приспособления	59
2.1 Анализ исходных данных и разработка технического задания	59
2.2 Разработка принципиальной схемы и компоновки приспособления	60
2.3 Конструирование и расчет функциональных элементов приспособления и исполнительных размеров	61
2.4 Разработка схемы для расчета и определения сил закрепления	62
2.5 Описание конструкции и принципа работы приспособления	65
2.6 Проектирование технологии сборки приспособления	66
Выводы по главе:	67
3. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	69
3.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения исследований с позиции ресурсоэффективности	69
3.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования	69
3.1.2 Анализ конкурентных технических решений	71
3.2 SWOT-анализ	72
3.3 Планирование научно-исследовательских работ	74
3.3.1 Структура работ в рамках научного исследования	74
3.3.2 Определение трудоемкости выполнения работ и разработка графика проведения	75
3.4 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)	80
3.4.1 Расчет материальных затрат НИР	80

3.4.2 Расчёт затрат на спецоборудование для экспериментальных работ	81
3.4.3 Основная заработная плата исполнителей темы	82
3.4.4 Дополнительная заработная плата научно-производственного персонала	83
3.4.5 Отчисления во внебюджетные фонды.....	84
3.4.6 Накладные расходы и услуги сторонних организаций.....	84
3.4.7 Расчет бюджета проекта	85
3.5 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования.....	85
Выводы по главе:	89
4. Социальная ответственность	92
Введение	92
4.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности	93
4.1.1 Размерные характеристики рабочего места токаря-универсала	93
4.1.2 Требования к размещению органов управления.	96
4.1.3 Требования к размещению средств отображения информации. Токарь-универсал при работе над деталью пользуется чертежами.....	96
4.2 Производственная безопасность	98
4.2.1 Вредные факторы.	100
4.2.2 Опасные факторы	105
4.3 Экологическая безопасность	107
4.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	108
Выводы по главе:	109
Заключение.....	111
Список использованных источников и литературы.....	113
Комплект технологической документации	117

Введение

Рост производительности труда, повышение эффективности производства и улучшение качества продукции являются факторами, ускоряющими научно-технический прогресс. Он, в свою очередь, влияет на развитие отраслей промышленности, в том числе, на развитие отрасли машиностроения.

Совершенствование технологии изготовления машин является одной из актуальных задач. Качество машин и аппаратов, надежность, долговечность и экономичность в эксплуатации в основном зависят не только от их конструкции, но и от технологии изготовления. Применение новых методов обработки, упрочнение рабочих поверхностей, эффективное использование прогрессивных автоматических линий, станков с ЧПУ (в том числе многооперационных) и другого нового оборудования, все это направлено на решение основных задач: повышение эффективности производства и качества продукции.

В связи с вышесказанным целью настоящей выпускной квалификационной работы является проектирование технологического процесса изготовления детали «корпуса подшипника» с применением современного технологического оснащения, которое будет способствовать уменьшению трудоемкости при изготовлении детали.

Для выполнения поставленной цели были выполнены следующие задачи:

- Разработать технологию изготовления детали «корпус подшипника»;
- Спроектировать специальное станочное приспособление;
- Рассчитать стоимость разработки технологического процесса;
- Рассмотреть вредные факторы, присущие данному технологическому процессу.

1 Проектирование технологии изготовления детали

«Корпус подшипника».

1.1 Назначение и конструкция детали

Узел «Подшипник качения» – это узел, фиксирующая вал на платформе, основным назначением которой является удержание в самом подшипнике смазочных материалов, а также защита внутренних частей механизма от попадания грязи и пыли. Корпус подшипника изготовлен из Стали 20 ГОСТ 1050-2013, проходит грунтовку и покрытие эмалью. Деталь является основной частью подшипника. Корпус совместно с крышкой изготавливается и крепится с левой стороны к электродвигателю АЗМ 1250/6000. В базовое отверстие выводится вал ротора, где и происходит вращение ротора электродвигателя.

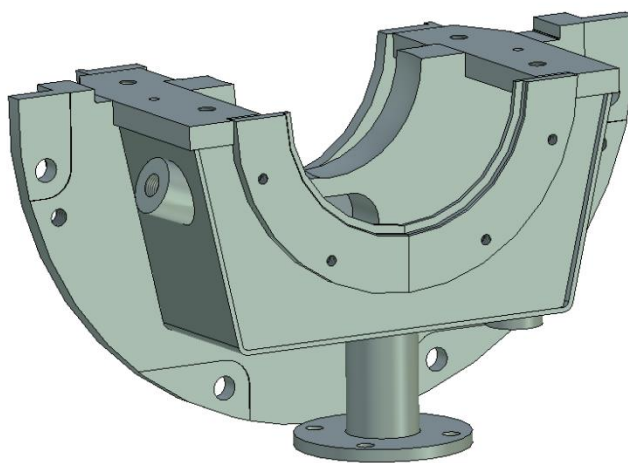


Рисунок 1.1 – Деталь «Корпус подшипника».

1.2 Анализ технологичности конструкции детали и технологический контроль чертежа

Количественный метод:

Трудовые и материальные ресурсы должны быть оптимально затрачены на изготовление детали. Конструкция детали и ее технические требования оказывают значительное влияние на сложность изготовления.

Оценка технологичности конструкции детали проводится по качественным и количественным показателям.

"Качественная оценка" - Типичная оценка разрабатывается и применяется к типу конструкции детали вала, втулки, корпуса. Также анализируются технические требования к точности взаимного расположения поверхностей [1].

Таблица 1.1 – Количественный метод.

№	Поверхности	Поверхности	Итого	Квалитет точности	Класс шероховатости
1	Торец	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	10	14	3
2	Сфера	11	1	7	5
3	Наружная цилиндрическая поверхность	12 13 14 15 16 17 18 19 20 21	10		3
4	Резьбовая поверхность	22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32	11	7	5
5	Резьбовая поверхность G1/2B	33	1	7	5
6	Отверстия	34 35 36 37 38 39 40	7	11	4
7	Фасонная канавка	41 42	2	8	3
8	Фаски	43 44	2	8	5
9	Ребро	45	1	14	3
10	Короб	46	1	14	3
11	Лыски	47 48 49 50	4	14	3
12	Картер	51 52	2	9	4
13	Проточка	53 54	2	9	4

Определяем коэффициент унифицированных элементов:

$$K_{y.э} = \frac{Q_{y.э}}{Q_{общ.}} = \frac{27}{54} = 0,5 \quad (1.1)$$

где $Q_{y.э}$ – количество унифицированных типоразмеров конструктивных элементов, $Q_{y.э} = 27$;

$Q_{общ.}$ – количество всех конструктивных элементов, $Q_{общ} = 54$;

Определяем коэффициенты точности:

$$K_T = 1 - \frac{1}{A_{cp}} \quad (1.2)$$

где: A_{cp} – средний квалитет точности обработки.

$$A_{cp} = \frac{1 \times n_1 + 2 \times n_2 + \dots + n_i}{\sum n_i} \quad (1.3)$$

где: 1,2,3..17 – квалитет точности обработки;

n_1, n_2, \dots, n_i – количество размеров соответствующего квалитета;

$\sum n_i$ – общее число поверхностей.

$$A_{cp} = \frac{10 \times 14 + 1 \times 7 + 10 \times 14 + 11 \times 7 + 1 \times 7 + 7 \times 11 + 2 \times 8 + 2 \times 8 + 1 \times 14 + 1 \times 14 + 4 \times 14 + 2 \times 9 + 2 \times 9}{54} =$$

67,51

$$K_T = 1 - \frac{1}{A_{cp}} = 1 - \frac{1}{67,51} = 0,98 > 0,8 - \text{Деталь технологична}$$

Качественный метод.

- Деталь допускает обработку основных плоскостей на проход;
- Форма детали позволяет растачивать основные отверстия на проход с двух сторон;
- Доступ инструмента к обрабатываемым поверхностям свободный;
- Подрезы торцов с внутренней стороны нет в детали;
- В детали есть глухие отверстия, и заменить их нельзя;
- В детали нет поверхностей, которые обрабатываются под тупым и острым углом;

- В детали есть отверстия, которые расположены и обрабатываются под углом, замена их будет не удобна для подвода других приспособлений машины;
- Толщина стенок достаточна, режимы резанья не ограничены;
- В конструкции детали достаточно размеров и расстояния базовых отверстий;
- В конструкции нет больших резьбовых отверстий;
- Данная заготовка получается сложной так как много перепадов плоскостей и различные виды поверхностей.

Вывод: Так как данная заготовка детали получается очень сложно, множество отверти и внутренних резьб, которые получают 7 качеством, сложность установки и применения спец. оснастки для обработки поверхностей деталь не технологична.

Характеристика материала.

Данная деталь изготавливается из Стали 20 ГОСТ 1050-2013. Из этой стали получается детали высокой прочности и вязкости [2].

Таблица 1.2 – Характеристика материала

Сталь 20	Хим. свойство	углерод 0,17-0,24	кремний 0,03-0,07	марганец 0,25-0,50	хром $\leq 0,25$	Твердость НВ
	Мех. свойство	Предел текучести δ_T Н/мм ²	Временное сопротивление δ_B Н/мм ²	Относительное удаление δ %	Относительное сужение Ψ	
		245	410	25	55	

1.3 Анализ технических условий на деталь.

Изделие "Корпус подшипника" представляет собой сложную конструкцию с точными поверхностями для посадки подшипника и множеством крепежных отверстий. Основная часть - плоская поверхность формой половины окружности, с одной стороны которой расположена половина цилиндра с другой – трапеция [3].

Основной вид обработки – обработка резанием.

Операции: сварная, термическая, фрезерная, токарно-карусельная,

сверлильная, термоэнергетическое, промывка, контрольная.

Анализ изделия по размерам:

а) Наибольшие габаритные размеры ширина 590мм и высота 294мм.

б) Изделие относится к среднегабаритным.

Вывод: Для изготовления изделия выбираем оборудование позволяющее обрабатывать и средние детали.

Анализ детали по массе:

а) Масса детали – 45,5 кг.

Вывод: Деталь требует грузоподъемных средств.

Анализ по термообработке - по термообработке требуется дальнейший отжиг для снятия внутренних напряжений и улучшения микроструктуры металла. Термообработку необходимо произвести перед механической обработкой.

Наружные поверхности - точные поверхности – полуокружность

$\varnothing 480h6_{-0,04}$ – получаем методом тонкого точения, остальные поверхности выполняют по 12-14му качеству точности и поверхностей не подлежащие механической обработки.

Внутренние поверхности - точные поверхности: сфера $\varnothing 175H6^{+0,04}$,

$\varnothing 218H9^{+0,115}$, $\varnothing 310^{+0,13}$ – получаем методом точения, остальные поверхности выполняют по 12-14му качеству точности.

Анализ по взаимному расположению и точности формы поверхностей – установлен допуск радиального биения 0,05 поверхностей $\varnothing 218H9^{+0,115}$, $\varnothing 310^{+0,13}$ и $\varnothing 480h6_{-0,04}$ относительно сфера $\varnothing 175H6^{+0,04}$;

Допуск плоскостности поверхности разъема 0,05.

Анализ поверхности по шероховатости – наименьшая шероховатость на сфере $\varnothing 175H6^{+0,04}$ и плоскости разъема получаемая методом тонкого точения и чистового фрезерования соответственно.

Анализ сложных поверхностей – деталь имеет сложную поверхность сфера $\varnothing 175H6^{+0,04}$ – необходима токарная обработка с ЧПУ.

Общий вывод о технологичности конструкции изделия:

"Корпус подшипника" сложной формы с высокими требованиями точности, взаимного расположения и низкой шероховатостью. Требуются специальные приспособления для фрезерной обработки и грузоподъемные средства для перемещения. Деталь нормальной жесткости.

Заготовку получаем методом литья или сварки, после чего необходимо предусмотреть слесарную и термическую операции.

Вывод: Деталь не технологична.

1.4 Определение типа производства.

Тип производства определяется по таблице 1.3, исходными данными для определения типа производства являются, масса детали и готовый объём выпуска деталей [1].

Таблица 1.3 – Типы производств.

Масса детали, кг	Тип производства				
	Единичное	Мелкосерийное	Среднесерийное	Крупносерийное	Массовое
<1,0	<10	10-2000	1500-100 000	75 000-200 000	200 000
1,0-2,5	<10	10-1000	1000- 50 000	50 000- 100000	100 000
2,5-5,0	<10	10-500	500- 35 000	35 000- 75 000	75 000
5,0-1,0	<10	10-300	300- 25 000	25 000- 50 000	50 000
>10	<10	10-200	200- 10 000	10 000- 25 000	25 000

Партия запуска:

$$n = N \times \frac{a}{Fa} = 400 \times \frac{10}{247} = 16 \quad (1.4)$$

где a – периодичность запуска партий в обработку, $a = 10$ дней;

Fa – число рабочих дней в году, при пятидневной рабочей неделе ($Fa = 251$ день);

N – годовой объём выпуска – 400 дет. в год;

Масса деталей – 45.5 кг

Из таблицы видно, что заданной тип производства - мелкосерийный

Мелкосерийное производство характеризуется ограниченным ассортиментом продукции, выпускаемой периодически повторяющимися партиями, и относительно большим объемом выпуска, чем при единичном производстве [3].

В мелкосерийном производстве технологический процесс изготовления изделия разделен на отдельные независимые операции, выполняемые на действующих станках.

При выборе технологического оборудования, специального или вспомогательного устройства и инструмента необходимо рассчитать затраты и сроки окупаемости, а также ожидаемый экономический эффект от использования и технологического оборудования.

1.5 Выбор заготовки

Одно из основных направлений современной технологии машиностроения – совершенствование заготовительных процессов с целью снижения припусков на механическую обработку, ограничения ее операциями окончательной отделки, а в ряде случаев полного исключения, т.е. обеспечения малоотходной и безотходной технологии.

На выбор метода получения заготовки оказывают влияние: материал детали; ее назначение и технические требования на изготовление; объем и серийность выпуска; форма поверхностей и размеры детали.

Оптимальный метод получения заготовки определяется на основании анализа всех названных факторов и технико-экономического расчета технологической себестоимости детали.

Заготовка отличается от готовой детали своими размерами и конфигурацией, на все обрабатываемые поверхности назначаются припуски. Конфигурация заготовки упрощается по сравнению с деталью за счёт напусков, металла, закрывающего мелкие элементы конструкции [1].

Выбор того или иного вида заготовок зависит от конструктивных форм деталей, их назначения, условий их работы в машине и т. д.

Материал изделия Сталь 20 ГОСТ 1050-2013 не склонна к отпускной хрупкости, свариваемость без ограничений.

Имеет форму, которую можно разделить на простые детали.

1 Расчет заготовки (Литьё)

Исходя из того, что материал, из которого изготовлена деталь – Сталь

20Л, а сама деталь имеет сложную геометрию, то способы получения заготовки литье под давление в металлические формы.

Рассчитывать объём данной детали мы будем в программе Компас 3D в измерении площади.

$$V_{\text{заг.}} = 7077,70 \text{ см}^3$$

$$M_{\text{заг.}} = 7077,70 \times 0.00785 = 55,56 \text{ кг}$$

Рассчитываем коэффициент использования материала по формуле:

$$K_{\text{КИМ}} = \frac{M_{\text{дет.}}}{M_{\text{заг.}}} \frac{45.5}{55} = 0,81\% \quad (1.5)$$

где $M_{\text{дет}}$ – масса детали = 45,5 кг

$M_{\text{заг.}}$ – масса заготовки = 55 кг

Технические условия на отливку по ГОСТ 26645-85;

Класс точности-5;

Квалитет получаемых размеров – 7;

Литейный угол – 1°;

Ряд припусков – 1;

2. Расчёт заготовки (сварной).

$$V_{\text{заг.}} = 6186,55 \text{ см}^3$$

$$M_{\text{заг.}} = 6186,557 \times 0.00785 = 51,6 \text{ кг}$$

Рассчитываем коэффициент использования материала по формуле:

$$K_{\text{КИМ}} = \frac{45.5}{51,6} = 0,88\% \quad (1.6)$$

Вывод: Выбирая из 2-х видов заготовки, сварная лучше и экономически выгодная т.к. возможно применять сегментных раскроев которые уходят в отходы.

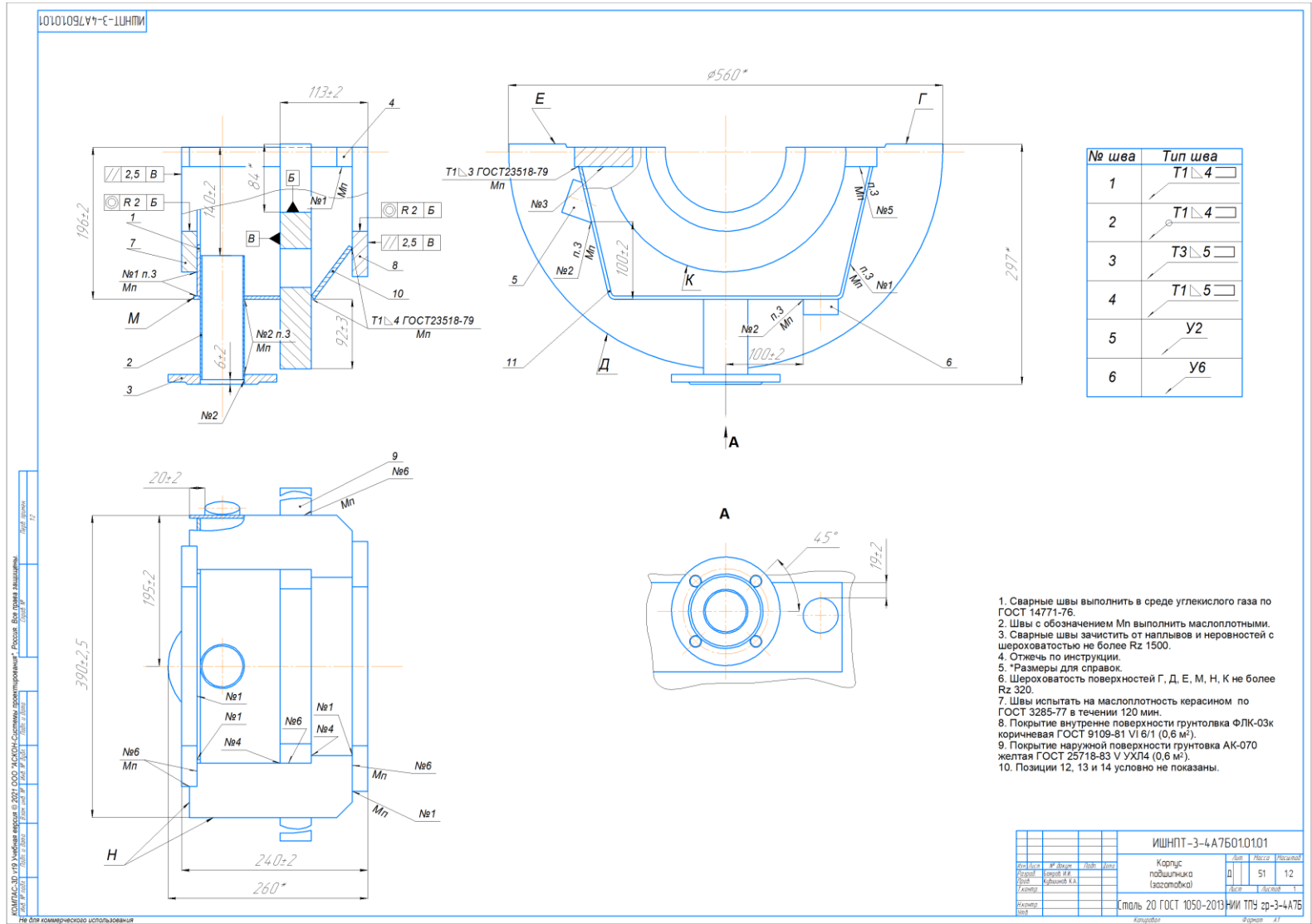


Рисунок 1.2 – Чертеж заготовки

1.6 Проектирование технологического маршрута обработки детали.

Базами называются поверхности детали, определяющие ее обработки на станке или в машине при сборке. В машиностроении различают три вида баз:

- 1) Конструкционные
- 2) Технологические
- 3) Измерительные

Конструкционной базой называется поверхность, ориентирующая деталь в собранной машине относительно других деталей (отверстия втулок и зубчатых колес, опорные шейки валов, направляющие столов, суппортов, саней и т.п.) В данной детали конструкционной базой является правая поверхность по чертежу детали, 4 отверстия диаметром $\varnothing 19$ мм.

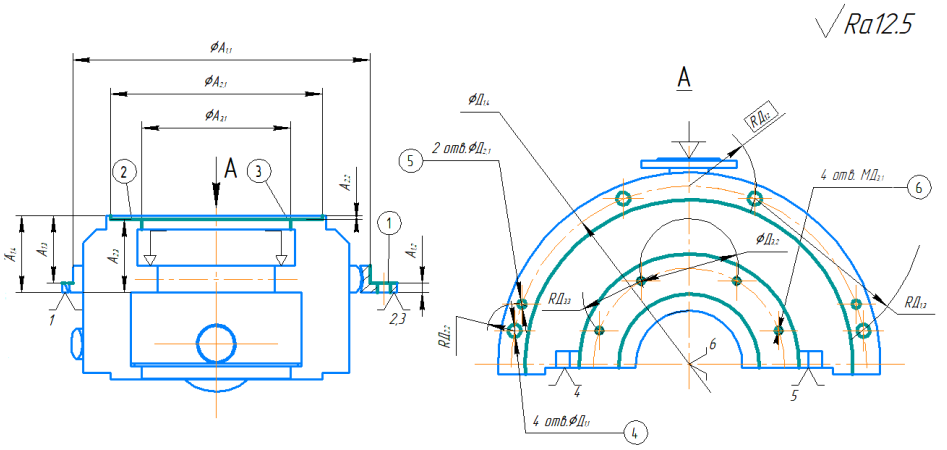
Технологической базой называется поверхность, которой деталь ориентируется на станке в процессе обработки. Часто такая поверхность создается искусственно только для установки детали во время обработки, как например центровые отверстия у валов.

Измерительной базой называется поверхность, от которой производится отсчет и контроль размеров детали. В данной детали этой базой является левый торец детали и отверстия диаметром $\varnothing 218^{+0,15}$.

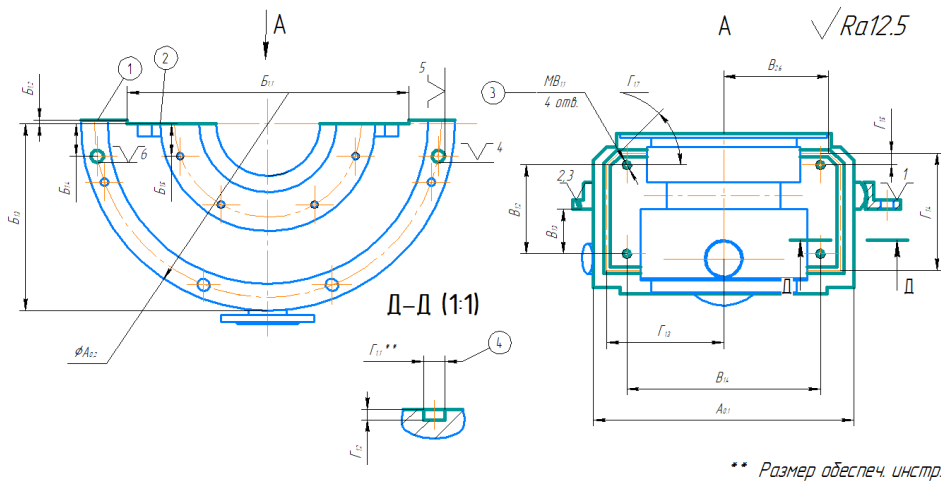
Для достижения наибольшей точности обрабатываемой детали необходимо всегда стремиться к тому, чтобы конструктивная, технологическая контрольная представляет собой одну и ту же поверхность детали [1].

1.6.1 Проектирование технологического маршрута

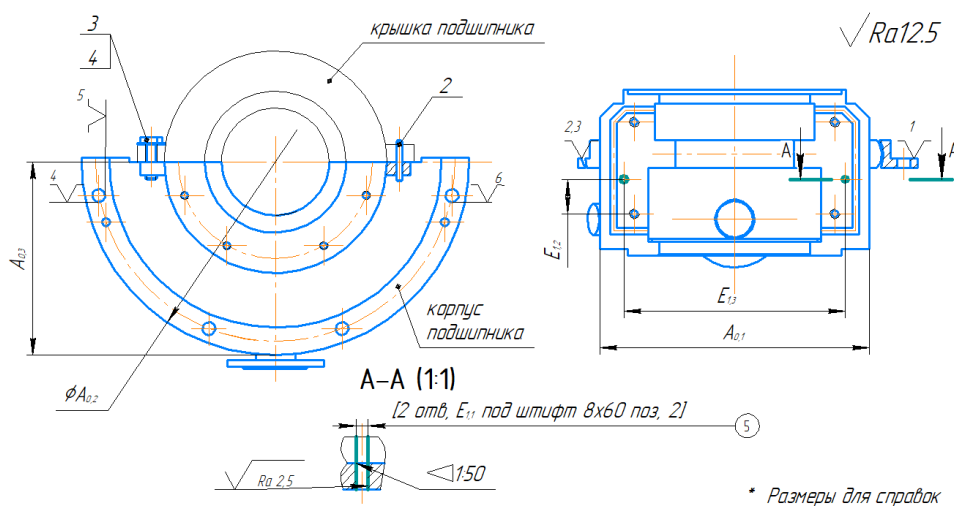
Таблица 1.4 – Проектирование технологического маршрута

Операции	Содержание операции
005 Сварная	
010 Термическая (отпуск)	
015 Фрезерная ЧПУ	
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Установить и закрепить заготовку 2. Фрезеровать поверхность 1, 2 и 3 по программе выдерживая размеры $\varnothing A_{1.1}$, $\varnothing A_{2.1}$, $\varnothing A_{3.1}$, высоту, $A_{1.2}$, $A_{1.3}$, $A_{1.4}$, $A_{2.2}$, $A_{2.3}$ согласно эскизу. 3. Сверлить четыре отверстия 4 на проход по программе, выдерживая размеры согласно эскизу $\varnothing D_{1.1}$, $R_{D_{1.2}}$, $R_{D_{1.3}}$ 4. Сверлить два отверстия 5 по программе предварительно под резьбу в размер $\varnothing D_{2.1}$, выдерживая размеры $\varnothing D_{1.4}$ и $R_{D_{2.2}}$. 5. Сверлить четыре отверстия $\varnothing D_{3.1}$ согласно эскизу. Выдерживая размеры $\varnothing D_{3.2}$, $R_{D_{3.3}}$ 6. Нарезать резьбу $M_{D_{3.1}}$ в 4-х отверстиях 6, на всю глубину отверстия, выдерживая размеры $R_{D_{3.2}}$ и $R_{D_{3.3}}$.

020 Фрезерная ЧПУ



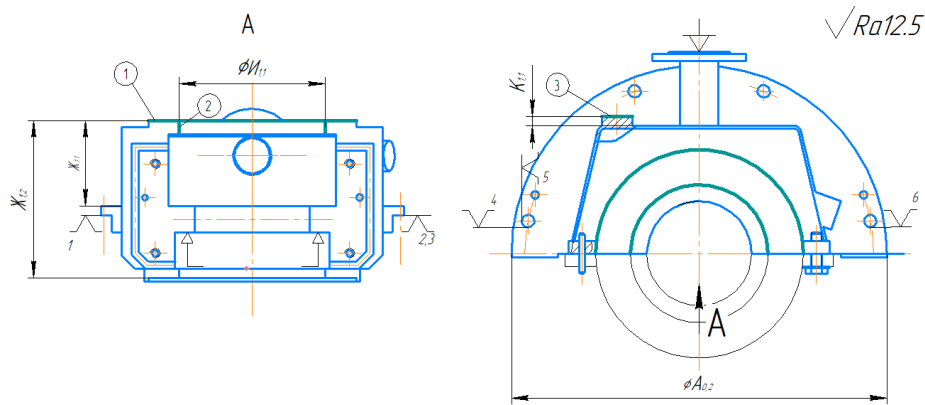
После совместной сборки крышки 020-2



7. Снять деталь.
1. Установить и закрепить деталь.
2. Фрезеровать поверхность 1 и 2 по программе, выдерживая размеры $A_{0.1}$, $\varnothing A_{0.2}$, $B_{1.1}$, $B_{1.2}$, $B_{1.3}$, $B_{1.4}$, $B_{1.5}$
3. Сверлить четыре отверстия 3 на проход со снятием фаски $2 \times 45^\circ$ по программе предварительно под резбу в размер $MV_{1.1}$, по программе, выдерживая размеры $V_{1.2}$, $V_{1.3}$, $V_{1.4}$.
4. Фрезеровать паз 4 (сечение Д-Д), по программе выдерживая размеры $\Gamma_{1.1}$, $\Gamma_{1.2}$, $\Gamma_{1.3}$, $\Gamma_{1.4}$, $\Gamma_{1.5}$, $\Gamma_{1.6}$, $\Gamma_{1.7}$
5. Нарезать резьбу $MV_{1.1}$ в четырёх отверстиях 3 на всю глубину.
6. Зачистить заусенцы по плоскости разъёма, протереть ветошью от СОЖ. Выставить крышку" на "корпус" по обработанному торцу и диаметру.
9. Центровать два отверстия 5 на глубину 5^{+1} со снятием фаски $\varnothing 10 \times 45^\circ$ по программе выдерживая размеры $E_{1.2}$ и $E_{1.3}$.

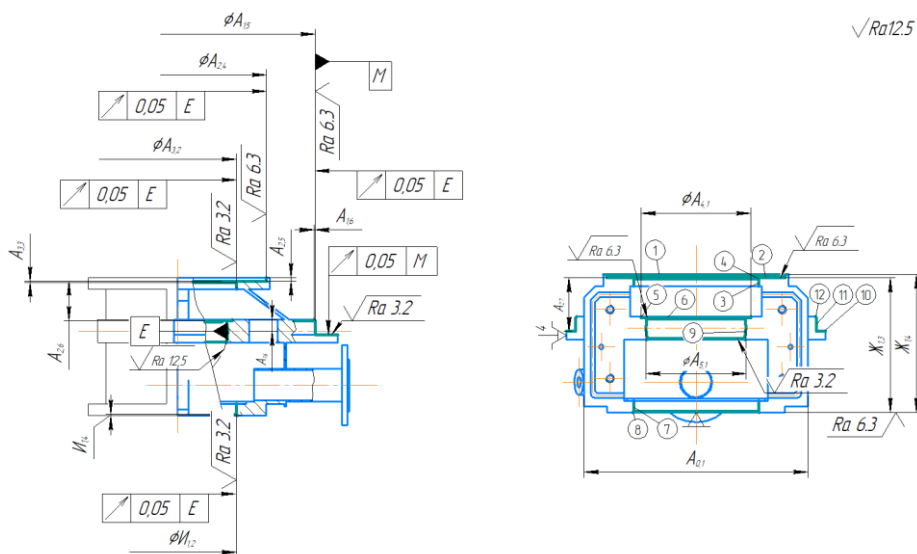
10.Сверлить два отверстия на проход 5 предварительно в размер $E_{1.1}$, по программе выдерживая размеры $E_{1.2}$ и $E_{1.3}$
 11.Развернуть два отверстия под штифт 8x60.
 12. Забить штифт
 13. Снять деталь.

025 Фрезерная ЧПУ



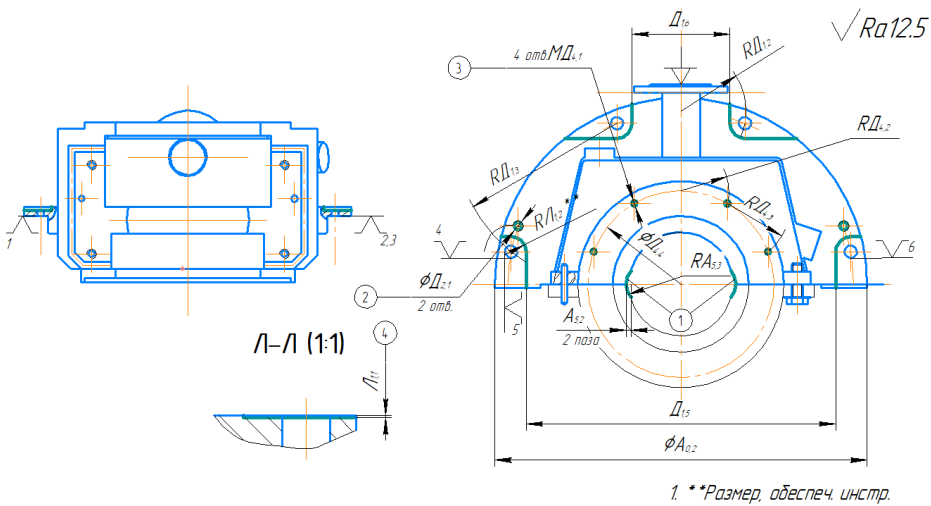
1. Установить и закрепить деталь.
2. Фрезеровать поверхность 1 и отверстия 2 выдерживая размеры $\phi I_{1.1}$, $J_{1.1}$, $J_{1.2}$.
3. Фрезеровать поверхность 3 выдерживая размеры $K_{1.1}$.
4. Снять деталь.

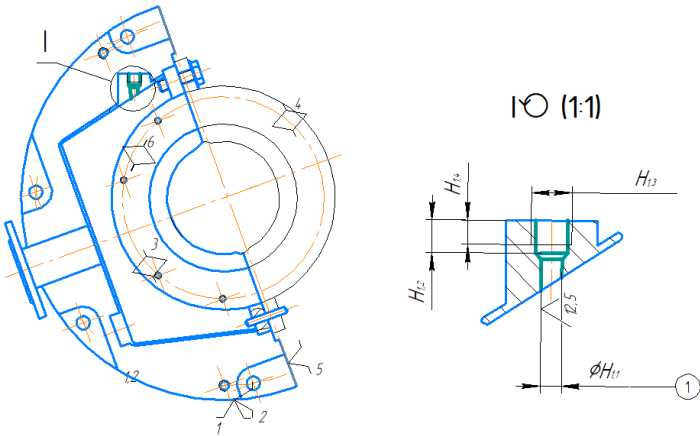
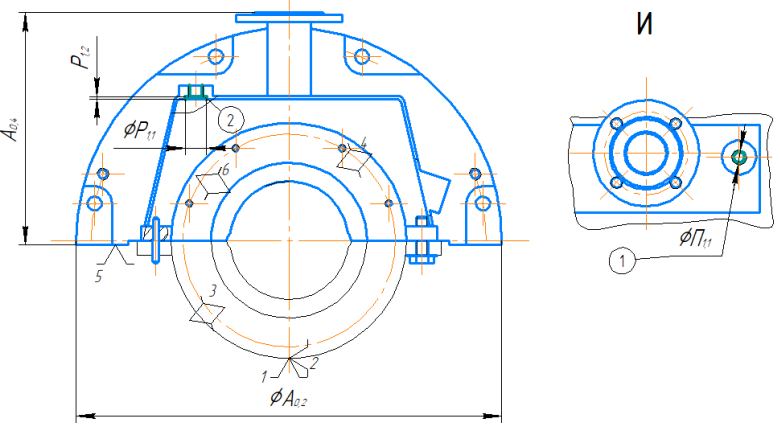
030 Токарно - карусельная ЧПУ



* Размеры для справок

1. Установить и закрепить деталь.
2. Точить торец 1 выдерживая размер $J_{1.3}$ и $J_{1.4}$. Расточить поверхность 2, выдерживая размеры $A_{2.5}$ и $\phi A_{2.4}$.
3. Расточить поверхность 3,4,5,6,7,8 выдерживая размеры $\phi A_{3.2}$, $\phi A_{3.3}$, $\phi A_{4.1}$, $A_{2.6}$, $\phi I_{1.2}$, $I_{1.3}$, согласно эскизу.
4. Точить сферическую поверхность 9 выдерживая размеры внутри

	<p>сферы $\varnothing A_{5.1}$ согласно эскиза. 5. Точить поверхности 10,11,12 выдерживая размеры $\varnothing A_{1.5}$, $\varnothing A_{2.7}$, согласно эскиза. 6. Снять деталь.</p>
<p style="text-align: center;">035 Фрезерная ЧПУ</p> 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Установить и закрепить деталь. 2. Фрезеровать два паза 1 и лыски 4, по программе выдерживая согласно эскизу $A_{5.2}$, $L_{1.1}^*$, $RA_{5.3}$, $L_{1.2}^{**}$, $RD_{1.3}$, $RD_{1.2}$, $D_{1.5}$, $D_{1.6}$ (сечение Л-Л). 3. Сверлить четыре отверстия 3 по программе предварительно под резьбу в размер $MD_{4.1}$ на проход по программе. 4. Снять фаску в двух отверстиях 2 и четырёх отверстиях 3. 5. Нарезать резьбу $\varnothing D_{2.1}$ в отверстиях 2, на всю глубину отверстия. 6. Нарезать резьбу $MD_{4.1}$ в отверстиях 3, на всю глубину отверстия. 7. Снять деталь.

<p style="text-align: center;">040 Радиально - сверлильная</p> <p style="text-align: right;">$\sqrt{Ra12.5}$</p> 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Установить и закрепить деталь. 2. Сверлить отверстие (выноска I) $\phi H_{1.1}$ на проход. 3. Сверлить отверстие (выноска I) под резьбу $H_{1.3}$ на глубину $H_{1.2}$ согласно эскизу. 4. Нарезать резьбу в отверстии $H_{1.3}$, на глубину $H_{1.4}$ согласно эскизу. 5. Снять деталь
<p style="text-align: center;">045 Радиально - сверлильная</p> <p style="text-align: right;">$\sqrt{Ra12.5}$</p> 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Установить и закрепить деталь. 2. Сверлить отверстие (вид II) под резьбу $\phi П_{1.1}$, на проход, выдерживая размеры согласно эскизу. 3. Выполнить обратную цековку поверхности 2, выдерживая размер $P_{1.1}$ и $P_{1.2}$. 3. Нарезать резьбу в отверстии $\phi П_{1.1}$ выдерживая размеры согласно эскизу. 4. Снять деталь
<p style="text-align: center;">050 Термознергетическая</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Снятие заусенцев, притупление острых кромок. 	
<p style="text-align: center;">055 Промывка</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Промыть деталь согласно ТПП 01279-00001 	
<p style="text-align: center;">060 Контрольная</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Проконтролировать все полученные размеры согласно чертежу. 	

1.6.2 Размерный анализ техпроцесса.

Размерного анализа техпроцесса является закрепление теории базирования, размерных цепей и методика размерного анализа действующих и проектируемых технологических процессов изготовления детали.

Исходными данными для размерного анализа являются чертеж детали, чертеж исходной заготовки и технологический процесс изготовления детали.

Выполним размерный анализ технологического процесса обработки детали «Корпус подшипника» в продольном направлении [4].

После изучения исходных данных, вычертим упрощенные эскизы детали рисунок 1.3 и исходной заготовки рисунок 1.4.

Пооперационный маршрут обработки детали предоставлен в приложении 1. Маршрут обработки состоит из 7 операций и 31 перехода.

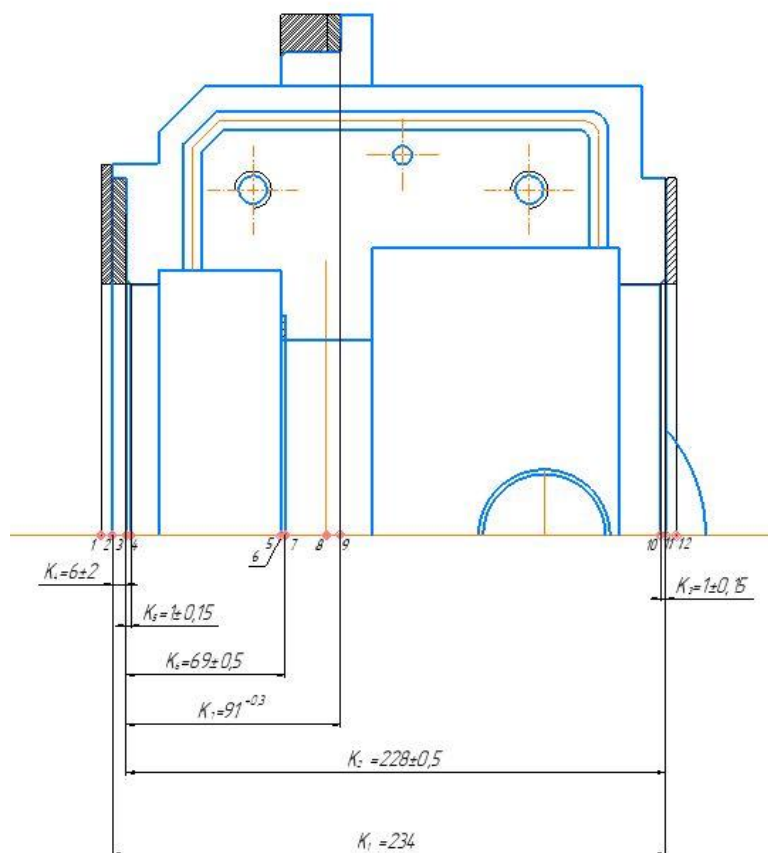


Рисунок 1.3 – Эскиз детали «Корпус подшипника» с конструкторскими размерами

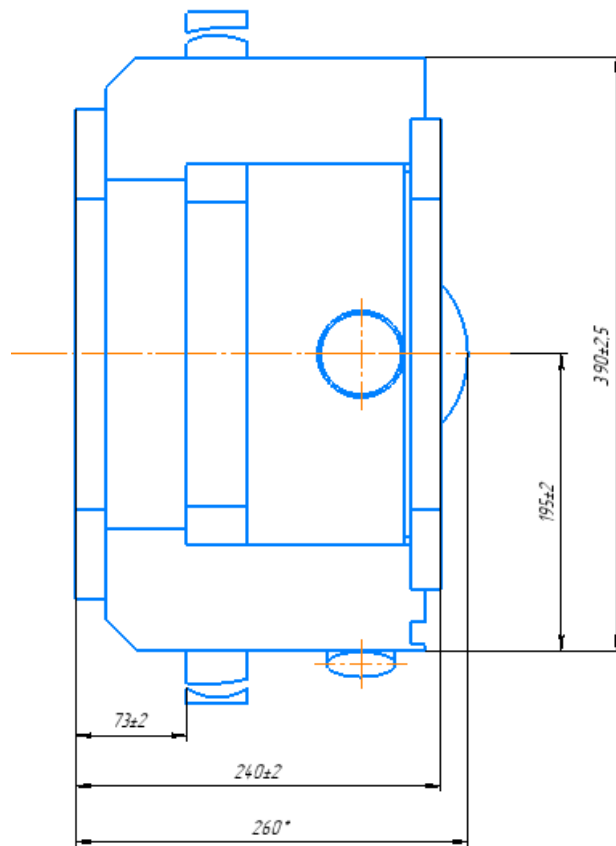


Рисунок 1.4 – Эскиз исходной заготовки

Правильность построения размерной схемы проверяется так:

- число технологических размеров должно быть на единицу меньше числа поверхностей;
- число конструкторских размеров и размеров припусков должно быть равно числу технологических размеров.

В рассматриваемом примере число поверхностей – 12, число технологических размеров – 11, число конструкторских размеров – 7, число припусков – 4. Следовательно, размерная схема построена правильно.

На основе размерной схемы технологического процесса построим граф-дерево технологических размеров рисунок 1.6.

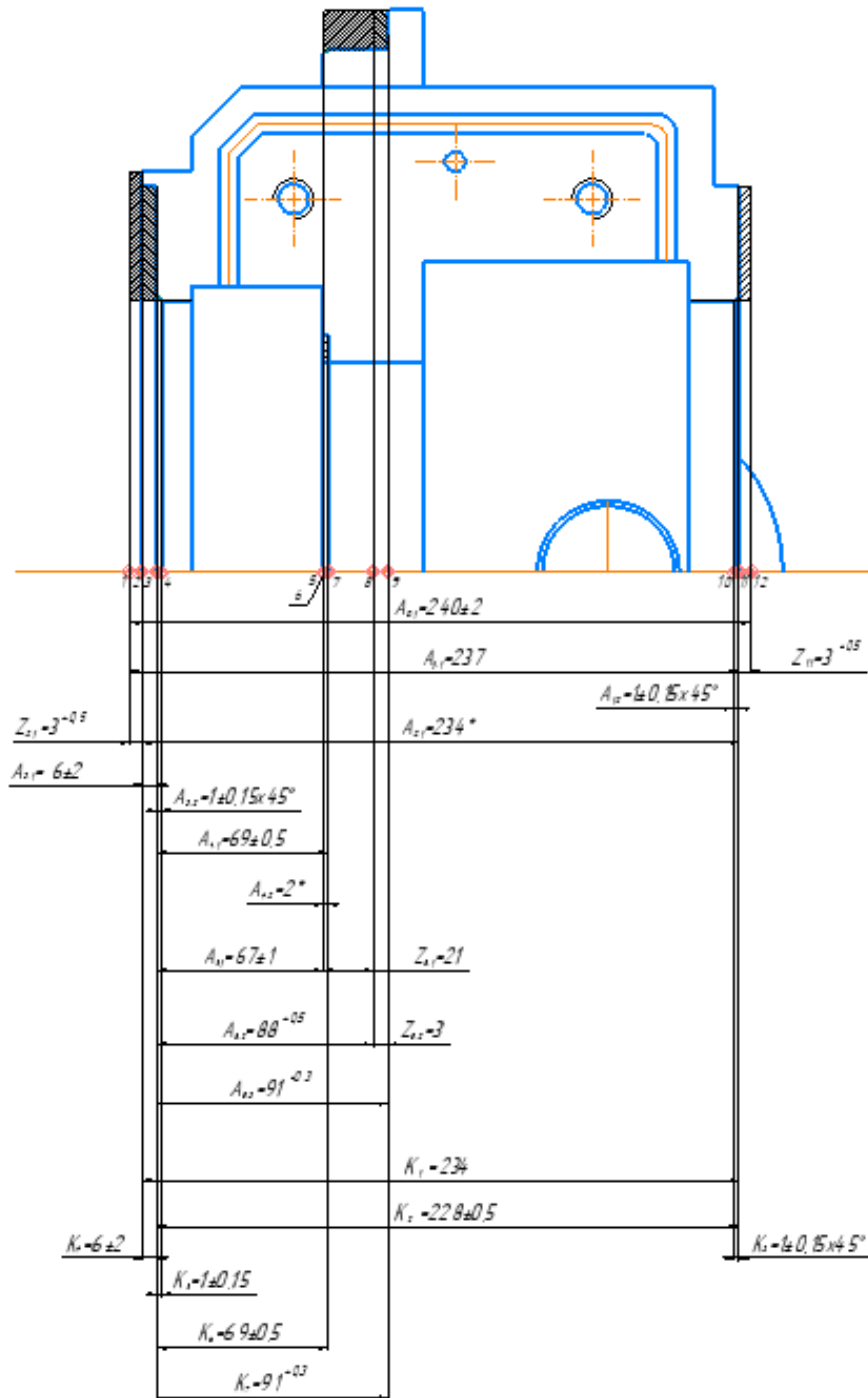


Рисунок 1.5 – Размерная схема технологического процесса

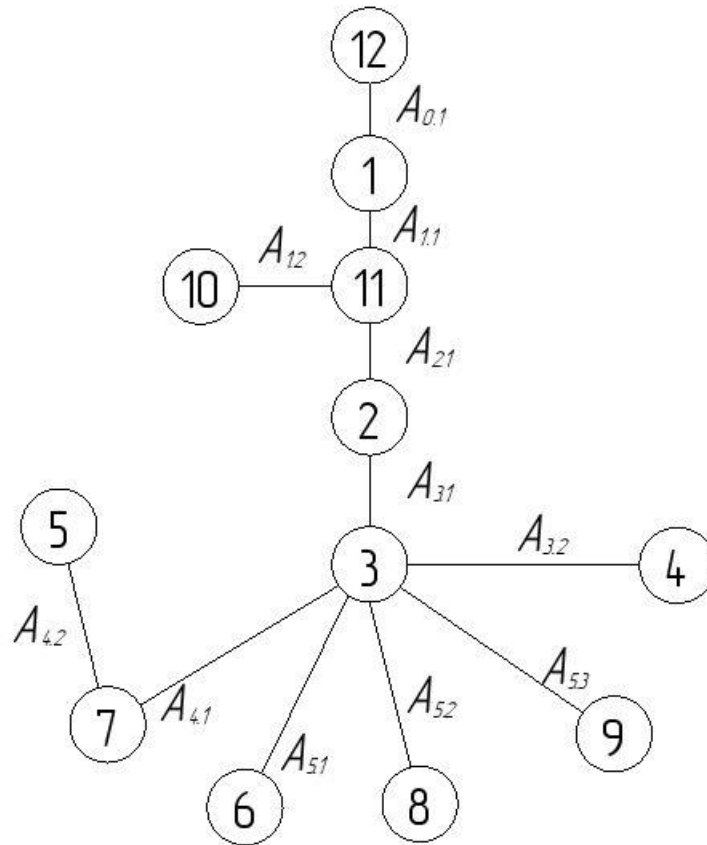


Рисунок 1.6 – Граф-дерево технологических размеров

Затем на граф-дерево технологических размеров в виде ребер, соединяющих соответствующие вершины, наносятся конструкторские размеры (утолщенными дугами) и припуски (основными линиями). Таким образом, получаем граф технологических размерных цепей рисунок 1.7. На этом графе технологические размерные цепи представляют собой кратчайшие размерные контуры, состоящие из припуска или конструкторского размера и технологических размеров.

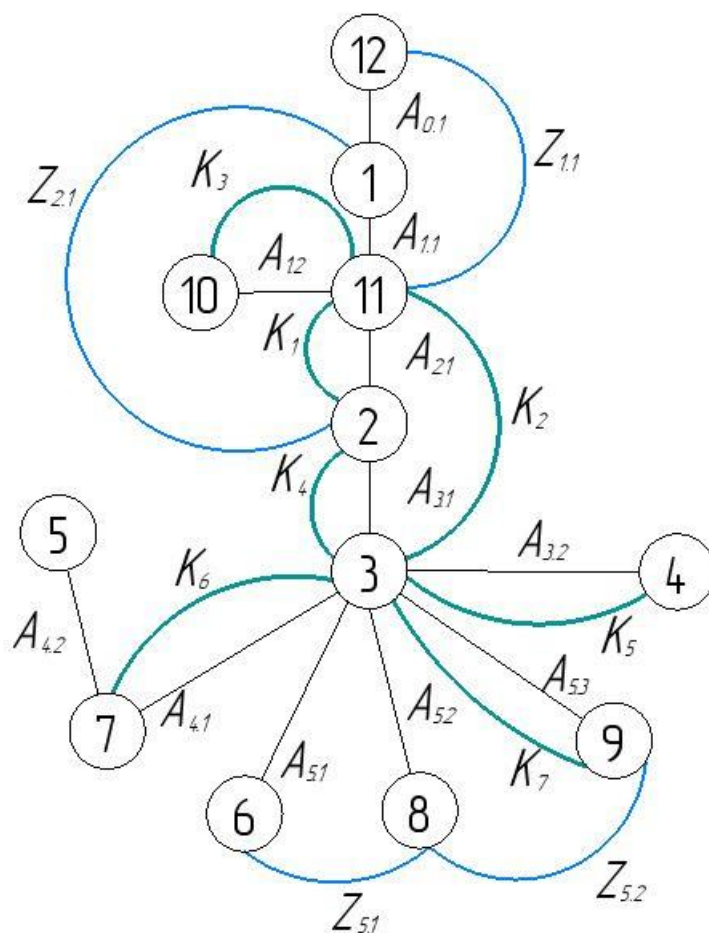
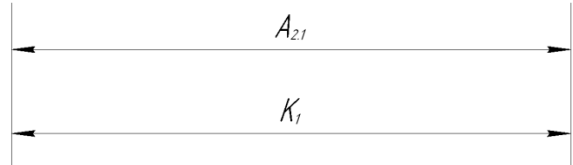
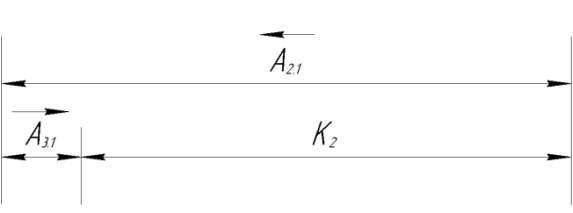
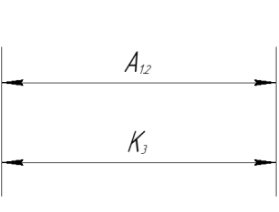
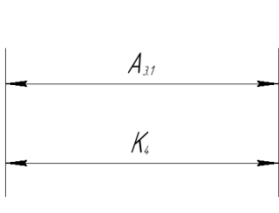
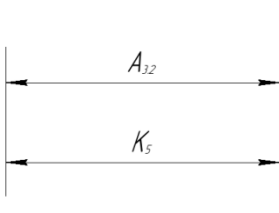
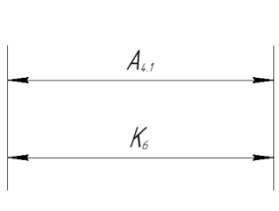
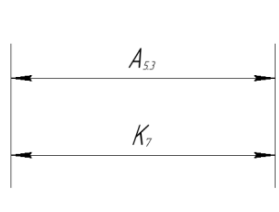


Рисунок 1.7 – Граф технологических размерных цепей

Для расчета значений припусков и конструкторских размеров по размерной схеме технологического процесса и графу технологических размерных цепей находим соответствующую размерную цепь таблица 8. Запишем уравнение размерной цепи и рассчитаем значение замыкающего звена.

Таблица 1.5 – Схемы и уравнения размерных цепей

Проверяемые размеры	Схемы размерных цепей	Уравнения размерных цепей и вычисление значений замыкающих звеньев, мм
1	2	3
K ₁		$K_1 = A_{2.1}$ $K_1 = 234^*$
K ₂		$K_2 = A_{2.1} - A_{3.1}$ $K_2 = 234^* - 6 \pm 2 = 228 \pm 0,5$
K ₃		$K_3 = A_{1.2}$ $K_3 = 1 \pm 0,15 \times 45^{\circ}$
K ₄		$K_4 = A_{3.1}$ $K_4 = 6 \pm 2$
K ₅		$K_5 = A_{3.2}$ $K_5 = 1 \pm 0,15 \times 45^{\circ}$
K ₆		$K_6 = A_{4.1}$ $K_6 = 69 \pm 0,5$
K ₇		$K_7 = A_{5.3}$ $K_7 = 91^{+0,3}$

$Z_{1.1}$		$Z_{1.1} = A_{0.1} - A_{1.1}$ $Z_{1.1} = 240 \pm 2 - 237_{-0.5} = 3^{+0.5}$
$Z_{2.1}$		$Z_{2.1} = A_{1.1} - A_{2.1}$ $Z_{2.1} = 237_{-0.5} - 234 = 3^{+0.5}$
$Z_{5.1}$		$Z_{5.1} = A_{5.2} - A_{5.1}$ $Z_{5.1} = 88^{+0.5} - 67 \pm 1 = 21^{+0.5}$
$Z_{5.2}$		$Z_{5.2} = A_{5.3} - A_{5.2}$ $Z_{5.2} = 91^{+0.3} - 88^{+0.5} = 3_{-0.5}$

Результаты расчетов показывают следующее:

- Конструкторский размер K_2 , являясь замыкающим звеном в размерной цепи с составляющими звеньями $A_{2.1}$ и $A_{3.1}$, получается в соответствии с требованием чертежа;

- Остальные конструкторские размеры выдерживаются при изготовлении детали, непосредственно совпадая с технологическими размерами;

- Минимальные значения припусков достаточны для обеспечения требуемого качества поверхностей; колебание значений этих припусков невелико, что обеспечит достаточно стабильные условия обработки.

1.6.3 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 [5].

Установление правильной толщины припусков на обработку является ответственной технико-экономической задачей. Назначение чрезмерно больших припусков приводит к потерям материала, превращаемого в стружку;

Увеличению упругой деформации технологической системы СПИД (станок – приспособление – инструмент – деталь) вследствие увеличения силы резания, а значит и к уменьшению точности обработки;

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.

Назначение недостаточных припусков не обеспечивает удаление дефектных слоев материала, вследствие чего достижение требуемой точности и шероховатости обрабатываемых поверхностей недостижимо. 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[5].

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 не изменённым 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.

Погрешности или показатели шероховатости, дефекты, допуски и т.п., полученные на предшествующей обработке этой же поверхности обозначаются с индексом $i-1$. Например, символом $Z_{\min i-1}$ обозначается минимальный (наименьший допустимый) припуск на одну сторону, удаляемый на предшествующей обработке этой же поверхности.

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

$$2Z_{\min i} = 2 \cdot (R_{z i-1} + T_{\text{деф } i-1} + \rho_{i-1} + \varepsilon_i); \quad (1.7)$$

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

$R_{z i-1}$ – шероховатость, полученная на предыдущем, $i-1$, переходе, мкм;

$T_{\text{деф } i-1}$ – глубина дефектного слоя на предыдущем переходе, мкм;

ρ_{i-1} – сумма погрешностей формы и расположения поверхностей заготовки, мкм;

ε_i – погрешность закрепления заготовки на данном переходе.

Значение коэффициентов принимаем согласно табличным данным, по методическому указанию [5].

Произведем расчет минимального припуска на механическую обработку наибольшего наружного размера 480h6:

Шероховатость поверхности $\sqrt{Ra}2.5$, допуск на размер $\delta_{дет.} = - 0,04\text{мм}$.

Шероховатость поверхности заготовки $\sqrt{Rz}320$, допуск на диаметр заготовки:

$$\Delta_{заг.} = 0,1 \text{ мм} = 100 \text{ мкм};$$

$$2Z_{min}=2(125+120+150+100) = 2 \cdot 495 = 990;$$

Графу «Предельный размер» заполняем, начиная с конечного (конструкторского) размера путем прибавления расчетного минимального припуска ($2Z_{min}$) к предельному максимальному размеру (d_{max}):

1. (Фрезерная ЧПУ черновая):

$$d_{min}=d_{max+1} + 2Z_{min+1}=480 + 0,312=480,31\text{мм}; \quad (1.8)$$

Для полученного размера в таблице допусков определяем допуск на рассматриваемую обработку (в данном случае h9 Td=260 мкм), для рассматриваемой операции определим значение расчетного максимального технологического размера:

$$d_{max}= d_{min}+Td = 480,31 + 0,260 = 480,57 \text{ мм}; \quad (1.9)$$

2. (Токарно-карусельная ЧПУ чистовая):

$$2Z_{min}=2(20+30+6+100)=2 \cdot 156=312;$$

$$d_{min}= d_{max+1} + 2Z_{min+1}=480 + 0,1=480,1 \text{ мм};$$

Для полученного размера в таблице допусков определяем допуск на рассматриваемую обработку (в данном случае h6 Td=62 мкм), для рассматриваемой операции определим значение расчетного максимального технологического размера:

$$d_{max}=d_{min} + T_d=480,1 + 0,062=480,16 \text{ мм};$$

3. (Токарно-карусельная ЧПУ тонкое точение):

$$2Z_{min}=2(5+10+6+30)=2 \cdot 51=102;$$

Для полученного размера в таблице допусков определяем допуск на рассматриваемую обработку (в данном случае h6 Td=40 мкм), для рассматриваемой операции определим значение расчетного максимального

технологического размера:

$$d_{\max} = d_{\min} + T_d = 479,96 + 0,04 = 480 \text{ мм};$$

Полученные результаты сведем в таблицу 1.6.

Таблица 1.6 – припуски на обработку наибольшего наружного размера

Технологические переходы обработки поверхности	Составляющие минимального припуска на обработку, мкм				Расчетный минимальный припуск, $2Z_{\min}$, мкм	Принятый технологический размер, мм	Допуск T_d , мкм	Предельный размер, мм	
	Rz	$T_{деф.}$	ρ	ϵ				d_{\min} мм	d_{\max} мм
Наружная поверхность $\varnothing 480_{-0,04}$ мм;									
1 Фрезерная черновая	125	120	150	100	990	$\varnothing 480,3^{+0,3}$	260	$\varnothing 480,31$	$\varnothing 480,57$
2. Токарная чистовая	20	30	6	100	312	$\varnothing 480,1^{+0,1}$	130	$\varnothing 480,11$	$\varnothing 480,16$
3. Тонкое точение	5	10	6	30	102	$\varnothing 480_{-0,04}$	40	$\varnothing 479,96$	$\varnothing 480$

Дальнейший расчет припусков производится аналогично предыдущему размеру:

Произведем расчет минимальных припусков на обработку наиболее точного внутреннего размера:

1. (Токарно-карусельная ЧПУ черновая):

$$D_{\max} = D_{\max+1} - 2Z_{\min+1} = 175,04 - 0,312 = 174,72 \text{ мм};$$

$$D_{\min} = D_{\max} - T_d = 174,72 - 0,260 = 174,46 \text{ мм};$$

Принятый технологический размер $\varnothing 174,4^{+0,26}_{+0,06}$;

2. (Токарно-карусельная ЧПУ чистовая):

$$D_{\max} = D_{\max+1} - 2Z_{\min+1} = 175,04 - 0,102 = 174,93 \text{ мм};$$

$$D_{\min} = D_{\max} - T_d = 174,93 - 0,130 = 174,8 \text{ мм};$$

Принятый технологический размер $\varnothing 174,8^{+0,13}$

3. (Токарно-карусельная ЧПУ тонкое точение):

$$D_{\min} = D_{\max+1} - T_d = 175,04 - 0,04 = 175 \text{ мм};$$

Полученные результаты сведем в таблицу 1.7.

Таблица 1.7 – расчёт на обработку минимальных припусков наиболее точной внутренней поверхности

Технологические переходы обработки поверхности	Составляющие минимального припуска на обработку, мкм				Расчетный минимальный припуск, $2Z_{min}$, мкм	Принятый технологический размер, мм	Допуск T_d , мкм	Предельный размер, мм	
	Rz	$T_{деф.}$	ρ	ϵ				D_{min} мм	D_{max} мм
Внутренняя поверхность $\varnothing 175^{+0,04}$ мм									
1.Токарная черновая	125	120	150	100	990	$\varnothing 174,4^{+0,26}_{+0,06}$	260	$\varnothing 174,46$	$\varnothing 174,72$
2.Токарная чистовая	20	30	6	100	312	$\varnothing 174,8^{+0,13}$	130	$\varnothing 174,8$	$\varnothing 174,93$
3. Тонкое точение	5	10	6	30	102	$\varnothing 175^{+0,04}$	40	$\varnothing 175$	$\varnothing 175,04$

Произведем расчет минимального припуска на механическую обработку торцов:

1. (Фрезерная ЧПУ черновая):

$$L_{max} = L_{max+1} - 2Z_{min+1} = 228,5 - 1 = 227,5 \text{ мм};$$

$$L_{min} = L_{max} - T_d = 227,5 - 0,5 = 227 \text{ мм};$$

Принятый технологический размер $227 \pm 0,5$

Полученные результаты сведем в таблицу 1.8.

Таблица 1.8 – расчет минимальных припусков на обработку торцов

Технологические переходы обработки поверхности	Составляющие минимального припуска на обработку, мкм				Расчетный минимальный припуск, $2Z_{min}$, мкм	Принятый технологический размер, мм	Допуск T_d , мкм	Предельный размер, мм	
	Rz	$T_{деф.}$	ρ	ϵ				L_{min} мм	L_{max} мм
Проточка торца в подрезке для получения длины = $228 \pm 0,5$ мм									
1.Фрезерная черновая	145	120	135	100	1000	$229 \pm 0,5$	500	227	$227,25$
2.Токарная чистовая	25	40	30	100	590	$228 \pm 0,5$	250	$227,5$	$228,5$

В ходе выполненных расчетов мы определили минимальные предельные размеры заготовки, а так же припуски на обработку точных поверхностей.

Таблица 1.9– Расчет на плоскостные поверхности

Получаемый размер	Допуск	Размер после Чистового точения	Допуск	Размер после черногого точения	Размер заготовки
285	+0,5	285	+0,8	286	289*
280	±0,5	280	+0,8	281	285*
108±0,5	±0,5	108	+0,5	109	112*
14±0,5	±0,5	14	+0,5	16	20*
228±0,5	±0,5	228	+0,5	229	231*

После обработки шероховатость черногого Ra 12.5

После чистового Ra 6.3

Таблица 1.10 – Расчет на внутренние и наружные диаметры

Получаемый размер	Допуск	Размер после Чистового точения	Допуск	Размер после черногого точения	Размер заготовки
∅218H9	±0,1	218H9	+1,1	∅214	∅220
∅175 ^{+0,04}	+0,04	∅175 ^{+0,04}	+0,13	∅173H9	∅171
∅480H6	-0,04	∅480 _{-0,04}	+0,3	∅480,3 ^{+0,3}	∅506
∅310 ^{+0,13}	+0,13	∅310 ^{+0,13}	+0,26	∅309 ^{+0,26}	∅304
∅191±0,5	±0,5	∅191±0,5	±0,5	∅190±0,5	∅170

После черновой обработки шероховатость Ra 12.5

После чистовой обработки Ra 6.3, Ra 2.5, Ra 1.25

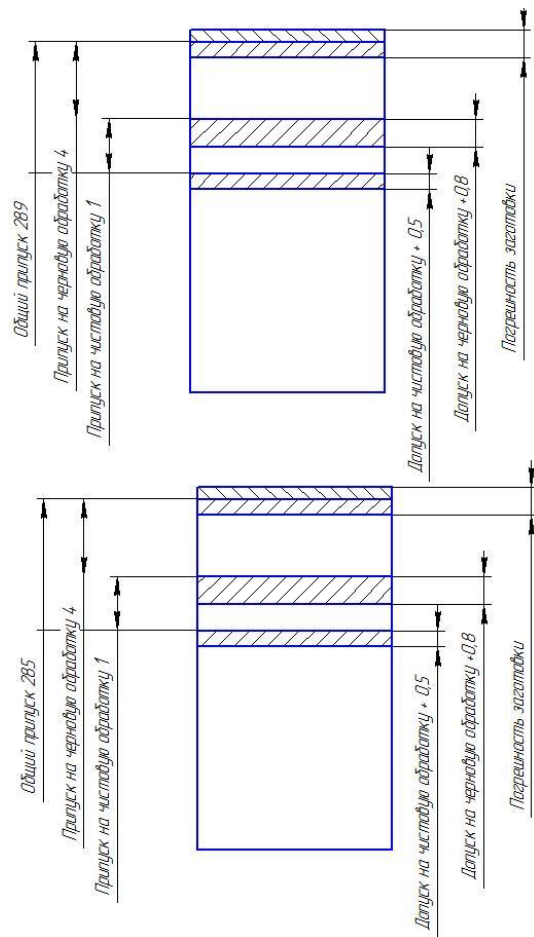


Рисунок 1.8 – Графический анализ расчёта на плоские поверхности и внутренние отверстия

1.6.4 Выбор оборудования и средств технологического оснащения

Принципиальный подход к выбору оборудования определяется типом производства. В среднесерийном производстве используют высокопроизводительные, переналаживаемые станки и быстродействующие переналаживаемые приспособления [7].

Разработанный маршрут обработки предполагает использование вертикальных обрабатывающих центров, токарно-карусельный с ЧПУ, универсальный радиально-сверлильный станки и термоэнергетическое оборудование ЧПУ.

В современном машиностроении широко используются вертикальные обрабатывающие центры японского производителя "ОКК" с системой ЧПУ Fanuc.

Исходя из габаритов заготовки для выполнения 4-х вертикальных фрезерных, сверлильных и резьбонарезных операций выбираем вертикальный обрабатывающий центр VM-900 с системой ЧПУ Fanuc 18-mb.



Рисунок 1.9 – Общий вид станка. VM-900 с системой Fanuc 18-mb.

Таблица 1.11 – Основные технические характеристики VM-900 с сис. ЧПУ Fanuc-18mb:

Наибольшие перемещения, мм(дюйм):	X : 2060(81.10") Y: 940(37.01") Z : 820(32.28")
Дискретность по всем осям, мм:	0,001
Ускоренные перемещения м/мин:	XY - 20; Z - 16
Частота вращения шпинделя об/мин:	12000
Мощность привода главного движения кВт:	16
Конус шпинделя:	Конус морзе №4
Количество инструментов в магазине:	40

Токарно-карусельный станок с ЧПУ 1516Ф3:



Рисунок 1.10 – Общий вид токарно-карусельного станка 1516Ф3

Таблица 1.12 – Токарно-карусельный станок с ЧПУ 1516Ф3 характеристики

Наименование параметра:	1516Ф3
Основные параметры	
Наибольший диаметр изделия, мм	1600
Наибольшая высота обрабатываемого изделия, мм	1000
Диаметр планшайбы, мм	1400
Диаметр центрирующего отверстия в планшайбе, мм	260Н7
Наибольшая масса устанавливаемого изделия, кг	6300
при 5-80 оборотах планшайбы в минуту	6300
при 200 оборотах планшайбы в минуту	2400
Вертикальный суппорт	
Наибольшее горизонтальное перемещение, мм	950
Наибольшее вертикальное перемещение, мм	700
Наибольший угол поворота ползуна суппорта, град	45
Цена деления лимба поворота ползуна суппорта, мин	1
Цена деления шкалы поворота ползуна суппорта, град	1
Диаметр отверстий револьверной головки суппорта, мм	70А
Наибольшие размеры сечения державки резца (ширина x высота), мм	25 x 40
Поперечина	
Наибольшее перемещение, мм	660
Скорость перемещения, мм/мин	400
Механика станка	
Число скоростей планшайбы	18
Число оборотов планшайбы в минуту	от 5 до 250
Число подач суппортов	18
Скорость рабочей подачи суппорта, мм/об	0,01..40
Наибольшее допускаемое усилие резания суппортом, кгс	4500
Скорость установочных перемещений вертикального суппорта, мм/мин	3000
Наибольший допустимый крутящий момент на планшайбе, Н×м	11000
Привод и электрооборудование станка	
Род тока питающей электросети	Переменный трехфазный
Электродвигатель привода главного движения, кВт	30
Электродвигатель установочных перемещений суппорта, кВт	3
Электродвигатель перемещения поперечины, кВт	2
Электродвигатель смазки, кВт	1,5
Электродвигатель поворота и зажима револьверной головки, кВт	0,8
Суммарная мощность всех электродвигателей на станке, кВт	38
Габарит и масса станка	
Габарит станка (длина x ширина x высота), мм	3170 x 3810 x 5615
Масса станка, кг	19000

Радиально-сверлильный станок модели 2М55:



Рисунок 1.11 – Общий вид радиально-сверлильного станка 2М55

Технические характеристики станка модели 2М55:

Станки модели 2М55 предназначены для сверления, рассверливания, зенкования, развертывания, нарезания резьбы; применяется в условиях единичного и серийного производства.

Таблица 1.13 – Технические характеристики станка модели 2М55

Основные параметры	
Наибольший условный диаметр сверления в стали средней твердости	50 мм
Вылет шпинделя, наибольший / наименьший	1600 / 375 мм
Расстояние от торца шпинделя до плиты, наибольшее / наименьшее	1600 / 450 мм
Количество ступеней скоростей шпинделя	21
Пределы скоростей шпинделя	20-2000 об/мин
Количество ступеней механ. подачи шпинделя	12
Пределы подачи шпинделя	0,056-2,5 мм/об
Наибольшее вертикальное перемещение рукава по колонне	680 мм
Наибольшее осевое перемещение шпинделя	350 мм
Конус шпинделя	Морзе 5
Наибольший вес инструмента, управляемый противовесом при наибольшей допускаемой затяжке	30 кг

Количество скоростей вращения шпинделя	19
Наибольший крутящий момент на шпинделе	7100 кгс/см ²
Пределы чисел оборотов в минуту	30 – 1700
Мощность электродвигателя привода шпинделя	4,5 кВт
Мощность электродвигателя перемещения рукава	1,7 кВт
Габариты станка	2665 x 1020 x 3430 мм
Вес станка	4700

Камера для удаления заусенцев ITEM 400-600:

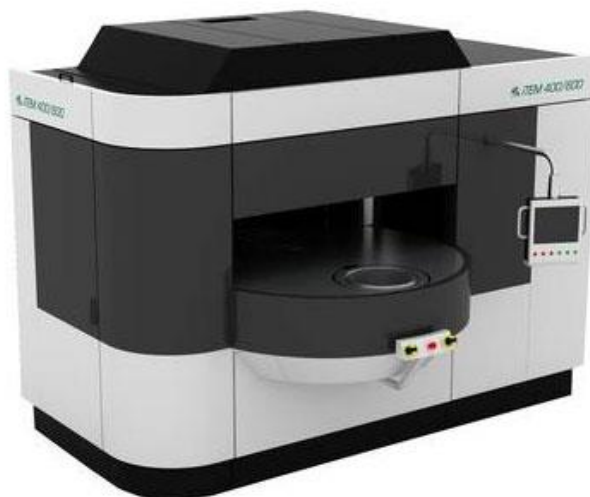


Рисунок 1.12 – Общий вид станка по удалению заусенцев ITEM 400 – 600

Данное оборудование предназначено для удаление заусенцев, возникающие при механической обработки деталей. Термоэнергетический метод возникший при взрыве газов в камере с деталью, что уменьшает затраченное время на слесарные операции в десятки раз [7].

Основные технические характеристики [8]:

- Имеет два поворотных стола;
- Система управления Simens PLS;
- Имеет 2 цикла, одиночный 45-70 секунд и двойной выстрел 90-120 секунд;
- Выстрел производится на газах: кислород и метан, водород;
- Защитное устройство протестировано АТЕХ и соответствует требованиям ЕС по обнаружению газа

Средства технологического оснащения – это совокупность орудий производства, необходимых для осуществления технологического процесса. Технологический процесс оснащается с целью обеспечения требуемой

точности обрабатываемых деталей и повышения производительности труда. Под оптимальной оснащенностью понимается такая оснащенность, при которой достигается максимальная эффективность производства изделия при обязательном получении требуемого количества продукции и заданного качества за установленный промежуток времени с учетом комплекса условий, связанных с технологическими и организационными возможностями производственных фондов и рабочей силы [9].

Средства технологического оснащения подразделяются 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 детали и требованиями по обеспечению качества поверхности.

Произведем подбор средств технологического и контрольного оснащения, для материального обеспечения производственного участка, а также для удобства занесем выбранные средства в таблицы 1.14.

Таблица 1.14 – Средства технологического оснащения и средств контроля точности:

Наименование Операции	Оборудование	Режущий инструмент	Мерительный инструмент	Станочное приспособление и вспомогательный инструмент
005 Сварная		-	-	-
010 Термическая	Печь	-	-	-
015 Фрезерная ЧПУ	VM-900	1. Фреза торцевая насадная, Ø 100 z=6 Пластина АРКТ 1604PDR-НМ 8240	1. Штангенциркуль ШЦ-II-250-630-0,1 ГОСТ 166-89	Фрезерное специальное

		<p>[10] 2. Сверло Ø19 цельное твердосплавное SD203-19.05-49-20R1 [10] 3. Сверло Ø14,0 цельное твердосплавное SD203-14.0-37-14R1 [10] 4. Сверло цельное Ø8,5 цельное твердосплавное SD203-8,5-37-8R1 [10] 5. Метчик M10-7H R6M5 HSSE UMT [10]</p>	<p>2. Штангереймас ШРЦ-40-400-0,05 ГОСТ 164-90 3. Калибр-пробка Ø19H9 ГОСТ21401-75 3. Калибр-пробка Ø14H12 ГОСТ21401-75 4. Калибр-пробка Ø8,5H12 ГОСТ21401-75 5.Калибр-пробка M10 -7H ГОСТ17758-72</p>	
020 Фрезерная ЧПУ	VM-900	<p>1. Фреза насадная Ø160 $\alpha=90$ Z=10. Пластина АРКТ 1604PDR-НМ-8040 [10] 2. Сверло фасочное цельное твердосплавное Ø14,0×18×45⁰ SD203А-С45-28-14R [10] 3. Метчик M16-Н7 R6M5 HSSE UMT . [10] 4. Фреза шпоночная Ø8 твердосплавные 08E2S64-20A08 KEVA [10] 5. Сверло фасочное цельное R6M5 Ø6,8×10×45⁰ SD203А-С45-6,8-5.0-10R1 [10] 6. Сверло цельное твердосплавное Ø7,8 SD203-8.7-27-10R1 [10] 7. Напильник 2820-0018 ГОСТ1465-80 8. Развертка</p>	<p>1. Штангенрейсмас ШРЦ-40-400-0,05 ГОСТ 164-90. 2. Калибр-пробка Ø14H12 ГОСТ21401-75. 3. Калибр-пробка M16-7H ГОСТ17758-72. Калибр пробка специальная (конусная) ПРØ7,5 НЕØ8,5</p>	Фрезерное специальное

		<p>коническая 1:50 ГОСТ11177-84 R6M5 9. Штифт конический 2.10 x 60 ГОСТ 3129-70 10. Молоток 7850- 0101 Ц 15.хр ГОСТ 2310-77</p>		
025 Фрезерная ЧПУ	VM-900	<p>Фреза насадная Ø 125 α=90 Z=9 Пластина АРКТ 1604PDR-НМ 8240 [10] Фреза концевая Ø50 R6M5 ГОСТ17026-71</p>	<p>1.Штангенрейсм ас ШРЦ-40-400- 0,05 ГОСТ 164- 90. 2.Штангенцирку ль ШЦ-П-250-0,1 ГОСТ 166-89</p>	Фрезерное специальное
030 Токарно-карусельная	1516Ф3	<p>1.Резец токарный проходной "Pramet" MWLNR 4040 R 08 пластина СМТ WNMG 060408Е-М [11] 2.Резец токарный "Pramet" А40V- DCLNR 12 пластина СМТ CNMG 120408Е-М [11] 3.Резец токарный упорно проходной "Pramet" MWLNR 4040 R 08 пластина СМТ WNMG 080404W-F [11] 4Расточной резцовый блок GG.R пластина WNMG 080404W-F [11]</p>	<p>1. Индикатор часового типа ИЧ10Бкл1 ГОСТ-577-68 2. Калибр- пробка специальная ПР310,000 НЕ310,130 3. Штангенглубино мер ШГ-160-0,05 ГОСТ162-90 4. Калибр- пробка специальная ПР218,000 НЕ218,130 5. Калибр-скоба Ø48Н6 8105- 0018Н6 ГОСТ18357-73 6. Нутромер 160- 260 ГОСТ 9244-75</p>	Патрон 4-х кулачковый ГОСТ 3890-47 D=630
035 Фрезерная ЧПУ	VM-900	<p>1.Фреза концевая Ø45 R6M5 ГОСТ17026-71 2. Сверло фасочное цельное твердосплавное</p>	<p>1. Шаблон спец. 2. Калибр- пробка М10 -7Н ГОСТ17758-72 3. Калибр- пробка М16-7Н</p>	фрезерное специальное

		<p>Ø16×45⁰ SD203A-C45-16-5.0-16R1 [10]</p> <p>3. Сверло цельное Ø8,5 цельное твердосплавное SD203-8,5-37-8R1 [10]</p> <p>3. Метчик M10-7H R6M5 HSSE UMT [10]</p> <p>4. Метчик M16-H7 R6M5 HSSE UMT . [10]</p>	ГОСТ17758-72.	
040 Радиально-сверлильная	2M55	<p>1.Сверло Ø10,2 R6M5 ГОСТ10903-77</p> <p>2. Сверло Ø18,75 R6M5 ГОСТ10903-77</p> <p>3. Метчик G1/2-B R6M5 ГОСТ 3266-81</p>	<p>1. Калибр-пробка Ø10,2 ГОСТ21401-75</p> <p>2. Калибр-пробка G1/2-B ГОСТ 1623-89</p> <p>3. Калибр-пробка Ø18,75 ГОСТ21401-75</p>	
045 Радиально-сверлильная		<p>1. Сверло Ø18,75 R6M5 ГОСТ10903-77</p> <p>2. Цековка обратная BSF-G-1850/070-22.0 Пластина BSF-M-G-1A-6.0 [12].</p> <p>3. Метчик G1/2-B R6M5 ГОСТ 3266-81</p>	<p>1. Калибр-пробка G1/2-B ГОСТ 1623-89</p> <p>2. Калибр-пробка Ø18,75 ГОСТ21401-75</p> <p>3. Штангенглубиномер ШГ-160-0,05 ГОСТ162-90</p> <p>4. Штангенциркуль ШЦ-П-125-0,1 ГОСТ 166-89</p>	
050 Термо-энергетическая	ITEMP 400-600			
060 Контрольная				

1.7 Расчет режимов резания

Расчёт режимов резания для остальных операций технологического процесса проводится в соответствии с расчётом аналогичных операций нескольких видов обработки, расчёт которых приведён ниже.

Аналитический расчёт режимов резания производится на несколько операций по разным видам обработки. Расчёт сводится к следующему [3]:

1. По рассчитанной или назначенной по таблице скорости резания определяем расчётное число оборотов в минуту, $n_{расч}$.

2. Полученное значение $n_{расч}$, как и расчётную величину подачи, согласовываем с паспортом станка, выбирая ближайшее меньшее число. Затем корректируем скорость резания в соответствии с принятым числом оборотов.

3. Определяем силы резания, крутящий момент и эффективную мощность резания.

4. Подсчитанную по формулам эффективную мощность резания сопоставляем с паспортными данными выбранного станка. Если мощность электродвигателя меньше требуемой по расчёту, то уменьшаем скорость резания, не изменяя подачи, либо принимаем оборудование с большей мощностью электродвигателя.

Операция Фрезерная ЧПУ:

Расчет режимов резания при расфрезеровании отверстия с $\varnothing 205$ до $\varnothing 214$ (окончательный размер $\varnothing 218H9$).

для чернового фрезерования поверхности : $t_{черн} = 4,5$ мм,

Подача. При фрезеровании различают подачу на один зуб S_z , подачу на один оборот фрезы S и минутную подачу S_m , мм/мин, которые находятся в следующем соотношении:

$$S_m = S \cdot n = S_z \cdot Z \cdot n, \quad (1.10)$$

где n – частота вращения фрезы, об/мин;

$Z = 6$ – число зубьев фрезы, выбираемое в соответствии с выбранным инструментом [10].

Исходной величиной подачи при фрезеровании является величина её подачи на один зуб

$$S_z = 0,1 \text{ мм, принимаемая по табл.33, с.283, [3].}$$

Скорость резания - окружная скорость фрезы, м/мин, стр.282, [3].

$$v = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot s_z^y \cdot B^u \cdot z^p} \cdot K_v \quad (1.11)$$

Значения коэффициента C_v и показателей степени выбираем [3], а период стойкости инструмента - T [10].

$$C_v = 322; q = 0.2; x = 0.1; y = 0.4; u = 0.2; p = 0; m = 0.2; T = 400 \text{ мин.}$$

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

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{Pv} \cdot K_{Iv} \quad (1.12)$$

где K_{Mv} - коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала, выбираемый по табл. 1...4, с.261...263, [3];

$K_{Pv} = 0,8$ - коэффициент, учитывающий состояние поверхности заготовки, выбираемый по табл. 5, с.263, [3];

$K_{Iv} = 1,0$ - коэффициент, учитывающий материал инструмента, по табл. 6, с.263, [3].

$$K_{Mv} = \left(\frac{750}{\sigma_b} \right)^{n_v} \quad (1.13)$$

Тогда:

$$K_{Mv} = \left(\frac{750}{\sigma_b} \right)^1 = 1.6$$

где $\sigma_b = 470$ МПа, для стали 20 ; $n_v = 1$ – показатель степени см. в табл. 2, с.262, [2]

Подставляя все известные значения в формулу для определения скорости резания, получим:

$$v = \frac{322 \cdot 100^{0,2}}{180^{0,2} \cdot 4,5^{0,1} \cdot 0,1^{0,4} \cdot 4,5^{0,2} \cdot 6^0} \cdot 1,6 = 122 \text{ м / мин}$$

Частота вращения:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 122}{3,14 \cdot 100} = 388,5 \text{ об / мин} \quad (1.14)$$

Принимаем $n_{np} = 388,5 \text{ об / мин}$;

Минутная подача: $S_M = S_z \cdot z \cdot n = 0,1 \cdot 6 \cdot 388,5 = 233 \text{ мм/мин.}$

Сила резания. Главная составляющая силы резания при фрезеровании - окружная сила, Н

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s_z^y \cdot B^u \cdot z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{MP} \quad (1.15)$$

где $z = 6$ – число зубьев фрезы;

$n = 500$ – частота вращения фрезы для фрезерования, об/мин.

Значения коэффициента C_p и показателей степени выбираем по табл.41, с.291, [3], поправочный коэффициент K_{MP} для стали - в табл.9, с.264, [3].

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

$$K_{MP} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^n = \left(\frac{470}{750} \right)^{0,35} = 0,63 \quad (1.16)$$

Величины остальных составляющих силы резания: горизонтальной (сила подачи) P_h , вертикальной P_v , радиальной P_y , осевой P_x , устанавливаем из соотношения с главной составляющей P_z по табл.42, с.292, [3].

Подставляя найденные значения в формулу определения силы P_z , получим:

$$P_z = \frac{10 \cdot 825 \cdot 4,5^{1,0} \cdot 0,1^{0,75} \cdot 4,5^1 \cdot 9}{100^{1,3} \cdot 388^{0,2}} \cdot 0,63 = 947 \text{ кН}$$

Следовательно остальные силы :

$$P_h = (0.3 - 0.4) \cdot P_z = 0.4 \cdot 947 = 379 \text{кН}$$

$$P_V = (0.85 - 0.9) \cdot P_z = 0.9 \cdot 947 = 852 \text{кН}$$

$$P_Y = (0.3 - 0.4) \cdot P_z = 0.4 \cdot 947 = 379 \text{кН}$$

$$P_X = (0.5 - 0.55) \cdot P_z = 0.5 \cdot 947 = 474 \text{кН}$$

Крутящий момент на шпиндель:

$$M_{кр} = \frac{P_z \cdot D}{2 \cdot 100} \quad (1.17)$$

где D — диаметр фрезы, см.

Подставляя известные значения в формулу, получим:

$$M_{кр} = \frac{947 \cdot 125}{2 \cdot 100} = 592 \text{Н} \cdot \text{м}$$

Эффективная мощность резания:

$$N_e = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} \quad (1.18)$$

$$N_e = \frac{947 \cdot 196}{1020 \cdot 60} = 2,61 \text{кВт}$$

Подсчитанную по формулам наибольшую эффективную мощность резания сопоставляем с паспортными данными выбранного станка:

Для станка модели VM 900 – $N_d = 20,0$ кВт.

Мощность на приводе станка:

$$N_{ст} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{2,61}{0,85} = 3,07 \text{кВт} \quad (1.19)$$

где η - КПД станка (в среднем $\eta=0,8\dots0,85$).

Коэффициент использования станка по мощности:

$$K = \frac{N_{ст}}{N_d} = \frac{2,61}{20,0} = 0,13 \quad (1.20)$$

Эффективная мощность резания меньше мощности на приводе станка, поэтому оборудование для данной операции выбрано правильно.

Операция «токарно-карусельная ЧПУ»:

Расчет режимов резания при растачивании с Ø214 до Ø218Н9.

Глубина резания

для для получистового растачивания Ø218Н9: $t_{\text{чист}}=1,0$ мм, $t_{\text{чист}}=1,0$ мм,

Подача. Исходной величиной подачи при получистовой обработке растачивание является $S=0,3$ мм/об, при чистовом – $S=0,15$ мм/об, принимаемая по табл.11-14, с.266-268, [3].

Скорость резания – окружная скорость фрезы, м/мин, стр.265, [3].

$$v = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot s_z^y} \cdot K_v \quad (1.21)$$

Значения коэффициента C_v и показателей степени выбираем по табл. 17, с.269, [3], а период стойкости инструмента – Т [11].

$C_v = 420$; $x = 0.15$; $y = 0.2$; $m = 0.2$; $T = 60$ мин.

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

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{Pv} \cdot K_{Iv} \cdot K_{Ev} \quad (1.22)$$

где K_{Mv} - коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала, выбираемый по табл. 1...4, с.261...263, [3];

$K_{Pv} = 1,0$ – коэффициент, учитывающий состояние поверхности заготовки, выбираемый по табл. 5, с.263, [3]; $K_{Ev} = 1,0$;

$K_{Iv} = 1,0$ – коэффициент, учитывающий материал инструмента, по табл. 6, с.263, [3].

$$K_{Mv} = \left(\frac{750}{\sigma_B} \right)^{n_v} \quad (1.23)$$

Тогда

$$K_{Mv} = \left(\frac{750}{470} \right)^1 = 1.6$$

где $\sigma_B = 470$ МПа, для стали 20 [2];

$n_v = 1,0$ – показатель степени см. в табл. 2, с.262, [3].

Подставляя все известные значения в формулу для определения скорости резания, получим:

для полукриволинейного точения:

$$v = \frac{420}{60^{0,2} \cdot 1^{0,15} \cdot 0,27^{0,35} \cdot 0,3^{0,2}} \cdot 1,6 \cdot 0,9 = 102,5 \text{ м / мин} \quad (1.24)$$

для чистового точения:

$$v = \frac{420}{60^{0,2} \cdot 1^{0,15} \cdot 0,27^{0,35} \cdot 0,3^{0,2}} \cdot 1,6 \cdot 0,9 = 102,5 \text{ м / мин}$$

Частота вращения:

для чернового точения:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 102,5}{3,14 \cdot 216} = 150,4 \text{ об / мин} \quad (1.25)$$

По паспорту станка принимаем $n_{np} = 154 \text{ об / мин}$;

Тогда скорректированная скорость резания равна:

для чернового точения:

$$v = \frac{n \cdot \pi \cdot D}{1000} = \frac{154 \cdot 3,14 \cdot 216}{1000} = 104,4 \text{ м / мин} ;$$

Сила резания. Главная составляющая силы резания при точении - окружная сила, Н

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot s_z^y \cdot V^n}{1} \cdot K_p \quad (1.26)$$

Значения коэффициента C_p и показателей степени выбираем по табл.22, с.273, [3], поправочный коэффициент K_p для стали - в табл.9, с.264, [3].

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

$$K_p = \left(\frac{\sigma_b}{750} \right)^n = \left(\frac{190}{190} \right)^{0,35} = 0,65 \quad (1.27)$$

Величины остальных составляющих силы резания: радиальной P_y , осевой P_x , устанавливаем из соотношения с главной составляющей P_z по табл.42, с.292,[3].

Подставляя найденные значения в формулу определения силы P_z ,

получим:

для получистового точения:

$$P_z = \frac{10 \cdot 300 \cdot 1^1 \cdot 0,3^{0,75} \cdot 150^{-0,15}}{1} \cdot 0,65 = 376 \text{кН}$$

для чистового точения

$$P_z = \frac{10 \cdot 300 \cdot 1^1 \cdot 0,3^{0,75} \cdot 160^{-0,15}}{1} \cdot 0,65 = 220 \text{кН}$$

Следовательно, остальные силы:

для получистового точения:

Эффективная мощность резания:

$$N_e = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} \quad (1.28)$$

для получистового точения:

$$N_e = \frac{376 \cdot 150}{1020 \cdot 60} = 0,8 \text{кВт}$$

для чистового точения

$$N_e = \frac{220 \cdot 160}{1020 \cdot 60} = 0,5 \text{кВт}$$

Подсчитанную по формулам наибольшую эффективную мощность резания сопоставляем с паспортными данными выбранного станка:

Для станка модели 1516Ф3 $N_d = 30,0$ кВт.

Мощность на приводе станка:

для получистового точения:

$$N_{CT} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{0,8}{0,85} = 0,94 \text{кВт} \quad (1.29)$$

для чистового точения

$$N_{CT} = \frac{N_e}{\eta} = \frac{0,5}{0,85} = 0,59 \text{кВт}$$

где η - КПД станка (в среднем $\eta=0,8\dots0,85$).

Коэффициент использования станка по мощности:

$$K = \frac{N_{CT}}{N_D} = \frac{0.94}{30,0} = 0,03 \quad (1.30)$$

$$K = \frac{N_{CT}}{N_D} = \frac{0.59}{30,0} = 0,02$$

Эффективная мощность резания меньше мощности на приводе станка, поэтому оборудование для данной операции выбрано правильно.

Результаты расчётов режимов резания по всем операциям технологического процесса механической обработки, полученных на основании расчетов, свожу в таблицу 1.15.

Таблица 1.15 – Результаты расчета

Номер и название операции	Содержание операции	Подача S, мм/мин. (мм/об.)	Скорость резания V, м/мин.	Частота вращения шпинделя n, об/мин.
015 Фрезерная ЧПУ	Фрезерование торцевое	300	122	388
	Сверление 4 отв. Ø19-Н14	58	23	385
	Сверлить 2 отв. Ø14	93	34	773
	Сверлить 4 отв. Ø8,5	130	32	1198
	Нарезать резьбу М10-7Н в 4-х отв.	358	8	239
020 Фрезерная ЧПУ	Фрезерование торцевое	300	160	320
	Сверление 4 отв. Ø 14	93	34	773
	Сверление 4 отв. Ø 7,8	132	41	1673
	Резьбонарезание М16-Н7	300	8	150
	Фрезерование паза Ø 8	295	45	1790
	Сверление 2 отв. Ø 6,8	132	41	1919
	Развертывание	150	9,6	382
025 Фрезерная ЧПУ	Фрезерование плоскости	300	196	500
	Фрезерование лыски	200	55	350

030 Токарно-карусельная ЧПУ	Растачивание	0,3	150	154
	Точение	0,15	160	100
	Растачивание сферы	0,15	107	200
035 Фрезерная ЧПУ	Фрезерование	20	39	250
	Сверление Ø 8,5	130	32	1198
	Резьбонарезание M16-H7	300	8	150
	Резьбонарезание M10-H7	358	8	239
040 Радиально-сверлильная	Сверление Ø10,2	0,16	21	560
	Сверление Ø 18,75	0,2	21	355
	Резьбонарезание G1/2-B	0,2	4,6	71
045 Радиально-сверлильная	Сверлить отв Ø 18,75	0,2	21	335
	Цекование обратное	0,05	70	796
	Резьбонарезание G1/2-B	0,2	4,6	71

1.8 Расчет норм времени

Так как технологический процесс данной детали разрабатывается для среднесерийного производства, то технической нормой времени будет являться $T_{шт-к}$ [13].

Норма штучного времени на операцию складывается из следующих составляющих:

$$T_{шт-к} = T_o + T_{всп} + T_{об} + T_{пер} \text{ мин}, \quad (1.31)$$

где; T_o – основное время, мин;

Основное машинное время обработки рассчитывается по формулам:

$$T_o = \frac{L_{и}}{S_{м}} = \frac{(l_{вр} + l_{р} + l_{пер})i}{s_o n}, \quad (1.32)$$

где $L_{и}$ – путь, проходимый режущим инструментом в процессе обработки данной поверхности;

$S_{м}$ – минутная подача инструмента при обработке, мм/мин;

$l_{вр}$ – путь врезания инструмента на полную глубину, мм;

$l_{р}$ – длина обработки поверхности, мм; $l_{пер}$ – путь перебега инструмента из зоны обработки, мм;

i – число проходов инструментом данной поверхности;

S_0 – подача на оборот заготовки (инструмента), мм/об;

n – число оборотов заготовки (инструмента), мин⁻¹.

$T_{ПЗ}$ – подготовительно – заключительное время, мин

Вспомогательное время состоит из следующих элементов: время на установку и снятие детали; время на управление станком (включение и выключение рабочего хода, переключение чисел оборотов и подач, включение и выключение подачи СОЖ); время на измерение детали (если оно не перекрывается основным и определяется по нормативам).

$$T_{\text{всп.}} = T_{\text{у.с}} + T_{\text{з.о}} + T_{\text{уп}} + T_{\text{из}} - \text{вспомогательное время, мин;} \quad (1.33)$$

Где; $T_{\text{у.с}}$ – время на установку и снятие детали, мин;

$T_{\text{з.о}}$ – время на закрепление и открепление детали, мин;

$T_{\text{уп}}$ – время на приемы управления, мин;

$T_{\text{из}}$ – время на измерение детали, мин;

Время обслуживания рабочего места и время перерывов на отдых и личные потребности определяются в процентах от оперативного $T_{\text{оп}} = T_{\text{о}} + T_{\text{в}}$ 3...5% и 2...3% соответственно. Примем 5% для времени технического и организационного обслуживания рабочего места; 3% – для перерывов в работе.

$$T_{\text{об.от}} = \frac{T_{\text{оп}} \cdot P_{\text{об.от}}}{100} - \text{время на обслуживание рабочего места и отдых,}$$

мин; (1.34)

$T_{\text{оп}} = T_{\text{о}} + T_{\text{в}}$ – оперативное время, мин;

$P_{\text{об.от}}$ – затраты времени в процентном отношении к оперативному, %;

$T_{\text{от}}$ – время перерывов на отдых и личные надобности, мин.

Расчетное количество деталей в партии:

$$n = \frac{N \cdot a}{F} = \frac{400 \cdot 10}{247} = 16 \text{ шт.} \quad (1.35)$$

где N - годовая программа изделий;

a - периодичность запуска – выпуска изделий;

F - число рабочих дней в году.

Нормы времени, назначенные по справочнику[13], для всех операций занесены в таблицу 1.16

Таблица 1.16 – Нормы времени по операциям.

Номер и наименование операции	T_O	$T_{всп}$	$T_{оп}$	$T_{п-з}$	n	$T_{шт-к}$
015 Фрезерно-сверлильная	8,24	10	10,7	24,7	16	53,64
020 Фрезерно-сверлильная	8,4	15	16,05	24,7		64,15
025 Фрезерно-сверлильная	7	11	11,77	24,7		49,21
030 Токарно-карусельная	9,73	6	6,42	16		38,15
035 Фрезерно-сверлильная	5,3	11	11,77	16		44,07
040 Радиально-сверлильная	0,776	3	3,21	4		10,98
045 Радиально-сверлильная	0,776	3	3,21	4		10,98
050 Термоэнергетическая	1	0,31	0,33	5		6,64

Таким образом, весь технологический процесс изготовления детали типа «корпус подшипника» длится $\sum T_{шт-к} = 277.82 \text{мин} = 4.6 \text{ч}$.

2 Проектирование специального станочного приспособления

2.1 Анализ исходных данных и разработка технического задания

В данной дипломной работе требуется спроектировать специальное приспособление для обработки плоскости разъема детали «крышка подшипника».

Механизированное приспособление позволяет повысить точность обработки.

Изобретение относится к металлообработке и может быть использовано для закрепления деталей на фрезерных станках. Предшествующие разработки механизированных зажимных устройств не обеспечивают возможность получения достаточно точного усилия зажима. В предложенном приспособлении поставленная цель достигается тем, что приспособление снабжено регулируемыми подпружиненными упорами, размещёнными в выполненных в корпусе радиально, а ходовой винт выполнен с резьбой и цилиндрическим буртиком с заходными конусами контактирующие с деталью.

Предлагаемая конструкция механизированного приспособления обладает повышенной точностью усилий зажима во всём рабочем диапазоне, что способствует повышению точности механической обработки партии однотипных, например тонкостенных либо хрупких, деталей. Кроме того, наличие возвратно поступательного движения зажимных губок приспособления с закреплённой в них деталью вдоль направляющих корпуса т значительно расширяет область применения режимов механической обработки на фрезерных станках, что позволяет проводить обработку разнообразных деталей на наиболее экономичных и оптимальных технологических режимах [3].

2.2 Разработка принципиальной схемы и компоновки приспособления.

Операционный эскиз:

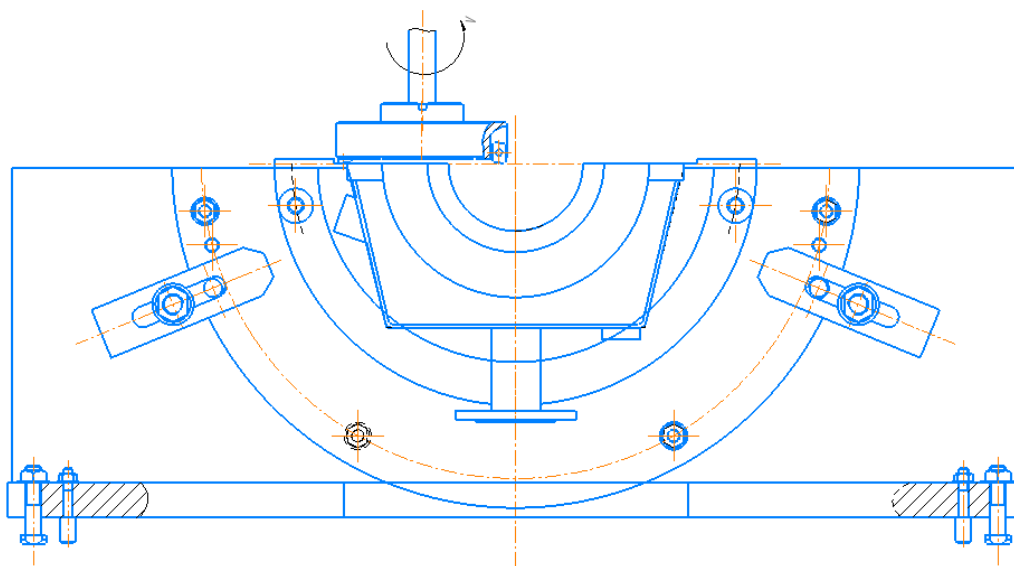


Рисунок 2.1 – Операционный эскиз

Для обеспечения заданной точности обработки принимаем схему базирования, представленную на рисунке 2.2.

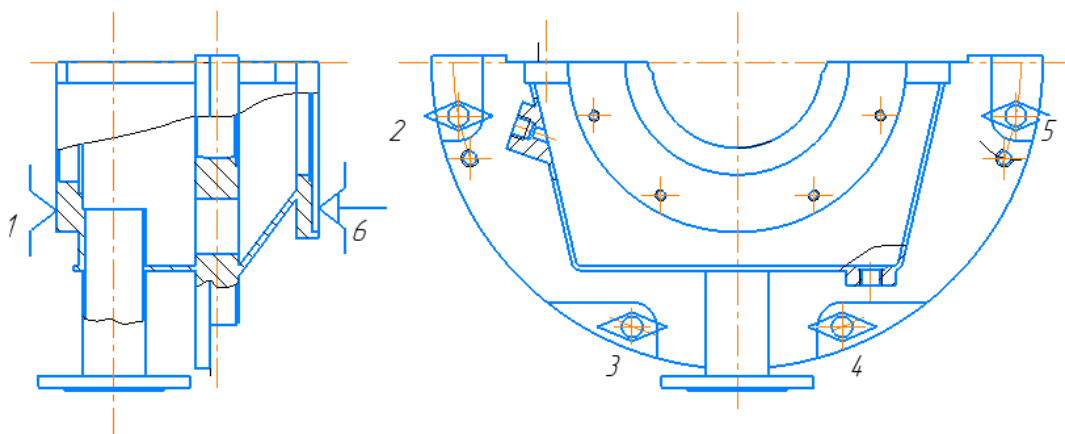


Рисунок 2.2 – Теоретическая схема базирования.

- 1 – установочная явная база,
- 2,3,4,5 – направляющие явные базы,
- 6 – опорная скрытая база.

2.3 Конструирование и расчет функциональных элементов приспособления и исполнительных размеров

Установочные элементы приспособлений предназначены для материализации теоретической схемы базирования.

В качестве установочных элементов принимаются пальцы и прихваты.

Палец центрирующий 7033-0035 ГОСТ 12195-66*

Прихват ГОСТ 15608-81

Прочность – одно из основных требований, предъявляемых к деталям и приспособлениям в целом. Прочность деталей может рассматриваться по коэффициентам запаса или по номинальным допускаемым напряжениям. Расчеты по номинальным допускаемым напряжениям менее точны и прогрессивны, но значительно проще.

С помощью расчета деталей (элементов) приспособлений на прочность можно решать две задачи:

а) проверку на прочность уже существующих деталей с определенными размерами, сечений, путем сравнения фактических напряжений (моментов, сил), с допускаемыми – проверочный расчет;

б) определение размеров сечений деталей — предварительный проектный расчет.

Расчет на прочность (задача а) детали в виде стержня прямоугольного сечения, нагруженного осевой силой, по допускаемым напряжениям растяжения (сжатия) осуществляется по формуле[9];

$$\sigma = \frac{2P}{ab} \leq [\sigma], \quad (2.1)$$

Где σ – фактическое напряжение растяжения (сжатия), МПа;

P – расчетная сила,

H ; $a \times b$ — площадь опасного сечения, мм;

$[\sigma]$ – допускаемое напряжение растяжения (сжатия), МПа.

Наиболее нагруженной деталью является прихват.

$$\sigma = \frac{2P}{ab} = \frac{2 \cdot 2500}{0.02 \cdot 0.012} = 20.8(\text{МПа}) \leq [\sigma] = 183(\text{МПа}). \quad (2.2)$$

Максимальное напряжение меньше допускаемого, следовательно, величина сечения нагруженной детали выбрана правильно.

2.4 Разработка схемы для расчета и определения сил закрепления

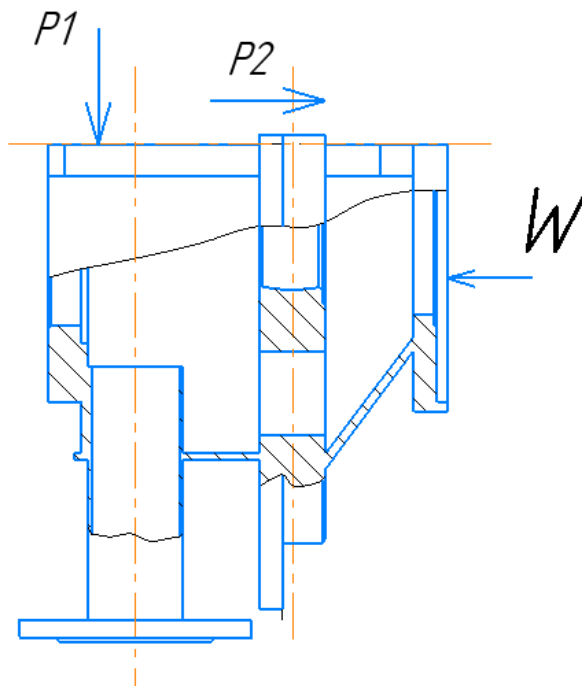


Рисунок 2.3 – Схема зажатия.

Сила зажима W , приложенная к обрабатываемой детали направлена перпендикулярно фланцу, а силы резания: P_2 направлена навстречу силе зажима, P_1 – сила резания при врезании перпендикулярно. Силы направлены с разных сторон и прижимают деталь к опоре приспособления.

Для определения силы P_1 преобразуем крутящий момент по формуле:

$$P_1 = \frac{M}{2L} = 835 \text{ Н} \quad (2.3)$$

Сила зажима:

$$W = \frac{KP_2 - P_1 f_1}{f_1 + f_2} \quad (2.4)$$

Где $f_1, f_2 = 0,1$ – коэффициенты трения между деталью и установочными зажимными элементами приспособления.

K – коэффициент запаса.

$$W = \frac{1.4 \times 1864.05 - 835.2 \times 0.1}{0.2} = 12629.75 \text{ Н}$$

Расчет зажимного механизма.

Данный винтовой зажимной механизм рассчитывается по формуле:

$$W = \frac{Ql}{rcptg(\alpha + \phi np) + fRctg\beta / 2} \quad (2.5)$$

где $Q = 14 \div 20$ – искомая сила на рукоятке, прикладываемая рабочим, Н(кгс).

R_{cp} – средний радиус резьбы винта, мм.

$A = 3^\circ$ – угол подъема винта резьбы.

$\Phi_{np} = 6^\circ 40'$ – приведенный угол трения в резьбовой паре.

$f = 0.1$ – коэффициент трения при плоском контакте 2х сопрягаемых деталей.

R – радиус сферического конца винта в гнезде башмака, мм.

$\beta = 180^\circ$ – угол между касательной к сферической поверхности винта в гнезде башмака, град.

Для обеспечения необходимого усилия зажима нужен ключ с длиной рычага L , которая вычисляется по формуле:

$$L = \frac{W \times rcptg(\alpha + \phi np)}{Q} \quad (2.6)$$

В данном случае длина рычага равна:

$$L = \frac{12629.75 \times 4.6tg9.40}{20} = 465.74 \text{ мм}$$

Следовательно, длина рычага соответствует данной силе зажима.

Погрешность базирования это отклонение фактически достигнутого положения заготовки при базировании от требуемого.

Погрешность базирования возникает, когда опорная установочная база обрабатываемой детали не совмещена с измерительной. Величина относится к заданному размеру, получаемому при соответствующей схеме установки детали в приспособление.

Погрешность приспособления [9].

В данном случае погрешность базирования равна нулю, т.к. деталь базируется в угол.

Погрешность закрепления.

Погрешность закрепления – это разность наибольшими и наименьшими величинами проекции смещения измерительной базы на направление выполняемого размера в результате приложения к заготовке силы закрепления.

На погрешность закрепления E_z наибольшее влияние оказывают следующие факторы:

- непостоянство силы закрепления;
- неоднородность шероховатости и волнистости базы заготовок;
- износ опор.

В данном случае непостоянство силы закрепления отсутствует, т.к. применена сила постоянная. Поверхность детали обработана, следовательно, неоднородность шероховатости и волнистости базы заготовок не может быть. Износ опор происходит очень медленно, т.к. они имеют повышенную твердость.

Следовательно, в данном случае погрешность закрепления будет равна нулю.

$$E_y = E_6 + E_z + E_{z.и.} + E_{и.} + E_{y.c.} + E_c \quad (2.7)$$

Если погрешность $E_{и.}$ и $E_{z.и.}$ зависящие от износа установочных элементов, можно регулярно компенсировать поднастройкой инструмента, то

$$E_y = E_6 + E_z = 0 + 0 = 0$$

В результате расчетов погрешность приспособления получилась равна нулю.

2.5 Описание конструкции и принципа работы приспособления

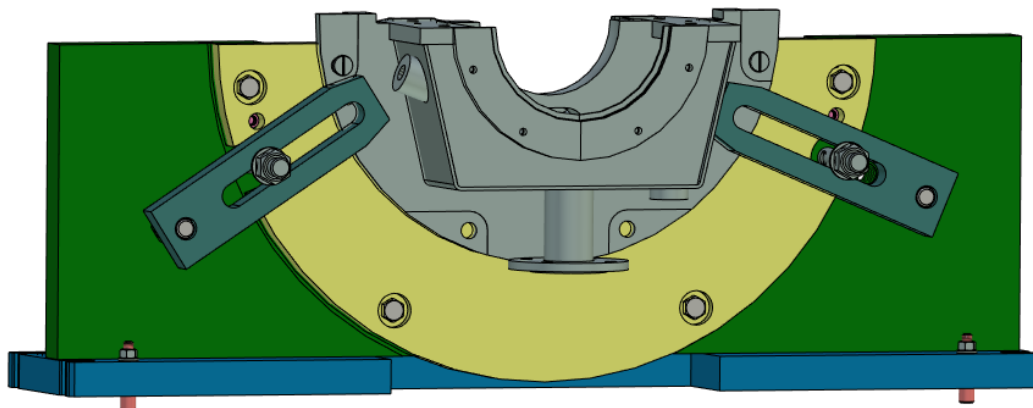


Рисунок 2.4 – Схема приспособления с деталью «Корпус подшипника».

Приспособление относится к типу зажимных механических приспособлений. Принцип работы его следующий. Корпус позиции 2, устанавливают на столе станка и закрепляют его при помощи станочных болтов позиции 3, гайками позиции 5 и шайбами позиции 14. Для точного расположения корпуса приспособления дополнительно центрирую двумя шпильками позиции 4. Устанавливают съёмное полукольцо позиции 1, изготовленное под базирующие поверхности детали, на корпус приспособления позиции 2. Закрепляют двумя базирующими пальцами позиции 9, гайками позиции 5 и шайбами позиции 15. После закрепляют полукольцо болтами позиции 11. Устанавливают заготовку, для чего ее одевают на центрирующие пальцы и прижимают к базовой прижимной поверхности съёмного полукольца. Затем притягивают планками позиции 8 через шпильки позиции 9, гайками позиции 6 и шайбами позиции 15. Чтобы прихваты не соскакивали, у них имеются дополнительные резьбовые отверстия, в которые вкручиваются с обратной стороны болты позиции 12, для распора и обеспечения полного прилегания.

2.6 Проектирование технологии сборки приспособления

Технологическая схема сборки позволяет осуществлять и контролировать процесс разработки последовательности сборки и является основным оперативным документом, используемым для организации процесса сборки.

На основе технологической схемы сборки разрабатывается технологический процесс сборки.

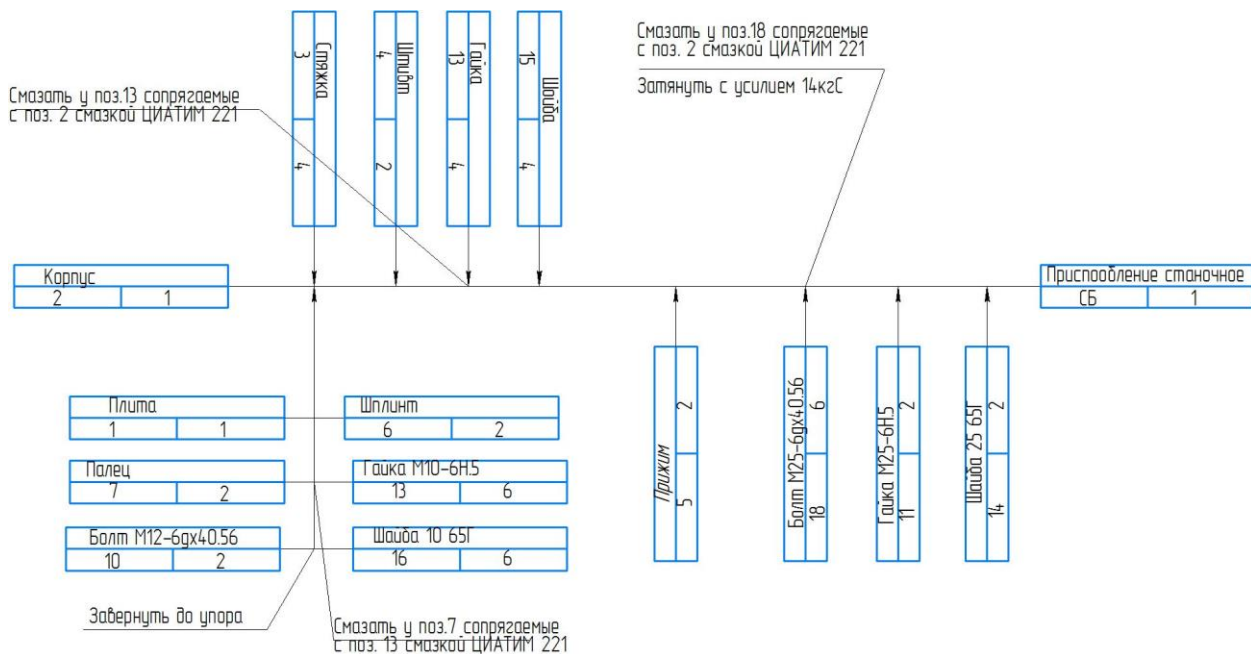


Рисунок 2.5 – Схема сборки приспособления

Выводы по главе:

В данной работе был проведен анализ технологически детали, сделан вывод, что деталь не технологична т.к. имеет сложную форму для базирования детали на станке, имеет резьбовое отверстия под углом, и труднодоступные поверхности для обработки.

Определен тип производства.

Произведено технико-экономическое сравнение двух вариантов заготовки – литьё и сварная с выбором заготовки в виде сварной детали, разработан чертеж заготовки.

Разработан технологический маршрут обработки детали, спроектирован план изготовления. Выбраны средства технологического оснащения.

Разработана операционная технологическая карта, рассчитаны припуски, режимы резания и нормы времени на все операции.

Разработано специальное приспособление для фрезерования плоскости разъёма корпуса подшипника.

Разработаны маршрутная карта, операционные карты и карты эскизов.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»

Студенту:

Группа	ФИО
3-4А7Б	Боярову Ивану Игоревичу

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

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

1. <i>Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	Бюджет проекта – не более 820002 руб., в т.ч. затраты по оплате труда – не более 534428 руб.
2. <i>Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	Районный коэффициент – 1,3.
3. <i>Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	Отчисления во внебюджетные фонды -30,2%.

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. <i>Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения НИ с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i>	Анализ потенциальный потребителей Анализ конкурентных технических решений SWOT-анализ
2. <i>Планирование и формирование бюджета научных исследований</i>	Разработка плана работ; Построение графика Ганта. Определение бюджета затрат на выполнение работ.
3. <i>Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования</i>	Анализ ресурсоэффективности проекта.

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Карта сегментирования
2. Матрица SWOT
3. Диаграмма Ганта

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

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент ОСГН ШБИП ТПУ	Клемашева Елена Игоревна	канд.экон.наук		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-4А7Б	Бояров Иван Игоревич		

3. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Данная глава была выполнена на основании учебно-методического пособия.

Целью главы «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» является определение эффективности и перспективности научно-исследовательского проекта – моей выпускной квалификационной работы.

Тема моей выпускной квалификационной работы «Разработка технологического процесса детали «Корпус подшипника».

Поэтому в данной главе будет подобран ряд необходимых финансовых показателей, соответствующих теме моей научно-исследовательской работе и выполнен их анализ.

Также будет проведена оценка совокупных денежных затрат на разработку технологического проекта детали «Корпус подшипника»,

Конечным результатом данной главы станет итоговая оценка эффективности всей проделанной работы – расчёт интегральных показателей.

В заключение данной главы будут сделаны выводы по проделанной работе.

3.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения исследований с позиции ресурсоэффективности

3.1.1 Потенциальные потребители результатов исследования

Для того, чтобы определить коммерческий потенциал и перспективность выполненного проекта, необходимо определиться с потребителями разработанной продукции. Дадим краткую характеристику продукции.

Продукцией является деталь «Корпус подшипника» - это важнейшая деталь, которая фиксирует основной вал на платформе, основным назначением которой является удержание в самом подшипнике смазочных материалов, а также защита внутренних частей механизма от попадания грязи и пыли.

Деталь «Корпус подшипника» используется в различных, сложных и

простых механизмах в машиностроении, энергетическом машиностроении, в пищевой и горнодобывающей промышленности, а так же: в буровых установках, железно дорожных вагонах, в подъемных кранах, в автомобильных дифференциалах, коробке передач, танках, лебедках, шестеренных гидромашинах – насосах, часах и в прочих механизмах.

Требования к точности поверхностей детали «Корпус подшипника» соответствуют условиям ее работы и необходимым нормативным документам (ГОСТам).

Деталь «Корпус подшипника» изготавливается из стали 20, ГОСТ 1050-2013. Из этой стали получается детали высокой прочности и вязкости. Затем проходит грунтовку и покрытие эмалью.

Анализ количественный показателей технологичности проекта детали «Корпус подшипника» показал, что на чертеже детали имеются все размеры необходимого количества, которые полностью определяют положение всех поверхностей и конструктивных элементов детали. Анализ качественный показателей также соответствует нормируемым показателям.

Следовательно, деталь «Корпус подшипника» обладает достаточной технологичностью и достаточной конкурентоспособностью.

Определим потенциальных потребителей детали «Корпус подшипника». При сегментировании необходимо учитывать, что данный продукт является мелкосерийным, а потребителями являются предприятия тяжелой и промышленности Российской Федерации.

На основании вышеизложенного строим карту сегментирования для детали «Корпус подшипника» таблица 3.1.

Таблица 3.1 – Карта сегментирования для детали «Корпус подшипника»

	Предприятия тяжелой промышленности: металлургические, нефтегазовые, механические, машиностроительные и др.	Предприятия лёгкой промышленности: Пищевые, швейные, трикотажных изделий, косметическо-парфюмерные, обувные и др.
Крупные		
Средние		
Мелкие		

Таким образом, деталь «Корпус подшипника» востребована в сегментах крупных и средних предприятий тяжелой промышленности, т.е. там, где фиксируется основной вал на платформе, основным назначением которой является удержание в самом подшипнике смазочных материалов, а также защита внутренних частей механизма от попадания грязи и пыли [14].

3.1.2 Анализ конкурентных технических решений

С помощью анализа конкурентных технических решений в данной главе будет проведен расчёт эффективности научно-исследовательского проекта.

В таблице 3.2 приведена оценочная карта конкурентных технических решений. Расчет осуществлялся с использованием двух методов получения заготовки – из проката и из литья.

Таблица 3.2 – Оценочная карта для сравнения конкурентных решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы		Конкурентно-способность	
		Б _{пр} _{ок}	Б _{лит}	К _{прок}	К _к
Технические критерии оценки ресурсоэффективности					
1. Способствует росту производительности труда	0,15	5	1	0,75	0,15
2. Удобство и простота эксплуатации (соответствует потребителям требованиям)	0,17	7	8	1,19	1,36
3. Энергоэкономичность	0,05	3	4	0,15	0,2
4. Надежность	0,1	2	4	0,2	0,4
5. Безопасность	0,16	3	2	0,48	0,32
6. Уровень шума	0,1	3	3	0,3	0,3
Экономические критерии оценки					
1. Конкурентоспособность	0,07	2	4	0,14	0,28

2. Уровень проникновения на рынок	0,05	1	4	0,05	0,2
3. Цена	0,1	1	4	0,1	0,4
4. Предполагаемый срок эксплуатации	0,06	3	2	0,18	0,12
Итого:	1	30	36	3,54	3,73

Определяем конкурентные технические решения по формуле:

$$K_{\text{лит}} = \sum B_i \cdot B_i = (0,15 \cdot 5) + (0,17 \cdot 7) + (0,05 \cdot 3) + (0,1 \cdot 2) + (0,16 \cdot 3) + (0,1 \cdot 3) = 3,54 \quad (3.1)$$

Аналогично рассчитываем $K_{\text{прок}} = 3,73$.

$K_{\text{прок}} > K_{\text{лит}}$, следовательно, заготовка из проката детали «Корпус подшипника» более эффективна в проекте, чем заготовка из литья.

3.2 SWOT-анализ

Оценка стратегического положения и перспектив организации и формулировка стратегии часто осуществляются на основе SWOT-анализа: во внешней среде фирмы выявляются факторы, представляющие, с одной стороны, возможности, а с другой – угрозы для ее развития. Одновременно оцениваются слабые и сильные стороны ее внутреннего потенциала, прежде всего в сфере производства и управления. Затем происходит их попарное сопоставление с помощью SWOT-матрицы.

Комбинация сильных сторон и предоставляющихся возможностей предопределяет направленность стратегии на получение максимальной отдачи последних. Комбинация слабых сторон и появляющихся возможностей нацеливает стратегию на использование этих возможностей для преодоления существующих недостатков. Комбинация сильных сторон и угроз ориентирует стратегию на борьбу с опасностями за счет использования имеющихся внутренних резервов. Наконец, комбинация слабых сторон и угроз задает необходимость выработки такой стратегии, которая бы позволила организации не только укрепить свой потенциал, но и предотвратить возможные неприятности, грозящие из внешнего окружения. SWOT-анализ с заполненной

матрицей, данные представлено в таблице 3.3 [14].

Таблица 3.3 – SWOT-анализ внешней и внутренней среды разрабатываемого проекта

		Внешняя среда	
		Возможности	Угрозы
		В1. Рост рынка за счет улучшения экономического положения в стране. В2. Прочные отношения с потребителями и партнёрами. В3. Доступность рынка научных технологий;	У1. Активность конкурентов У2. Ограничение трудовых ресурсов. У3. Повышение требования к нормативным показателям изделия; У4. Отсутствие заинтересованности у основных потребителей.
Внутренняя среда	Сильные стороны	1.1. Увеличение финансовых ресурсов организации 1.2. Использование рынка научных технологий и коммерческой информации для собственных целей; 2.1. Закупка современного оборудования; 2.2. Мониторинг спроса и выравнивание его показателей.	1.1. Разработка мер, поддерживающих конкурентоспособность организации 1.2. Увольнение (по собственному желанию) квалифицированных работников; 2.1. Сокращение выпускаемого продукта; 2.2. Снижение эффективности технологического процесса.
	С1. Наличие необходимых финансовых ресурсов – возможность быстро оформить кредит. С2. Состояние лабораторного оборудования. С3. Отсутствие затрат на создание проекта С4. Доступность коммерческой информации.		
	Слабые стороны	1.1. Разработка своих патентов, ноу-хау; 1.2. Развитие инновационных направлений 2.1. Привлечение специалиста по управлению инновационным проектом; 2.2. Совместные инновационные разработки с партнёрами после изучения спроса потребителей.	1.1. Понижение конкурентоспособности как продукта и организации; 1.2. Замена высококвалифицированных работников работниками низкой квалификации; 2.1. Нет возможности для повышения квалификации персонала путём его обучения; 2.2. Перспектива закрытия проекта из-за отсутствия персонала по работе с лабораторным оборудованием.
	Сл1. Низкий научно-технический задел; Сл2. Недостаток квалифицированного персонала.		

Таким образом, SWOT-анализ разрабатываемого продукта – детали «Корпус для подшипника» позволил разработать следующие мероприятия:

- сочетание сильных сторон и возможностей позволяют получить следующие выгоды:

- увеличение финансовых ресурсов организации для расширения своей коммерческой деятельности;
- использование рынка научных технологий и коммерческой информации для собственных целей;
- закупка и использование современного оборудования для изготовления

детали «Корпус подшипника»;

- мониторинг спроса и выравнивание его показателей;

- сочетание слабых сторон и возможностей позволяют реализовать следующие выгоды:

- разработка своих патентов, ноу-хау;

- развитие инновационных направлений;

- совместные инновационные разработки детали «Корпус подшипника»

с партнёрами после изучения спроса потребителей.

3.3 Планирование научно-исследовательских работ

3.3.1 Структура работ в рамках научного исследования

Данная научно-исследовательская работа ведется исполнителем (студентом) под руководством научного руководителя в течение года.

В результате этого года происходит распределение работ между исполнителями проекта, а также определяется очередность тех или иных работ.

Структура работ в рамках научного исследования, а также их подробный план представлены в таблице 3.4.

Таблица 3.4 – Перечень этапов и работ. Распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Подготовка и утверждение технического задания, утверждение плана-графика	Научный руководитель
	2	Календарное планирование выполнения работ	Исполнитель, научный руководитель
Выбор способа решения поставленной задачи	3	Поиск и изучение материала по теме	Исполнитель
	4	Подбор нормативных документов	Исполнитель
Теоретические и экспериментальные исследования	5	Планирование эксперимента	Исполнитель, научный руководитель
	6	Подготовка материалов	Исполнитель
	7	Разработка и проведение эксперимента	Исполнитель
Обобщение и оценка результатов	8	Систематизирование и обработка полученных данных	Исполнитель
	9	Оценка правильности полученных	Исполнитель

		результатов	Научный руководитель
Оформление отчета по НИР		Составление пояснительной записки	Исполнитель

Таким образом, на основании данных таблицы 3.4 составляем планирование научно-исследовательских работ, которое состоит из 5 этапов:

- разработка технического задания;
- выбор способа решения поставленной задачи;
- теоретические и экспериментальные исследования;
- обобщение и оценка результатов;
- оформление отчета по научно-исследовательской работе.

3.3.2 Определение трудоемкости выполнения работ и разработка графика проведения

Расчет продолжительности этапов работ и определения ожидаемых значений продолжительности работ $t_{ож}$ осуществляется по формуле:

$$t_{ож\ i} = \frac{3 \cdot t_{\min\ i} + 2 \cdot t_{\max\ i}}{5} \quad (3.2)$$

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

$t_{\min\ i}$ – минимальная продолжительность i – ой работы, дн.;

$t_{\max\ i}$ – максимальная продолжительность i – ой работы, дн.

Чтобы рассчитать данные показатели, необходимо определить вероятностные проблемы научно-исследовательской работы.

Обозначим вероятностные проблемы проекта по мере их возрастания:

- исполнение 1 – вероятность нарушения требований ГОСТа при разработке; несоблюдение нормативно-правовой базы; нарушение требований при решении проблемы;

- исполнение 2 – вероятность нарушения + степень усложнения обстановки; нарушение требований ГОСТ + возникновение угрозы ЧС; нарушение требований при решении проблемы + отсутствие финансирования при решении проблемы;

- исполнение 3 – вероятность нарушения + степень усложнения

обстановки; нарушение требований ГОСТ +возникновение угрозы ЧС + отсутствие документации; нарушение требований при решении проблемы + отсутствие финансирования при решении проблемы; несоблюдение нормативно-правовой базы + внесение изменений в нормативно-правовую базу + отсутствие нормативно-правовой базы; нарушение требований при решении проблемы + отсутствие финансирования при решении проблемы + отсутствие помощи сторонних организаций

Рассчитываем ожидаемую трудоёмкость выполнения для решения проблемы исполнения 1:

$$t_{ожі} = \frac{3 \cdot 30 + 2 \cdot 45}{5} = 36 \text{ чел.-дн.}$$

Затем определяем продолжительность каждой работы в рабочих днях T_{pi} , при этом учитываем параллельность выполнения работ несколькими исполнителями, по следующей формуле:

$$T_{pi} = \frac{t_{ожі}}{Ч_i}, \quad (3.3)$$

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

$t_{ожі}$ – ожидаемая трудоёмкость выполнения одной работы, чел. – дн.

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

$$T_{pi} = \frac{36}{2} = 18 \text{ раб.дн}$$

Рассчитываем ожидаемую трудоёмкость выполнения работы и её продолжительность для решения проблемы исполнения 2:

$$t_{ожі} = \frac{3 \cdot 30 + 2 \cdot 60}{5} = 42 \text{ чел.-дн.},$$

$$T_{pi} = \frac{42}{2} = 21 \text{ раб.дн.}$$

Аналогично рассчитываем ожидаемую трудоёмкость выполнения работы и её продолжительность для решения проблемы исполнения 3:

$$t_{ожі} = \frac{3 \cdot 40 + 2 \cdot 105}{5} = 66 \text{ чел.-дн.},$$

$$T_{pi} = \frac{66}{2} = 33 \text{ раб.дн.}$$

Для выполнения работ, перечисленных в таблице 3.4, требуются следующие специалисты:

- исполнитель (студент) НИР (ВКР);
- научный руководитель.

Для построения диаграммы Ганта рассчитаем продолжительность этапов в рабочих днях (T_{pi}),а затем переведем её в календарные дни.

Для этого воспользуемся формулой:

$$T_{РД} = \frac{t_{ожі}}{K_{ВН}} \cdot K_{Д}, \quad (3.4)$$

где $t_{ожі}$ –продолжительность работы, дн.;

$K_{ВН}$ – коэффициент выполнения работ, учитывающий влияние внешних факторов на соблюдение предварительно определенных длительностей ,в частности, возможно $K_{ВН} = 1$;

$K_{Д}$ – коэффициент, учитывающий дополнительное время на компенсацию непредвиденных задержек и согласование работ ($K_{Д} = 1-1,2$; в этих границах конкретное значение принимает сам исполнитель).

Расчет продолжительности этапа в календарных днях ведется по формуле:

$$T_{КД} = T_{РД} \cdot T_{К} \quad (3.5)$$

где $T_{КД}$ – продолжительность выполнения этапа в календарных днях;

$T_{К}$ – коэффициент календарности, он позволяет перейти от длительности работ в рабочих днях к их аналогам в календарных днях, и рассчитывается по формуле:

$$T_{К} = \frac{T_{кал}}{T_{кал} - T_{вд} - T_{пд}}, \quad (3.6)$$

где $T_{кал}$ – календарные дни ($T_{кал} = 365$);

$T_{вд}$ – выходные дни ($T_{вд} = 52$);

$T_{пд}$ – праздничные дни ($T_{пд} = 14$).

$$T_k = \frac{365}{365-52-14} = 1,221.$$

В таблице 3.5 приведены расчёты временных показателей по этапам проведения научного исследования и их трудоемкости по исполнителям, занятым на каждом этапе.

В столбцах (3–5) реализован экспертный способ по формуле (3.2).

Таблица 3.5 – Трудоемкость и длительность работ по этапам проведения научного исследования

Этапы работы	Трудоемкость работ						Длительность работ в рабочих днях/ T_{pi}	Длительность работ в календарных днях, T_{ki}
	t_{min} , чел-дни		t_{max} , чел-дни		$t_{ож}$, чел-дни			
	Исп.1	Исп.2	Исп.1	Исп.2	Исп.1	Исп.2		
1 этап. Составление и утверждение технического задания, утверждение плана-графика	3	-	5	-	3,9	-	3,9	6
2 этап. Календарное планирование выполнения НИР	2	2	3	4	2,5	2,9	2,7	4
3 этап. Обзор научной литературы	-	7	-	9	-	7,9	7,9	12
4 этап. Выбор методов исследования	-	2	-	4	-	2,8	2,9	4
5 этап. Планирование эксперимента	2	5	3	7	2,5	5,9	4,2	6
6 этап. Подготовка материалов	-	5	-	7	-	5,9	4,9	7

Примечание: Исп.1–научный руководитель, Исп.2–исполнитель.

Столбцы 6 и 7 содержат величины трудоемкости этапа для каждого из двух участников проекта (научный руководитель и исполнитель) с учетом

коэффициента $K_D = 1,2$. Столбцы 8 и 9 содержат те же трудоемкости, выраженные в календарных днях путем дополнительного умножения на T_K ($T_K = 1,221$). Итог по столбцу 5 дает общую ожидаемую продолжительность работы над проектом в рабочих днях, итоги по столбцам 8 и 9 – общие трудоемкости для каждого из участников проекта. Две последние величины используются для определения затрат на оплату труда участников и прочие затраты. Величины трудоемкости этапов по исполнителям T_{KD} позволяют построить диаграмму Ганта (календарный план-график совместной деятельности исполнителей).

На основе данных таблицы 3.5 составлен календарный план-график выполнения проекта с использованием диаграммы Ганта таблица 3.6.

Таблица 3.6 – Диаграмма Ганта по научно-исследовательской работе

Этапы работы	Исполнитель	T_K , день	Продолжительность выполнения работ			
			Февраль	Март	Апрель	Май
1. Составление и утверждение технического задания, утверждение плана-графика	Исп1	6	■			
2. Календарное планирование выполнения НИР	Исп1Исп2	4		■		
3. Обзор научной литературы	Исп2	12		■		
4. Выбор методов исследования	Исп2	4			■	
5. Планирование эксперимента	Исп1Исп2	6			■	
6. Подготовка материалов	Исп2	7			■	
7. Проведение эксперимента	Исп2	23			■	■
8. Обработка полученных данных	Исп2	15				■
9. Оценка правильности Полученных результатов	Исп1Исп2	4				■

10. Составление пояснительной записки	Исп2	16					
Исполнитель 1		Исполнитель 2					

3.4 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

Бюджет научно-исследовательской работы состоит из всех видов расходов, необходимых для его выполнения. При формировании бюджета НИР, все планируемые затраты согласно п.5 ПБУ 10/99 «Расходы организации» группируются по следующим статьям [14]:

- материальные затраты научно-исследовательской работы (НИР);
- затраты на специальное оборудование для экспериментальных работ;
- основная заработная плата исполнителей;
- отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- накладные расходы/услуги сторонних организаций НИР (рис.3.1).

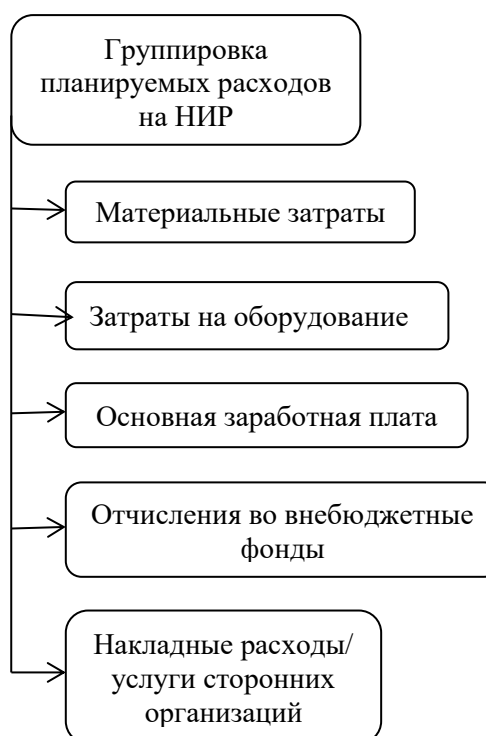


Рисунок 3.1 – Группировка расходов на НИР

3.4.1 Расчет материальных затрат НИР

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$Z_M = (1 + k_T) \cdot \sum_{i=1}^m C_i \cdot N_{\text{расх } i} \quad (3.7)$$

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

$N_{расх\ i}$ – количество материальных ресурсов i -го вида, планируемых к использованию при выполнении научного исследования (шт., кг, м);

$Ц_i$ – цена приобретения единицы i -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./шт., руб./кг, руб./м);

k_T – коэффициент, учитывающий расходы (транспортно-заготовительные).

Транспортные расходы принимаются в пределах 3-5% от стоимости материалов.

3.4.2 Расчёт затрат на спецоборудование для экспериментальных работ

Расчёт затрат на оборудование, необходимое для экспериментальных работ, проводится в виде его амортизационных отчислений. Данной спецоборудование находится в вузе и применяется непосредственно при НИР [15].

Для расчёта амортизационных отчислений применяется следующая формула:

$$C_{AM} = \frac{НА \times ЦОБ \times tpф \times n}{FD}, \quad (3.8)$$

где $НА$ – годовая норма амортизации единицы оборудования;

$ЦОБ$ – балансовая стоимость единицы оборудования с учетом ТЗР. При невозможности получить соответствующие данные из бухгалтерии она может быть заменена действующей ценой, содержащейся в ценниках, прейскурантах и т.п.;

FD – действительный годовой фонд времени работы соответствующего оборудования, берется из специальных справочников или фактического режима его использования в текущем календарном году. При этом второй вариант позволяет получить более объективную оценку C_{AM} ;

$t_{рф}$ – фактическое время работы оборудования в ходе выполнения проекта, учитывается исполнителем проекта;

n – число задействованных однотипных единиц оборудования.

Проведём расчёт амортизационных отчислений для ПК:

$$C_{AM} = \frac{NA \times ЦОБ \times t_{рф} \times n}{FD} = \frac{0,4 \times 80000 \times 598 \times 1}{2384} = 8026,85 \text{ руб.},$$

где $NA = 0,4$;

$ЦОБ = 80000$ руб.;

$FD = 2384$ час. (298 рабочих дней при шестидневной рабочей неделе);

$t_{рф} = 598$ час – время использования для НИР;

$n = 1$ компьютер.

3.4.3 Основная заработная плата исполнителей темы

Основная заработная плата находится по следующей формуле [16]:

$$Z_{осн} = Z_{дн} \cdot T_{раб}, \quad (3.10)$$

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

$T_{раб}$ – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дней.

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

Среднедневная заработная плата ($Z_{дн}$) работника рассчитывается по формуле:

$$Z_{дн} = Z_{м} \cdot \frac{M}{F_{д}}, \quad (3.11)$$

где $Z_{м}$ – месячный должностной оклад работника, руб.;

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года: при отпуске в 24 раб. дня $M = 11,2$ месяца, 5-дневная неделя; при отпуске в 48 раб. дней $M = 10,4$ месяца, 6-дневная неделя;

$F_{д}$ – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дней.

Рассчитанные данные в виде баланса рабочего времени представлены в таблице 3.8., основной заработной платы – в таблице 3.9.

Таблица 3.8 – Баланс рабочего времени, дни

Показатели рабочего времени	Научный руководитель	Исполнитель
Календарное количество дней	365	365
Количество нерабочих дней: - выходные и праздничные дни	66	118
Потери рабочего времени (отпуск, по болезни)	56	38
Действительный фонд рабочего времени	243	209

Месячный должностной оклад работника рассчитывается по формуле:

$$З_м = З_б \cdot k_p, \quad (3.12)$$

где $З_б$ – базовый оклад, руб.;

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

Расчет основной заработной платы приведен в таблице 3.9.

Таблица 3.9 – Расчет основной заработной платы

Исполнители	$З_б$, руб.	k_p	$З_м$, руб.	$З_{дн}$, руб.	Гр. раб.дн.	$З_{осн}$, руб.
Старший преподаватель	28000	1,3	36400	1 654,54	243	402053,22
Студент-дипломник	13890	1,3	18057	820,77	209	156767,6

Проведённые расчёты показали, что основная заработная плата за период разработки НИР составит:

- для научного руководителя – 402053,22руб.;
- для исполнителя – 156767,6 руб.

3.4.4 Дополнительная заработная плата научно-производственного персонала

Дополнительная заработная плата рассчитывается исходя из 10-15% от основной заработной платы работников, непосредственно участвующих в выполнении проекта и рассчитывается по формуле:

$$З_{доп} = k_{доп} \times З_{осн}, \quad (3.12)$$

где $З_{доп}$ – дополнительная заработная плата, руб.;

$k_{доп}$ – коэффициент дополнительной зарплаты, равен 10% от основной

заработной платы;

$Z_{осн}$ – основная заработная плата, руб.

В таблице 3.10 приведен расчет основной и дополнительной заработной платы.

Таблица 3.10 – Заработная плата исполнителей НИР

Заработная плата	Научный руководитель	Исполнитель
Основная заработная плата	402053,22	156767,6
Дополнительная заработная плата	40205,32	15676,76
Общая заработная плата	442258,54	172444,36
Итого по статье С _{зп}	614702,9	

Расчёты показали, что суммарная заработная плата за 2022 года составит 614702,9 руб.

3.4.5 Отчисления во внебюджетные фонды

Отчисления во внебюджетные фонды рассчитываются по формуле:

$$C_{внеб} = k_{внеб} \cdot (Z_{осн} + Z_{доп}) \quad (3.13)$$

где $k_{внеб}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды.

В 2022 году $k_{внеб} = 30,2\%$ от суммы затрат на оплату труда работников; 0,2% - отчисления на травматизм.

Подставляем эти данные в формулу и получаем:

$$C_{внеб} = 0,302 \cdot 614702,9 = 196704,93 \text{ руб.}$$

Следовательно, отчисления во внебюджетные нужды составляют 196704,93руб.

3.4.6 Накладные расходы и услуги сторонних организаций

Накладные расходы на НИР составили 1055,25 руб.

Услуги сторонних организаций (услуги печати) составили 2000 руб.

Принимаем расходы на выполнение проекта, которые не учтены в предыдущих статьях, равными 16% от суммы всех предыдущих расходов, т.е. Рассчитываем общие затраты по формуле:

$$C_{\text{накл.расх}} = (C_{\text{зп}} + C_{\text{внеб}} + C_{\text{усл.стор.орг.}} + C_{\text{ам}}) \cdot 0,16 \quad (3.15)$$

Тогда:

$$C_{\text{накл.расх}} = (1055,25 + 614702,9 + 2000 + 8026,85) \cdot 0,16 = 131598,38 \text{ руб.}$$

$$C_{\text{общ.затр.}} = (C_{\text{накл.расх.}} + C_{\text{зп}} + C_{\text{внеб.}} + C_{\text{усл.стор.орг.}} + C_{\text{ам}}) \cdot 0,16 \quad (3.14)$$

3.4.7 Расчет бюджета проекта

Определение общей себестоимости проекта рассчитываем на основании полученных выше расчётов по всем статьям сметы затрат, потраченных на научно-исследовательскую работу.

На основании полученных расчётов заполняем таблицу 3.13.

Таблица 3.13 – Бюджет затрат на разработку проекта

Статья затрат	Условное обозначение	Сумма, руб.
Накладные расходы	$C_{\text{накл.зрасх.}}$	1055,25
Основная заработная плата	$C_{\text{зп}}$	614702,9
Отчисления во внебюджетные фонды	$C_{\text{соц}}$	196704,93
Амортизационные отчисления	$C_{\text{ам}}$	8026,85
Общие затраты	$C_{\text{общ.затр.}}$	131598,38
Итого:		954088,31

Расчёты показали, что общая себестоимость проекта составила 954088,31руб.

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

Показателем эффективности научно-исследовательской работы является интегральный финансовый показатель. Нахождение интегрального показателя разработки связано с определением двух средневзвешенных величин: финансовой эффективности и ресурсоэффективности [14].

Интегральный финансовый показатель проекта рассчитывается следующим образом:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп}i} = \frac{\Phi_{ri}}{\Phi_{\text{max}}} ; \quad (3.15)$$

где I – интегральный финансовый показатель разработки;

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

Φ_{\max} – максимальная стоимость исполнения НИР.

Рассчитаем интегральный финансовый показатель разработки при решении проблемы исполнение 1:

$$\text{Исполнение 1} = \Phi_{p1} / \Phi_{\max} = 18131,94/33241,89 = 0,54$$

Рассчитаем интегральный финансовый показатель разработки при решении проблемы исполнение 2:

$$\text{Исполнение 2} = \Phi_{p2} / \Phi_{\max} = 21153,93/33241,89 = 0,64$$

Рассчитаем интегральный финансовый показатель разработки при решении проблемы исполнение 3:

$$\text{Исполнение 3} = \Phi_{p3} / \Phi_{\max} = 33241,89/33241,89 = 1,0$$

где $\Phi_1 = (1130,43 + 442,11)/2 \times 18 \text{раб.дн.} = 18131,94 \text{руб./дн.}$

$\Phi_2 = (1130,43 + 442,11)/2 \times 21 \text{раб.дн.} = 21153,93 \text{руб./дн.}$

$\Phi_3 = (1130,43 + 442,11)/2 \times 33 \text{раб.дн.} = 33241,89 \text{руб./дн.}$

Полученная величина интегрального финансового показателя разработки всех трех исполнений отражает соответствующее численное удешевление стоимости разработки в размах.

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения объекта исследования рассчитывается по следующей формуле:

$$I_{pi} = \sum a^i b^i, \quad (3.16)$$

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

a^i – весовой коэффициент i -го варианта исполнения разработки;

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

Расчёт **интегрального показателя ресурсоэффективности** будет проведён в табличной форме, данные представлены в таблице 3.14.

Таблица 3.14 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта:

Объект исследования / Критерии	Весовой коэффициент параметра	Исполнение 1	Исполнение 2	Исполнение 3
Повышает эффективность производительности труда	0,1	5	3	4
Удобен в эксплуатации (соответствует требованиям потребителя)	0,15	4	2	3
Помехоустойчивость	0,15	5	3	3
Энергосбережение	0,20	4	3	3
Высокая надежность	0,25	4	4	4
Низкая материалоемкость	0,15	4	4	4
Итого	1,0			

$$I_{\text{исполнение1}} = 5 \times 0,1 + 4 \times 0,15 + 5 \times 0,15 + 4 \times 0,20 + 4 \times 0,25 + 4 \times 0,15 = 4,25$$

$$I_{\text{исполнение2}} = 3 \times 0,1 + 2 \times 0,15 + 3 \times 0,15 + 3 \times 0,20 + 4 \times 0,25 + 4 \times 0,15 = 3,25$$

$$I_{\text{исполнение3}} = 4 \times 0,1 + 3 \times 0,15 + 3 \times 0,15 + 3 \times 0,20 + 4 \times 0,25 + 4 \times 0,15 = 3,50$$

Таким образом, $I_{\text{исполнение1}} = 4,25$; $I_{\text{исполнение2}} = 3,25$; $I_{\text{исполнение3}} = 3,5$.

Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки ($I_{\text{исп.}i}$) определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального показателя ресурсоэффективности по следующим формулам:

$$I_{\text{исп.1}} = I_{\text{р-исп.1}} / I_{\text{исп.1финр}} = 4,25 / 0,54 = 7,87$$

$$I_{\text{исп.2}} = I_{\text{р-исп.2}} / I_{\text{исп.2финр}} = 3,25 / 0,64 = 5,08$$

$$I_{\text{исп.3}} = 3,5$$

Сравнение интегрального показателя эффективности вариантов исполнения разработки позволит определить сравнительную эффективность проекта и выбрать наиболее целесообразный вариант из предложенных.

Сравнительная эффективность проекта:

$$\mathcal{E}_{\text{ср}} = \frac{I_{\text{исп.3}}}{I_{\text{исп.1}}} = \frac{3,5}{7,87} = 0,44,$$

$$\mathcal{E}_{\text{ср}} = \frac{I_{\text{исп.2}}}{I_{\text{исп.1}}} = \frac{5,08}{7,87} = 0,65,$$

$$\mathcal{E}_{\text{ср}} = \frac{I_{\text{исп.1}}}{I_{\text{исп.1}}} = \frac{7,87}{7,87} = 1,0$$

Таблица 3.15 – Сравнительная эффективность разработки НИР

	Исполнение 1	Исполнение 2	Исполнение 3
Интегральный показатель ресурсоэффективности	0,54	0,64	1,0
Интегральный показатель ресурсоэффективности	4,25	3,25	3,5
Интегральный показатель эффективности вариантов исполнения разработки	7,87	5,08	3,5
Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1,0	0,66	0,44

Сравнение значений интегральных показателей эффективности показало, что более эффективным вариантом решения поставленной в бакалаврской работе технической задачи с позиции финансовой и ресурсной эффективности является 1 метод, т.е. исполнение 1.

Выводы по главе:

В результате выполнения данной главы можно сделать следующие выводы:

1. Анализ потенциальных потребителей выявил, что данная деталь применяется в электрических машинах и выполняет основную функцию – служит опорой и передает вращательное движение ротору двигателя, при помощи скольжения масла внутри корпуса подшипника.

2. В ходе планирования для руководителя и исполнителя был разработан график реализации этапа работ, который позволяет оценивать и планировать рабочее время исполнителей.

3. Рассчитана основная заработная плата исполнителей научно-исследовательской работы и составляет 614702,9руб.;

4. Для оценки затрат на реализацию проекта разработан проектный бюджет, который составляет 954088,31руб.;

5. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования проводилось путём расчёта интегральных показателей.

6. Сравнение значений интегральных показателей эффективности показывает, что более эффективным вариантом решения поставленной в бакалаврской работе технической задачи с позиции финансовой и ресурсной эффективности является 1 метод, т.е. исполнение 1. Проблема заключается в несоблюдении нормативно-правовой базы и нарушении требований при решении проблемы.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа		ФИО	
3-4А7Б		Бояров Иван Игоревич	
Школа	ИШНПТ	Отделение школы (НОЦ)	Отделение машиностроения
Уровень образования	Бакалавр	Направление/специальность	15.03.01 Машиностроение

Тема ВКР:

Разработка технологического процесса изготовления детали «Корпус подшипника».

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:

<p>Введение</p> <ul style="list-style-type: none"> – Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика) и области его применения. – Описание рабочей зоны (рабочего места) при разработке проектного решения/при эксплуатации 	<p>Объект: <u>деталь «Корпус подшипника»</u></p> <p>Область применения: <u>Машиностроение</u></p> <p>Рабочая зона: <u>производственное помещение механического цеха (рабочая зона), 2 класс</u></p> <p>Размеры помещения <u>длина 8 м, ширина 6 м, высота 5 м</u></p> <p>Количество и наименование оборудования рабочей зоны: <u>станок, инструментальный шкафчик с режущими и измерительными инструментами и принадлежности к станку (патроны, планшайба с набором болтов и прихватов, закаленные и сырые кулачки, хомутики, люнеты, ключи, центра, масленка)</u></p> <p>Рабочие процессы, связанные с объектом исследования: Рабочие процессы, связанные с объектом исследования, осуществляющиеся в рабочей зоне - разработка и изготовление детали «Корпус подшипника» на токарном станке - обточка наружных цилиндрических и конических поверхностей, подрезки торцов, проточки канавок, расточки внутренних отверстий.</p>
--	--

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<p>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности при разработке проектного решения:</p> <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. 	<p><u>ГОСТ 12.2.049-80 ССБТ. Оборудование производственное.</u></p> <p><u>ГОСТ 12.2.033-78 Рабочее место при выполнении работ стоя</u></p> <p><u>«Трудовой кодекс Российской Федерации» от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 16.12.2019)</u></p>
<p>2. Производственная безопасность при разработке проектного решения:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Анализ выявленных вредных и опасных производственных факторов 	<p>Вредные факторы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - отсутствие или недостаток необходимого естественного и искусственного освещения. - аномальными микроклиматическими параметрами воздушной среды на местонахождении работающего; - связанные с чрезмерным загрязнением воздушной среды в зоне дыхания, то есть с аномальным физическим состоянием воздуха; - повышенный уровень и другие неблагоприятные характеристики шума; - монотонность труда, вызывающая монотонию. <p>Опасные факторы:</p> <ul style="list-style-type: none"> - неподвижные режущие, колющие, обдирающие, разрывающие (острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования) части твердых объектов, воздействующие на работающего при соприкосновении с ним; - движущиеся твердые объекты, наносящие удар по телу токаря (в том числе движущиеся машины и механизмы); подвижные части

	<p>производственного оборудования; передвигающиеся изделия и заготовки;</p> <p>- связанные с электрическим током, вызываемым разницей электрических потенциалов, под действие которого попадает работающий,</p>
3. Экологическая безопасность при разработке проектного решения	<p>Воздействие на селитебную зону - <u>нет</u></p> <p>Воздействие на литосферу: <u>Промышленные отходы. Отходы I, IV-V класса опасности.</u></p> <p>Воздействие на гидросферу: <u>Попадание в воду различных механических примесей (СОЖ, сточные воды)</u></p> <p>Воздействие на атмосферу: <u>Образуется пыль, а также туман (испарения СОЖ)</u></p>
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях при разработке проектного решения	<p>Возможные ЧС <u>пожар</u></p> <p>Наиболее типичная ЧС <u>пожар</u></p>
Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Антоневич Ольга Алексеевна	Кандидат биологических наук		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
3-4А7Б	Бояров Иван Игоревич		

4. Социальная ответственность

Введение

Тема выпускной квалификационной работы – «Разработка технологического процесса детали «Корпус подшипника», данная деталь выпускается мелкосерийно. «Корпус подшипника» – основная часть, подшипника скольжения и используется как опора вращения для электродвигателей АЗМ 1250/6000.

Потребителями данной продукции являются все предприятия тяжелой и средней промышленности, связанные с энергетикой и нефтеперерабатывающими станциями, где имеется необходимость в электродвигателях с сопряжением с насосами.

В данном разделе будет изучено рабочее место токаря, где изготавливается деталь «Корпус подшипника». Рабочее место токаря оборудовано токарно-карусельным станком марки 1516Ф3. Токарный станок 1516Ф3 широко применяется на производстве для выполнения самых разных токарных работ: обточка наружных цилиндрических и конических поверхностей, подрезки торцов, проточки канавок, расточки внутренних отверстий. Он также позволяет нарезать различные виды резьб: наиболее распространенные – метрическую и дюймовую, а так же питчевую, модульную, архимедову спираль.

Токарь выполняет следующие виды работ:

- токарная обработка и доводка сложных деталей и инструментов с большим числом переходов по 6-7 квалитетам;
- обтачивание наружных и внутренних фасонных поверхностей и поверхностей;
- токарная обработка длинных валов и винтов с применением нескольких люнетов; - нарезание и накатка многозаходных резьб различного профиля и шага;
- выполнение операций по доводке инструмента, имеющего несколько сопрягающихся поверхностей;

- токарная обработка сложных крупногабаритных деталей и узлов на универсальном оборудовании;

- токарная обработка новых и переточка выработанных прокатных валков с калибровкой сложного профиля [17].

Токарные работы относятся к категории зрительных работ с высокой точности – III [18]. Категория работ токаря по тяжести труда относится к категории II б – работы средней тяжести с энергозатратами 201 – 250 кКал/ч (233 - 290 Вт) [17]. Режим работы токаря 8-ми часовой с перерывом на обед 1 час.

4.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

ГОСТ 12.2.033-78. «Рабочее место при выполнении работ стоя. Общие эргономические требования», регламентирует место токаря для работы за токарным станком, а также взаиморасположение всех элементов рабочего места должно соответствовать антропометрическим, физическим и психологическим требованиям.

Рабочее место должно быть организовано в соответствии с требованиями стандартов, технических условий и методических указаний по безопасности труда.

4.1.1 Размерные характеристики рабочего места токаря-универсала

Рабочее место токаря-универсала должно обеспечивать выполнение трудовых операций в пределах зоны досягаемости моторного поля. Зоны досягаемости моторного поля в вертикальной и горизонтальной плоскостях для средних размеров тела человека приведены на рисунках 4.2 и 4.3.

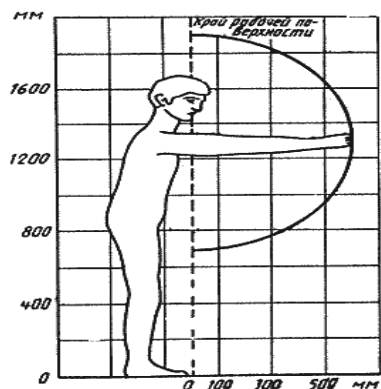


Рисунок 4.2 - Зона досягаемости моторного поля в вертикальной плоскости

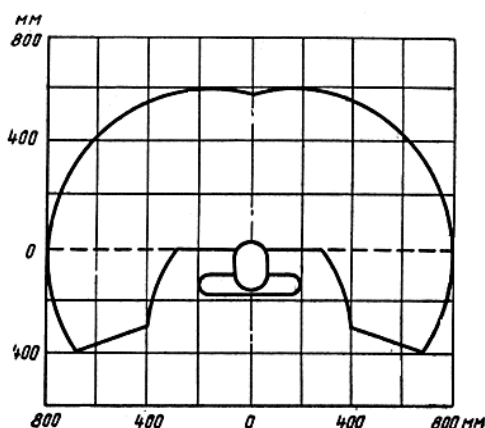
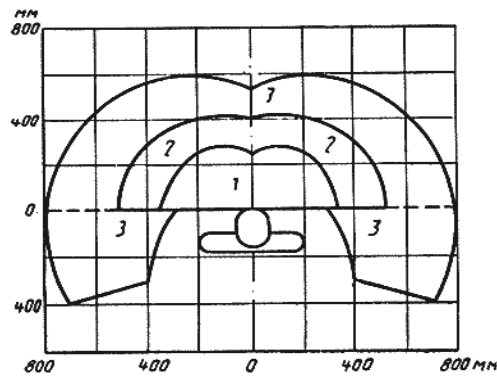


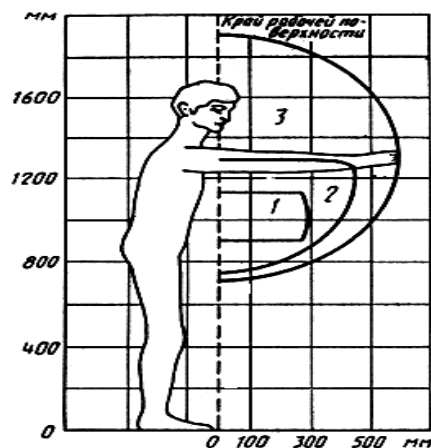
Рисунок 4.3 - Зона досягаемости моторного поля в горизонтальной плоскости

Выполнение трудовых операций «часто» (менее двух операций в 1 мин, но более двух операций в 1 ч) и «очень часто» (две и более операций в 1 мин.) должно быть обеспечено в пределах зоны легкой досягаемости и оптимальной зоны моторного поля рисунки 4.4 и 4.5 [18].



- 1 - зона для размещения очень часто используемых и наиболее важных органов управления (оптимальная зона моторного поля);
- 2 - зона для размещения часто используемых органов управления (зона легкой досягаемости моторного поля);
- 3 - зона для размещения редко используемых органов управления (зона досягаемости моторного поля).

Рисунок 4.4 - Зоны для выполнения ручных операций и размещения органов управления в горизонтальной плоскости



- 1 - зона для размещения очень часто используемых и наиболее важных органов управления (оптимальная зона моторного поля);
- 2 - зона для размещения часто используемых органов управления (зона легкой досягаемости моторного поля);
- 3 - зона для размещения редко используемых органов управления (зона досягаемости моторного поля).

Рисунок 4.5 - Зоны для выполнения ручных операций и размещения органов управления в вертикальной плоскости

Организация рабочего места и конструкция оборудования должны обеспечивать прямое и свободное положение корпуса тела работающего или наклон его вперед не более чем на 15° . Конструкцией производственного оборудования и организацией рабочего места должно быть обеспечено

оптимальное положение работающего, которое достигается регулированием высоты рабочей поверхности. Для роста мужчины 178 см высота рабочей поверхности составляет 110 см. [18]

Для обеспечения удобного, возможно близкого подхода к станку предусмотрено пространство для стоп размером не менее 150 мм по глубине, 150 мм по высоте и 530 мм по ширине.

4.1.2 Требования к размещению органов управления.

При работе двумя руками органы управления размещают с таким расчетом, чтобы не было перекрещивания рук. Органы управления на рабочей поверхности в горизонтальной и вертикальной плоскостях необходимо размещать с учетом следующих требований:

- очень часто используемые и наиболее важные органы управления должны быть расположены в зоне 1 (рисунки 4 и 5);
- часто используемые и менее важные органы управления не допускается располагать за пределами зоны 2;
- редко используемые органы управления не допускается располагать за пределами зоны 3.

Органы управления, используемые до 5 раз в смену, допускается располагать за пределами зоны досягаемости моторного поля.

4.1.3 Требования к размещению средств отображения информации.

Токарь-универсал при работе над деталью пользуется чертежами.

Средняя высота расположения средств отображения информации для мужчины составляет 141 см.

Очень часто используемые средства отображения информации, требующие точного и быстрого считывания показаний, следует располагать в вертикальной плоскости под углом $\pm 15^\circ$ от нормальной линии взгляда и горизонтальной плоскости под углом $\pm 15^\circ$ от сагиттальной плоскости рисунки 4.6 и 4.7.

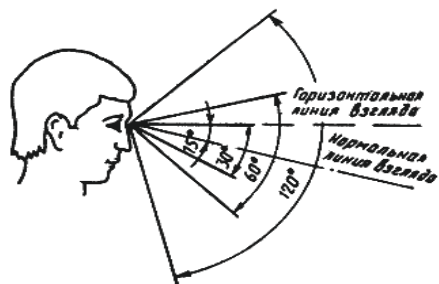


Рисунок 4.6 - Зоны зрительного наблюдения в вертикальной плоскости

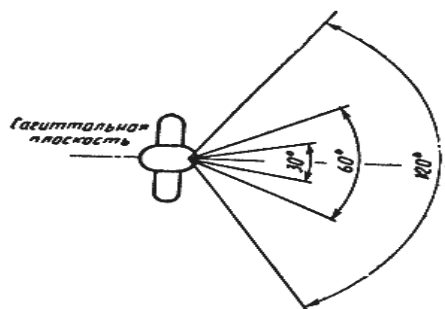


Рисунок 4.7 - Зоны зрительного наблюдения в горизонтальной плоскости

На рисунке 4.8 показан пример правильного расположения токаря на его рабочем месте.

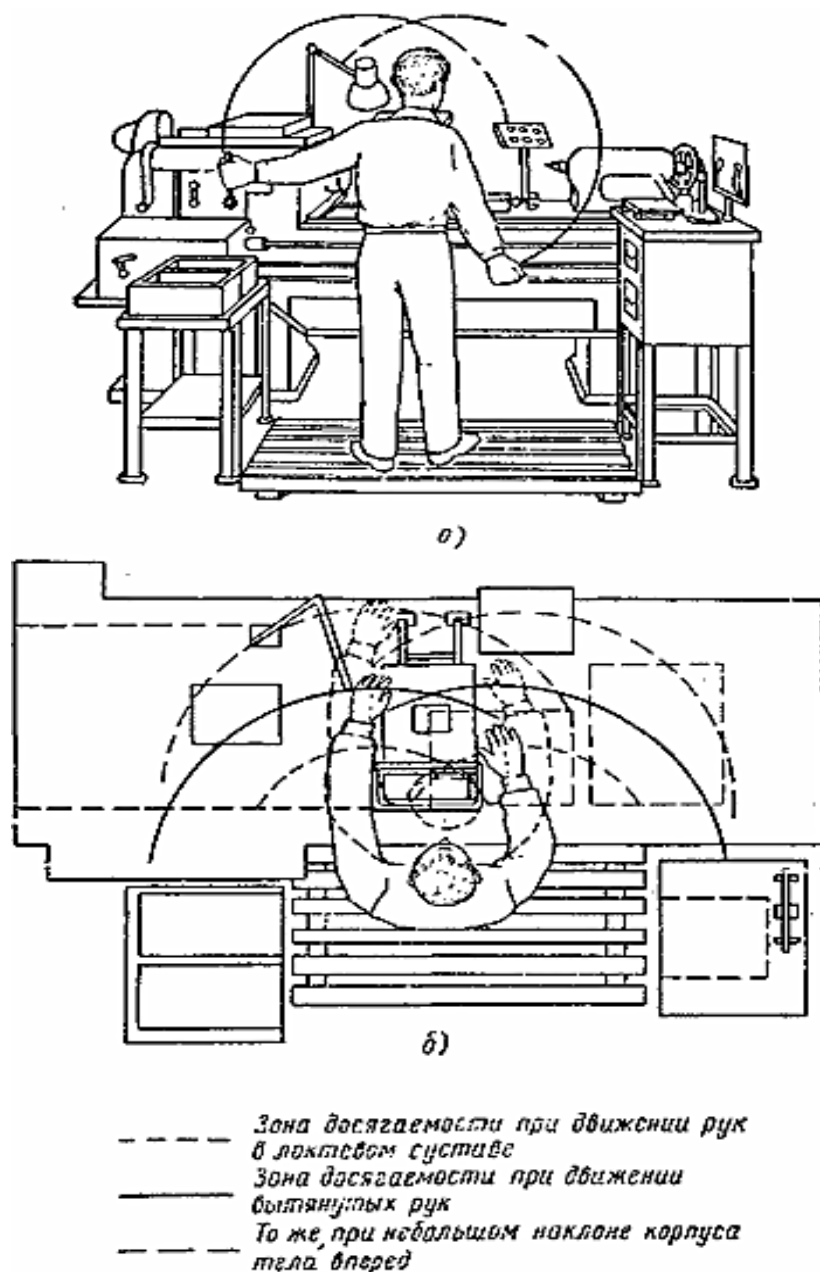


Рисунок 4.8 – Пример правильного расположения токаря-универсала за токарным станком

4.2 Производственная безопасность

Составляем перечень опасных и вредных факторов, которые присутствуют, либо могут возникнуть на рабочем месте токаря, руководствуясь классификацией опасных и вредных факторов, представленных в ГОСТ 12.0.003-2015 (таблица 4.1).

Таблица 4.1 – Возможные опасные и вредные производственные факторы на рабочем месте название рабочего места токаря

Факторы, классификация по ГОСТ 12.0.003-2015	Нормативные документы
Вредные факторы	
1. Отсутствие или недостаток необходимого естественного и искусственного освещения.	СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. ГОСТ Р 55710-2013 Освещение рабочих мест внутри зданий. Нормы и методы измерений.
2. Факторы, связанные с аномальными микроклиматическими параметрами воздушной среды на местонахождении работающего.	ГОСТ 12.1.005-88 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны (с Изменением № 1) от 29 сентября 1988. СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» МР 4.3.0212-20 «Контроль систем вентиляции»
3. Факторы, связанные с чрезмерным загрязнением воздушной среды в зоне дыхания, то есть с аномальным физическим состоянием воздуха.	СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» МР 4.3.0212-20 «Контроль систем вентиляции».
4. Повышенный уровень и другие неблагоприятные характеристики шума	СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» СП 51.13330.2011. Защита от шума. Актуализированная редакция СНиП 23-03-2003
Опасные факторы	
1. Неподвижные режущие, колющие, обдирающие, разрывающие (например, острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования) части твердых объектов, воздействующие на работающего при соприкосновении с ним.	ГОСТ 12.4.281-2021 Система стандартов безопасности труда. Одежда специальная повышенной видимости. Технические требования и методы испытаний. Приказ от 27 ноября 2020 г. №835н Об утверждении Правил по охране труда при работе с инструментом и приспособлениями. Министерство труда и соцзащиты РФ.
2. Движущиеся твердые объекты, наносящие удар по телу работающего (в том числе движущиеся машины и механизмы); подвижные части производственного оборудования; передвигающиеся изделия и заготовки.	ГОСТ Р 54431-2011 Станки металлообрабатывающие. Общие требования безопасности от 28 сентября 2011.

3. Опасные и вредные производственные факторы, связанные с электрическим током, вызываемым разницей электрических потенциалов, под действие которого попадает работающий,	ГОСТ 12.1.009-2017 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Термины и определения. ГОСТ 12.1.038-82 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов.
4. Монотонность труда, вызывающая монотонию.	МР 2.2.9.2311 – 07 «Профилактика стрессового состояния работников при различных видах профессиональной деятельности» Р 2.2.2006-05.2.2. Гигиена труда. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда.

Проведем анализ потенциально возможных вредных и опасных производственных факторов.

4.2.1 Вредные факторы.

1. Отсутствие или недостаток необходимого естественного и искусственного освещения.

В токарном цехе организовано комбинированное освещение и местное освещение.

Комбинированное освещение. Согласно СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение токарные работы относятся к Шв разряду зрительных работ (работа высокой точности), система искусственного освещения должна обеспечивать 750 лк. [20]. Наименьшие нормативные значения КЕО (коэффициент естественной освещенности) при совмещенном освещении для производственных помещений механического цеха для зрительных работ Шв разряда составляют при комбинированном освещении – 4,2%, при боковом освещении – 0,7%. Недостаточное количество света в помещении ведет к повышению утомляемости, снижению работоспособности и развитию различных заболеваний. Комбинированное освещение соответствует нормируемым.

Местное освещение. Согласно ГОСТ Р 54431-2011 Станки металлообрабатывающие. Общие требования безопасности станок марки 1К-62

(токарно-винторезный должен быть оснащен (при нормальном освещении помещений) светильником, обеспечивающим освещение, соответствующее требованиям рабочего процесса.

Следует обеспечить отсутствие опасных теневых зон и бликов. Минимальный защитный угол светильников местного освещения должен быть более 30°. Применяют люминесцентные лампы белого цвета.

Нормы освещенности рабочей поверхности в зоне обработки станков с ручным управлением в системе комбинированного освещения (общее плюс местное) приведены в таблице 4.2.

Таблица 4.2 - Нормы освещенности рабочей поверхности в зоне обработки станков с ручным управлением в системе комбинированного освещения

Типы и виды станков	Режим обработки	Режим наладки
	Требуемая освещенность, лк	
I Токарные: - токарные, токарно-карусельные	500	750

Вследствие недостаточного местного освещения возможно неадекватное восприятие информации о ситуации в рабочей зоне обработки и информации, считываемой с указателей и индикаторов и, как следствие, увеличение риска совершения ошибок в работе с оборудованием [20].

Оконные проемы выполнены из стеклопакетов, искусственное освещение создаётся люминесцентными лампами. Чистка окон – не реже 2 раз в год, светильников – 4–5 раз в год.

Нормируемые показатели комбинированного и местного освещения на рабочем месте токаря-универсала соответствует указанным нормам.

2. Опасные и вредные производственные факторы, связанные с аномальными микроклиматическими параметрами воздушной среды на местонахождении работающего.

Нормы и требования к микроклимату на рабочем месте. Параметры микроклимата на рабочем месте регулируются ГОСТ 12.1.005-88 Система

стандартов безопасности труда (ССБТ) и СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания».

Чтобы рабочие условия были комфортными, нужно обеспечить правильное сочетание температуры, влажности воздуха и скорости воздушных потоков на рабочем месте. Оптимальными метеоусловиями считаются: температура +20°C, влажность воздуха 40 – 60%, скорость воздуха 0,1-0,5 м/с, давление воздуха – 760 мм ртутного столба. Замеры микроклимата производят на постоянном рабочем месте. Оптимальные параметры выведены для рабочей зоны, в которой сотрудник находится более 50% своего рабочего времени или более 2 часов непрерывно.

Также значения оптимальных параметров зависят и от времени года и от тяжести работ. Работа токаря относится к работам средней тяжести Пб. При тёплом периоде (свыше+10°C) оптимальная температура должна составлять 21 – 23°C, относительная влажность – 40 – 60%, скорость движения воздуха – 0,3 м/с [18].

Согласно нормам, микроклимат на рабочем месте следует контролировать не реже 1 раза в год. Анализируют среднеарифметические значения показателей. В холодное время года замеры проводят при уличной температуре не выше -5°C, в теплое время года – не ниже +15°C.

3. Опасные и вредные производственные факторы, связанные с чрезмерным загрязнением воздушной среды в зоне дыхания, то есть с аномальным физическим состоянием воздуха.

Процесс резания сопровождается пылевыведением, которое возникает за счет скалывания режущей части инструмента, образование стружки и появление пылевых частиц обрабатываемого материала. Также в процессе резания испаряется смазочно-охлаждающая жидкость (СОЖ).

1) Минеральные масла и СОЖ в виде аэрозолей ПДК 5мг/м³ III класс опасности [ГОСТ 12.1.007–7]. Если СОЖ долгое время не менять она становится токсичной, что актуально в теплое время года или в хорошо

отапливаемых помещениях. СОЖ при воздействии на верхние дыхательные пути нарушают защитные барьеры организма, а это создает благоприятные условия для развития хронического эндогенного инфекционного процесса в дыхательной системе. Повышенная концентрация в воздухе рабочей зоны токсичных паров и газов иногда является причиной острого отравления, а при их систематическом поступлении в организм человека через органы дыхания или другим путем может со временем стать причиной хронического отравления. Отдельные жидкие токсичные вещества способны проникать в организм через кожу и раздражая ее, приводить к кожным заболеваниям: экземам, дерматитам, в отдельных случаях – к химическим ожогам.

2) Стальная пыль ПДК - 6мг/м³ - IV класс опасности [ГОСТ 12.1.007-7]. Пыль опасна для дыхательных путей и всего организма в целом. Действие пыли на кожный покров сводится в основном к механическому раздражению. Вследствие такого раздражения возникает небольшой зуд, неприятное ощущение, а при расчесах может появиться покраснение и некоторая припухлость кожного покрова, что свидетельствует о воспалительном процессе. Пыль, попавшая в глаза, вызывает воспалительный процесс их слизистых оболочек - конъюнктивит, который выражается в покраснении, слезотечении, иногда припухлости. Действие пыли на верхние дыхательные пути сводится к их раздражению, а при длительном воздействии - к воспалению. Для предотвращения попадания СОЖ на кожу работника на станке устанавливают защитные ограждения (экраны), которые закрывают доступ в рабочую зону во время обработки заготовки, но позволяют наблюдать за рабочим процессом.

Требуемое состояние воздуха рабочей зоны обеспечиваются устройством общеобменной приточно-вытяжной вентиляции (ГОСТ 12.4.021.-75) и индивидуальными средствами защиты (масками типа «Лепесток»).

4. Повышенный уровень и другие неблагоприятные характеристики шума.

При работе на токарном станке и работе вентиляционных систем механического цеха, возникают звуковые колебания в диапазоне слышимых частот, которые способны оказать вредное воздействие на безопасность и здоровья работника. Шум на рабочем месте оказывает раздражающее влияние на работника, повышает его утомляемость, а при выполнении задач, требующих внимания и сосредоточенности, способен привести к росту ошибок и увеличению продолжительности выполнения задания. Длительное воздействие шума влечет тугоухость работника вплоть до его полной глухоты, увеличению риска артериальной гипертензии, болезней сердечно – сосудистой, нервной системы и др.

Максимальный уровень звука LA макс, дБА для рабочего места токаря не должен превышать 80 дБА [СП 51.13330.2011]. Уровень звуковой мощности токарного станка 1К62 – 90 дБ. Согласно СП 51.13330.2011, ПДУ шума для токаря, составляет суммарный уровень интенсивности звука равный 80 дБ. Следовательно, превышение ПДУ на 10 дБ, что соответствует классу условий труда 3.2 – вредный.

Основными источниками шума на станке являются:

- приводы шпинделя и других движущих узлов,
- привод револьверной головки,
- зажимные устройства,
- устройство подачи прутка (если имеется).

Самое распространенное средство защиты – беруши (одноразовые, многоразовые). Более эффективным средством защиты являются противозумные наушники – активные или пассивные. Пассивные наушники уменьшают, делают тише не только шум, но и любые другие звуки – речь, предупреждающие сигналы.

4.2.2 Опасные факторы

1. Неподвижные режущие, колющие, обдирающие, разрывающие (например, острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования) части твердых объектов, воздействующие на работающего при соприкосновении с ним.

Режущий инструмент имеет острые кромки для выполнения своей функции – резания металла – он может вызывать травмирование токаря при неосторожном обращении с ним.

Для защиты работающего от неподвижных режущих, колющих, обдирающих и др. частей твердых объектов применяются индивидуальные средства защиты: спецодежда для защиты кожи от ранения металлическими частицами; специальные очки для защиты глаз;

2. Защиту персонала от контактов с подвижными частями станка осуществляют путем применения ограждений и защитных устройств, которые должны уменьшать риск контактов персонала с подвижными частями станка во время его работы.

Если в процессе нормальной работы станка не требуется доступ персонала в опасную зону, рекомендуется выбирать следующие ограждения и защитные устройства:

- неподвижное ограждение;
- перемещаемое блокирующее ограждение с фиксацией закрывания или без него;
- автоматически закрывающееся перемещаемое ограждение;
- сенсорное предохранительное оборудование, например электрочувствительный датчик [18].

3. Опасные и вредные производственные факторы, связанные с электрическим током, вызываемым разницей электрических потенциалов, под действие которого попадает работающий.

При работе на токарном станке может возникнуть вероятность прохождения электрического тока через тело человека. Опасное и вредное

воздействия на людей электрического тока проявляются в виде электротравм (судороги, остановка сердца, остановка дыхания, ожоги и др.) и заболеваний. Результат воздействия тока на человека зависит от величины силы тока, его рода и частоты, продолжительности воздействия и множества других факторов. Причиной поражения электрическим током могут стать случайное прикосновение к токоведущим частям или появление напряжения на металлических частях оборудования. Напряжение прикосновения и токи при нормальном (неаварийном) режиме электроустановки, не должны превышать 2 В, 0,3 мА (переменный ток частотой 50 Гц) согласно 12.1.038-82 ССБТ.

Для обеспечения защиты от прямого прикосновения необходимо применение таких технических способов и средств основной защиты, как основная изоляция, защитное отключение, безопасное расположение токоведущих частей, средства индивидуальной защиты по ГОСТ 12.1.019-2017 ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.

4. Монотонность труда, вызывающая монотонию

При производстве детали «Корпус подшипника» на токарном станке необходим контроль данного процесса, который вызывает утомление рабочего. При умственной нагрузке необходима длительность сосредоточенного внимания, выраженная ответственность, плотность сигналов и сообщений в единицу времени по МР 2.2.9.2311 – 07 «Профилактика стрессового состояния работников при различных видах профессиональной деятельности». Оказывает угнетающее влияние на психическую деятельность ухудшаются функции внимания (объем, концентрация, переключение), памяти (кратковременной и долговременной), восприятия (появляется большое число ошибок). При зрительной нагрузке необходима высокая координация сенсорных и моторных элементов зрительной системы. Вызывает головную боль, ухудшение зрения, астенопию – патологического состояния, связанного с быстрым переутомлением глаз. Для устранения накопленной усталости и нагрузки на организм человека необходимо выполнять комплекс физических упражнений на координацию движений, концентрацию внимания, комплекс упражнений на

глаз, использовать методику психической саморегуляции.

4.3 Экологическая безопасность

Основными отходами при изготовлении детали «Корпус подшипника» являются СОЖ, металлическая стружка и пыль.

Отходы в виде обрезков и стружки, тщательно собираются и увозятся в пункт приема металлолома, где в дальнейшем переплавляются в прокат и поступают опять на производство.

Масляная мелкая стружка и пыль (ПДК - 6мг/м^3 - IV класс опасности) [ГОСТ 12.1.007-7], по мере накопления подлежат сжиганию или захоронению на специальных площадках.

Отработанную СОЖ (ПДК 5мг/м^3 III класс) [ГОСТ 12.1.007–7] в мехцехе собирают в специальные ёмкости. Водную и масляную фазу, которая получена на токарных операциях, можно использовать в качестве компонентов для приготовления эмульсий. Масляная фаза эмульсий может поступать на регенерацию или сжигаться. Концентрация нефтепродуктов в сточных водах при сбросе их в канализацию должна соответствовать требованиям СП 32.13330.2012. Водную фазу СОЖ очищают до ПДК или разбавляют до допустимого содержания нефтепродуктов и сливают в канализацию.

Эти утилизированные отходы (по степени воздействия на организм) и по воздействию на биосферу относятся к IV классу опасностей – отходы малоопасные [ГОСТ 12.1.007-76]

Воздействие на селитебную зону - в пределах 0,1ПДК или $0,65\text{ мг/м}^3$ (пыль) и 0,1ПДУ или 0,8 дБ (шум)

Воздействие на литосферу незначительно, менее 0,1 ПДУ.

Воздействие на гидросферу незначительно - пыль - 0,1ПДК или $0,65\text{ мг/м}^3$, СОЖ - 0,1 ПДК $0,5\text{мг/м}^3$.

Воздействие на атмосферу - незначительно, пыль - 0,1ПДК или $0,65\text{ мг/м}^3$

4.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Наиболее типичным в изучение исследуемого объекта является возникновение пожара. Федеральный закон от 22.07.2013 г. №123 – ФЗ. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности.

Причиной возгорания может быть:

- короткое замыкание в блоке питания станка;
- несоблюдение правил пожарной безопасности;
- наличие горючих компонентов: ветошь промасленная, СОЖ и т.д.

Помещение, в котором находится рабочее место токаря, относится к категории помещения Г – негорючие вещества и материалы в горячем, раскаленном или расплавленном состоянии, процесс обработки которых сопровождается выделением лучистого тепла, искр и пламени, и (или) горючие газы, жидкости и твердые вещества, которые сжигаются или утилизируются в качестве топлива [СП 12.13130.2009 «Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывоопасной и пожарной опасности»].

Пожарная профилактика основывается на исключении условий, необходимых для горения, и использования принципов обеспечения безопасности.

Меры противопожарной защиты относятся к инженерному обеспечению помещения. На производствах для этого предусматриваются водопроводные каналы с потолочными устройствами распыления воды – спринклерными или дренчерными. Кроме того, организация рабочего места токаря должна минимизировать сам риск возгорания.

Например, промасленная ветошь, которая использовалась для протирки деталей станка, должна сразу убираться с открытых мест, чтобы на нее не попала случайная искра.

Выводы по главе:

Работа токаря регламентируется российским законодательством, основным законом является ТК РФ. Работа токаря относится к работам средней тяжести Пб.

Анализ вредных и опасных факторов на рабочем месте токаря выявил следующее:

- из вредных факторов присутствуют:
 - отсутствие или недостаток необходимого естественного и искусственного освещения.
 - аномальными микроклиматическими параметрами воздушной среды на местонахождении работающего: температурой и относительной влажностью воздуха, скоростью движения (подвижностью) воздуха относительно тела работающего;
 - связанные с чрезмерным загрязнением воздушной среды в зоне дыхания, то есть с аномальным физическим состоянием воздуха;
 - повышенный уровень и другие неблагоприятные характеристики шума;
 - монотонность труда, вызывающая монотонию;
- из опасных факторов присутствуют следующие:
 - неподвижные режущие, колющие, обдирающие, разрывающие (например, острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования) части твердых объектов, воздействующие на работающего при соприкосновении с ним;
 - связанные с электрическим током, вызываемым разницей электрических потенциалов, под действие которого попадает работающий, включая действие молнии и высоковольтного разряда в виде дуги.

Для предупреждения заболеваний, связанных с работой на токарном станке необходима рациональная организация труда и отдыха, которая нормируется в соответствии с санитарными правилами [СанПиН 1.2.3685-21]. А также обеспечение работника всеми необходимыми мерами защиты:

- рабочими перчатками, для уменьшения травм от острых краёв металла;

- очками, для исключения попадания инородных тел в глаза и область глаз;

- спец. одеждой, как мерой индивидуальной защиты работника и другими средствами защиты в зависимости от выполняемой человеком работы.

Рабочее помещение/рабочее место должно оборудоваться системами отопления, кондиционирования воздуха или эффективной приточно-вытяжной вентиляцией. Помещения должны иметь естественное и искусственное освещение.

Поверхность пола в рабочем помещении должна быть ровной, без выбоин, нескользкой, удобной для очистки и влажной уборки, обладать антистатическими свойствами.

Помещение, в котором находится рабочее место токаря, относится к категории помещения Д - негорючие вещества и материалы в холодном состоянии.

Компоненты отходов, остающиеся после изготовления детали «Корпус подшипника», перерабатываются и не оказывают опасного воздействия на биосферу. Класс опасности – IV.

Заключение

Решающим условием снижения себестоимости служит непрерывный технический прогресс. Внедрение новой техники, комплексная механизация и автоматизация производственных процессов, совершенствование технологии, внедрение прогрессивных видов материалов позволяют значительно снизить себестоимость продукции.

В данной выпускной квалификационной работе проведено техническое обоснование производства детали «Корпус подшипника».

Данный технологический процесс был разработан с учетом всех современных тенденций современного машиностроения: применение современных станков, унификация подходов к построению отдельных операций и т.д.

В результате расчетов главы финансового менеджмента и ресурсосбережения сделаны следующие выводы:

1. Анализ потенциальных потребителей выявил, что данная деталь применяется в электрических машинах и выполняет основную функцию – служит опорой и передает вращательное движение ротору двигателя, при помощи скольжения масла внутри корпуса подшипника.
2. В ходе планирования для руководителя и исполнителя был разработан график реализации этапа работ, который позволяет оценивать и планировать рабочее время исполнителей.
3. Рассчитана основная заработная плата исполнителей научно-исследовательской работы и составляет 614702,9руб.;
4. Для оценки затрат на реализацию проекта разработан проектный бюджет, который составляет 954088,31руб.;
5. Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования проводилось путём расчёта интегральных показателей.
6. Сравнение значений интегральных показателей эффективности показывает, что более эффективным вариантом решения поставленной в

работе технической задачи с позиции финансовой и ресурсной эффективности является 1 метод, т.е. исполнение 1. Проблема заключается в несоблюдении нормативно-правовой базы и нарушении требований при решении проблемы.

В разделе социальная ответственность было рассмотрено:

1. Работа токаря регламентируется российским законодательством, основным законом является ТК РФ. Работа токаря относится к работам средней тяжести Пб.
2. Анализ вредных и опасных факторов на рабочем месте токаря.
3. Так же для предупреждения заболеваний, связанных с работой на токарном станке необходима рациональная организация труда и отдыха, которая нормируется в соответствии с санитарными правилами [СанПиН 1.2.3685-21].
4. Обеспечение работника всеми необходимыми мерами защиты:
5. Рабочее помещение/рабочее место должно оборудоваться системами отопления, кондиционирования воздуха или эффективной приточно-вытяжной вентиляцией. Помещения должны иметь естественное и искусственное освещение.
6. Поверхность пола в рабочем помещении должна быть ровной, без выбоин, нескользкой, удобной для очистки и влажной уборки, обладать антистатическими свойствами.
7. Помещение, в котором находится рабочее место токаря, относится к категории помещения Д - негорючие вещества и материалы в холодном состоянии.
8. Компоненты отходов, остающиеся после изготовления детали «Корпус подшипника», перерабатываются и не оказывают опасного воздействия на биосферу. Класс опасности – IV.

Список использованных источников и литературы

1. Справочник технолога «Обработка металлов резанием» под редакцией Панова А.А. «Машиностроение» 2004 г.
2. ГОСТ 1050-2013 «Металлопродукция из нелегированных конструкционных качественных и специальных сталей» Общие технические требования.
3. Справочник технолога – машиностроителя, том 1,2 под редакцией Косилова А.Г. Москва «Машиностроение» 1986г .
4. Основы технологии машиностроения: учебное пособие / В.Ф. Скворцов; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2012.
5. Припуски на механическую обработку [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://portal.tpu.ru/SHARED/k/KOVN/academic/Tab3/7_raschet_pripuskov_VN_ru_sPDF.pdf (дата обращения 14.04.2022г).
6. Основы технологии машиностроения: учебное пособие / В.Ф. Скворцов; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2012.
7. Метод работы термоэнергетической установки с ЧПУ управлением ИТЕМР 400-600 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.youtube.com/watch?v=O5kcXihJY8c> (дата обращения: 02.04.2022).
8. Технические характеристики термоэнергетической установки ЧПУ ИТЕМР 400-600 [Электронный ресурс] - <https://atl-luhden.de/tem-anlagenbau/item-systeme/item400-600/> (дата обращения:06.05.2022г.)
9. Справочник «Оснастка для станков с ЧПУ» Ю.И. Кузнецова «Машиностроение» 1990 г., Клепиков В.В. «Технология машиностроения» Учебник – М: ФОРУМ: ИНФА-М, 2004 г.
10. Каталог инструментов для фрезерной и сверлильной обработки: [Электронный ресурс] - <https://docs.steelcam.org/sandvik/katalog-vrashayushiesya-instrumenty-2017-page1> (дата обращения: 02.04.2022).

11. Каталог инструментов для токарной обработки Pramet [Электронный ресурс] <http://instrtp.ru/f/tocheniye2012ruprog.pdf> (дата обращения: 02.04.2022) .

12. Каталог инструментов цековок для подрезки отверстий: [Электронный ресурс] - <https://www.heule.com/zoolu-website/media/document/948/> (дата обращения: 05.05.2022г).

13. Рахимьянов Х.М., Красильников Б.А., Мартынов Э.З. Технология машиностроения: учеб.пособие / Рахимьянов Х.М., Красильников Б.А., Мартынов Э.З. – Москва: Изд-во Юрайт, 2017. – 253 с.

14. Видяев И.Г. Серикова Г.Н., Гаврикова Н.А. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение: учебно-методическое пособие / И.Г. Видяев, Г.Н. Серикова, Н.А. Гаврикова, Н.В. Шаповалова, Л.Р. Тухватулина, З.В. Креницына: Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. – 36 с.

15. Кузьмина Е.А. Методы поиска новых идей и решений «Методы менеджмента качества». №1. 2003.

16. Скворцов Ю.В. Организационно-экономические вопросы в дипломном проектировании: учебное пособие. – М.: Высшая школа, 2006. – 399 с.

17. Охрана труда в машиностроении. / Под ред. Белова С.В., Юдина Е.Я. – М.: Машиностроение, 2003. – с. 432.

18. ГОСТ 12.2.033-78 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Рабочее место при выполнении работ стоя. Общие эргономические требования от 26 апреля 1978.

19. СН 2.2.4.2.1.8.562-96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых и общественных зданий и территории жилой застройки» - https://ntm.ru/UserFiles/File/document/SHUM/NORM/SN2_2_42_1_8_562_96.pdf.

20. СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение. Актуализированная версия. Дата введения 2017-05-08.

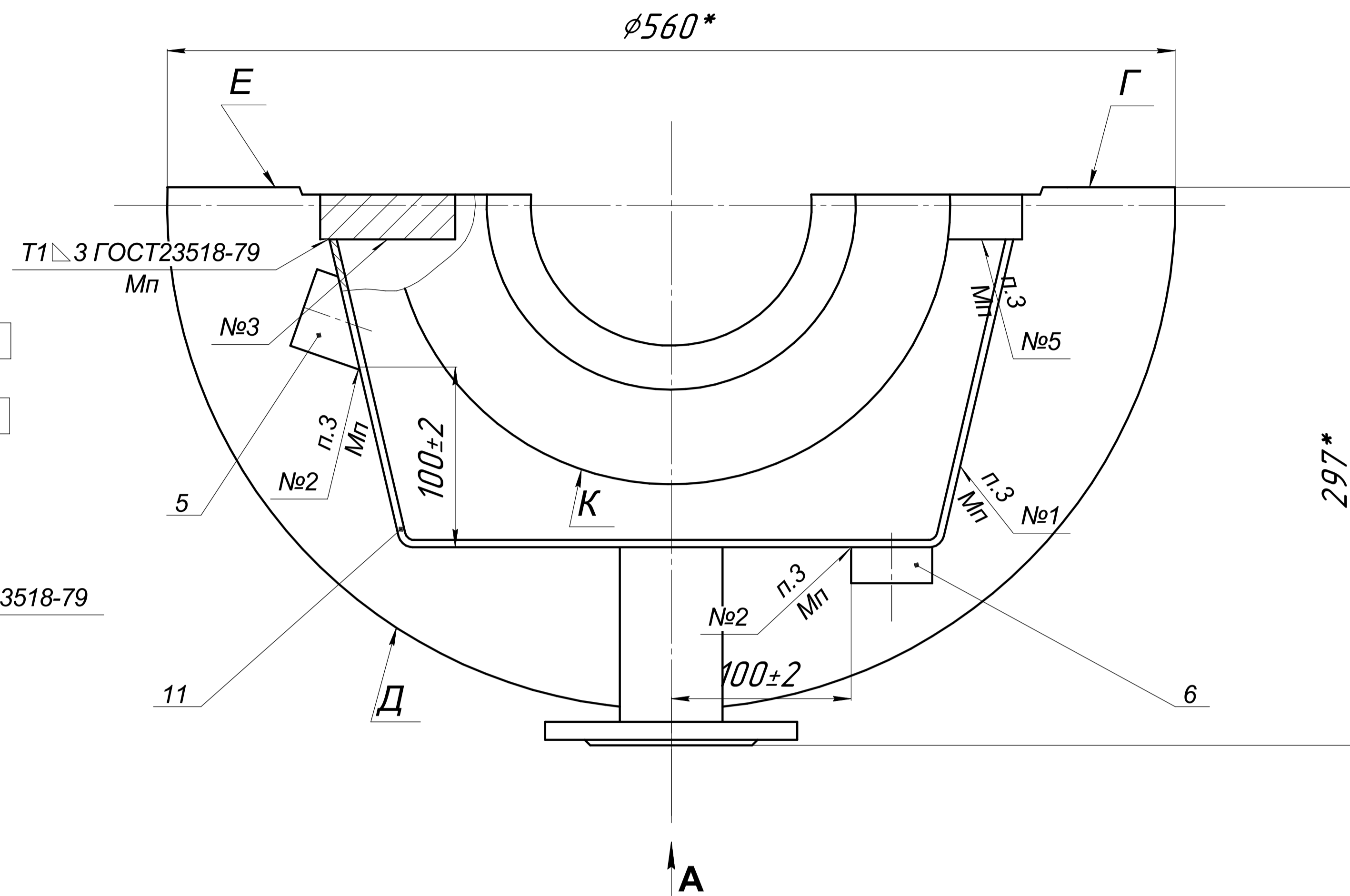
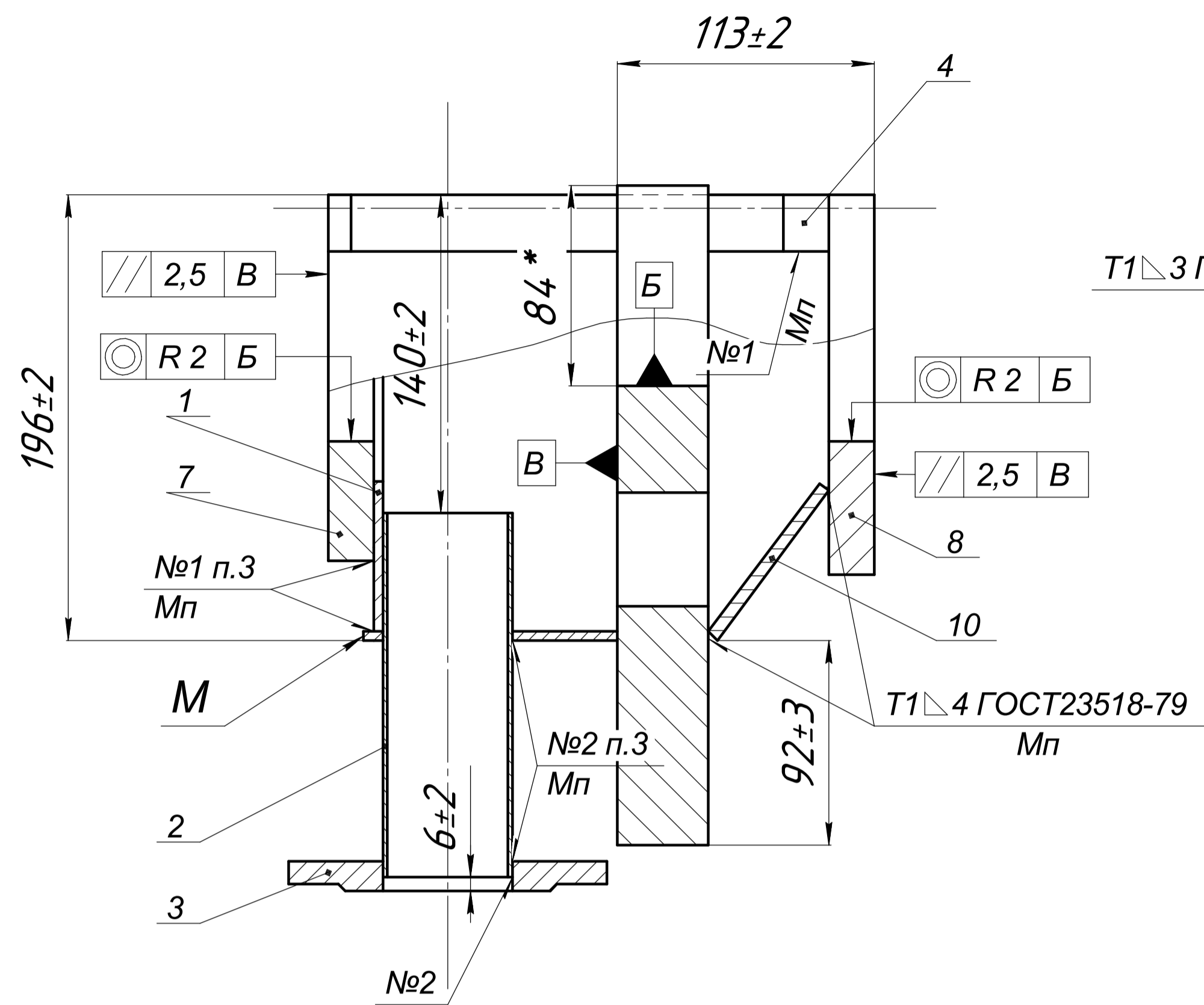
21. ГОСТ Р 54431-2011 Станки металлообрабатывающие. Общие требования безопасности.
22. ГОСТ 12.1.005-88 Система стандартов безопасности труда (ССБТ).
23. ГОСТ 12.4.021.-75 Система стандартов безопасности труда. Системы вентиляционные. Общие требования.
<https://docs.cntd.ru/document/1200005274>.
24. ГОСТ ССБТ12.1.005-88 «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны».
25. МР 2.2.9.2311 – 07 «Профилактика стрессового состояния работников при различных видах профессиональной деятельности»
26. СП 12.13130.2009 «Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывоопасной и пожарной опасности». -
<http://community.tinko.ru/file/get/6/65d/20561/sp-12.13130.2009.pdf>.
27. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30 декабря 2001 - docs.cntd.ru. <https://docs.cntd.ru/document/901807664>.
28. ГОСТ 12.1.038-82 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Предельно допустимые значения напряжений прикосновения и токов.
29. ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ. Электробезопасность.
30. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны (с Изменением № 1 от 29 сентября 1988
31. ГОСТ 26568-85 Вибрация. Методы и средства защиты. Классификация (с Изменением № 1) от 26 июня 1985.
32. СН 2.2.4.2.1.8.562-96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых и общественных зданий и территории жилой застройки» -
https://ntm.ru/UserFiles/File/document/SHUM/NORM/SN2_2_42_1_8_562_96.pdf
33. СП 51.13330.2011. Защита от шума. Актуализированная редакция СНиП 23-03-2003.
34. МР 4.3.0212-20 «Контроль систем вентиляции»

35. Р 2.2.2006-05.2.2. Гигиена труда. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда.

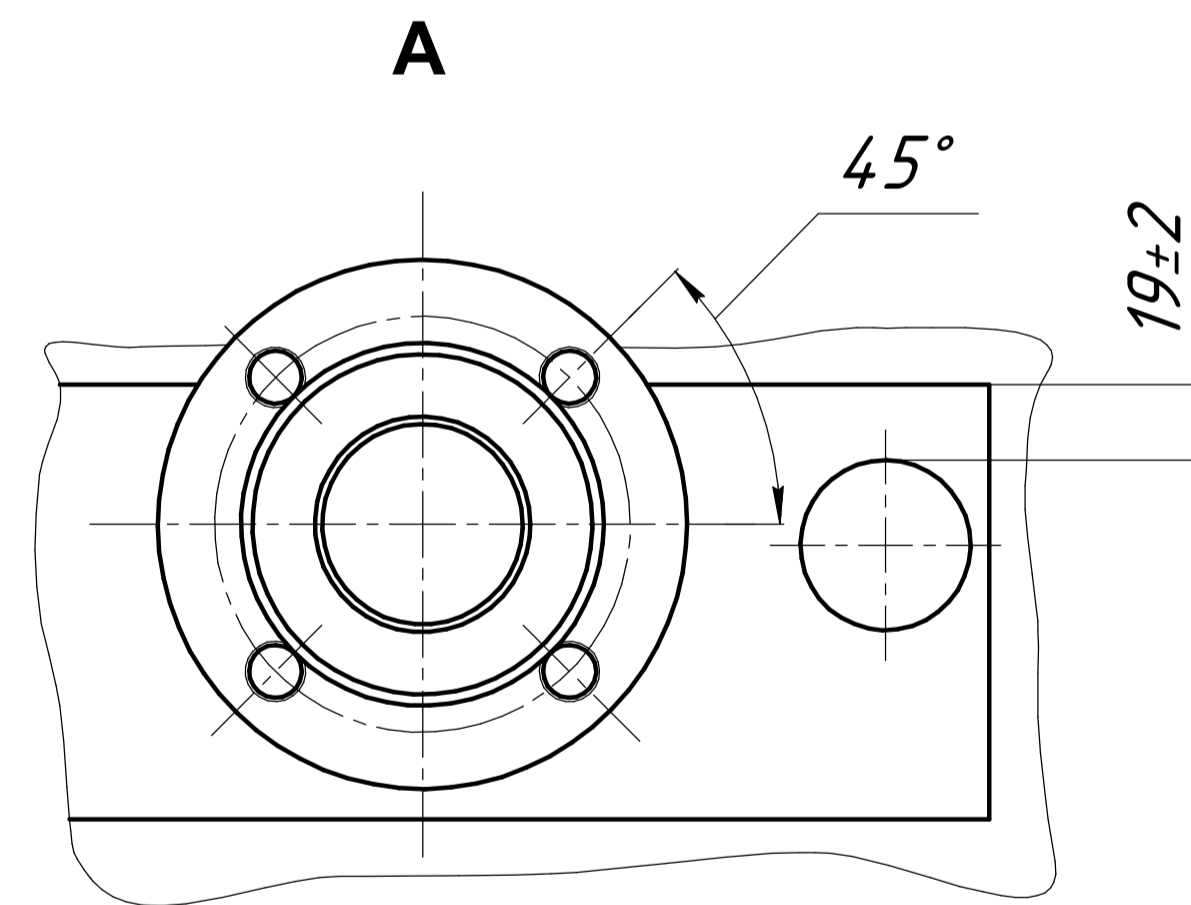
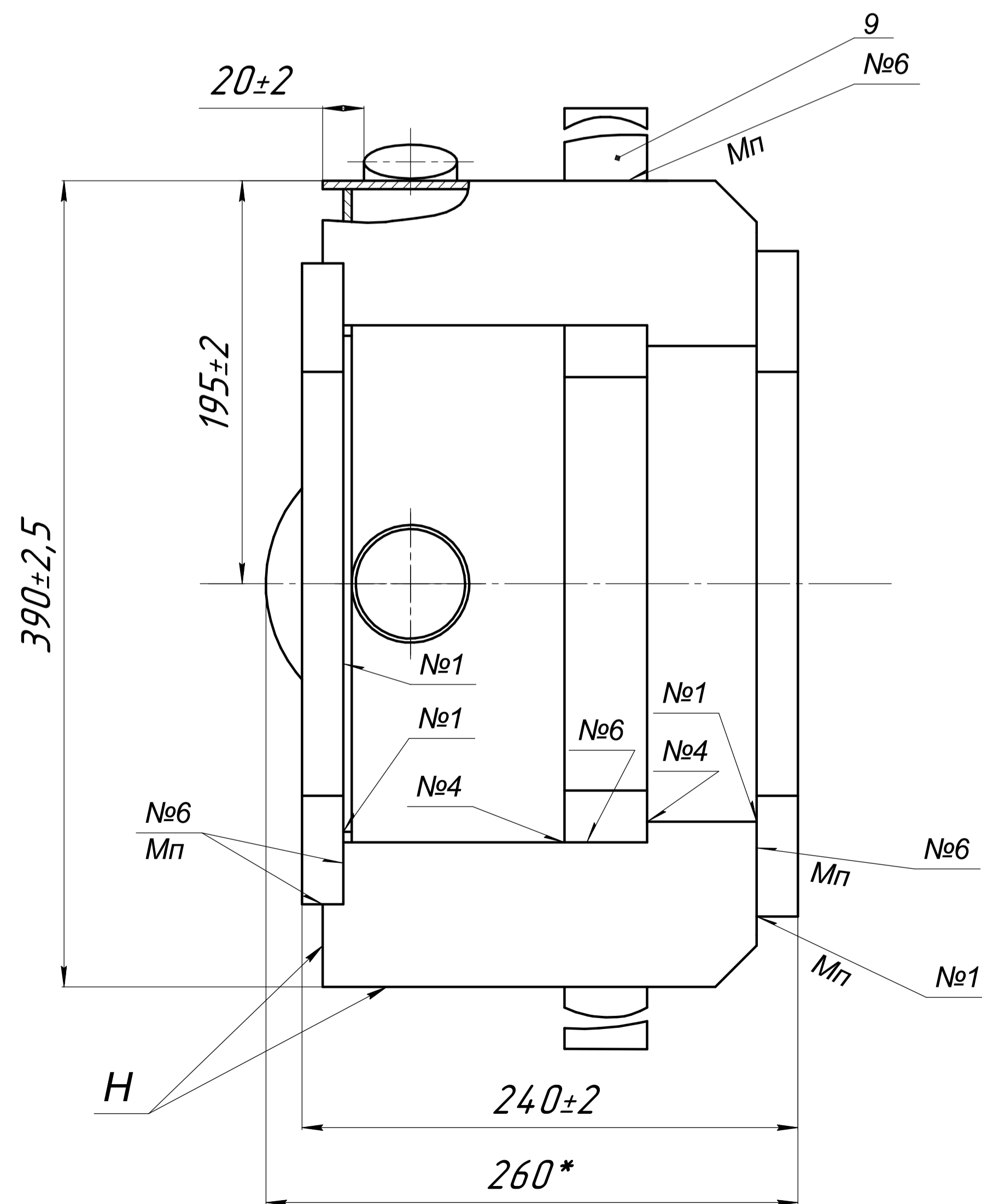
36. Приказ от 27 ноября 2020 г. №835н Об утверждении Правил по охране труда при работе с инструментом и приспособлениями. Министерство труда и соцзащиты РФ.

37. Приказ Минприроды России от 04.12.2014 N 536 «Об утверждении Критериев отнесения отходов к I - V классам опасности по степени негативного воздействия на окружающую среду».

Приложение А
(обязательное)
Комплект технологической документации



№ шва	Тип шва
1	T1Δ4
2	T1Δ4
3	T3Δ5
4	T1Δ5
5	У2
6	У6



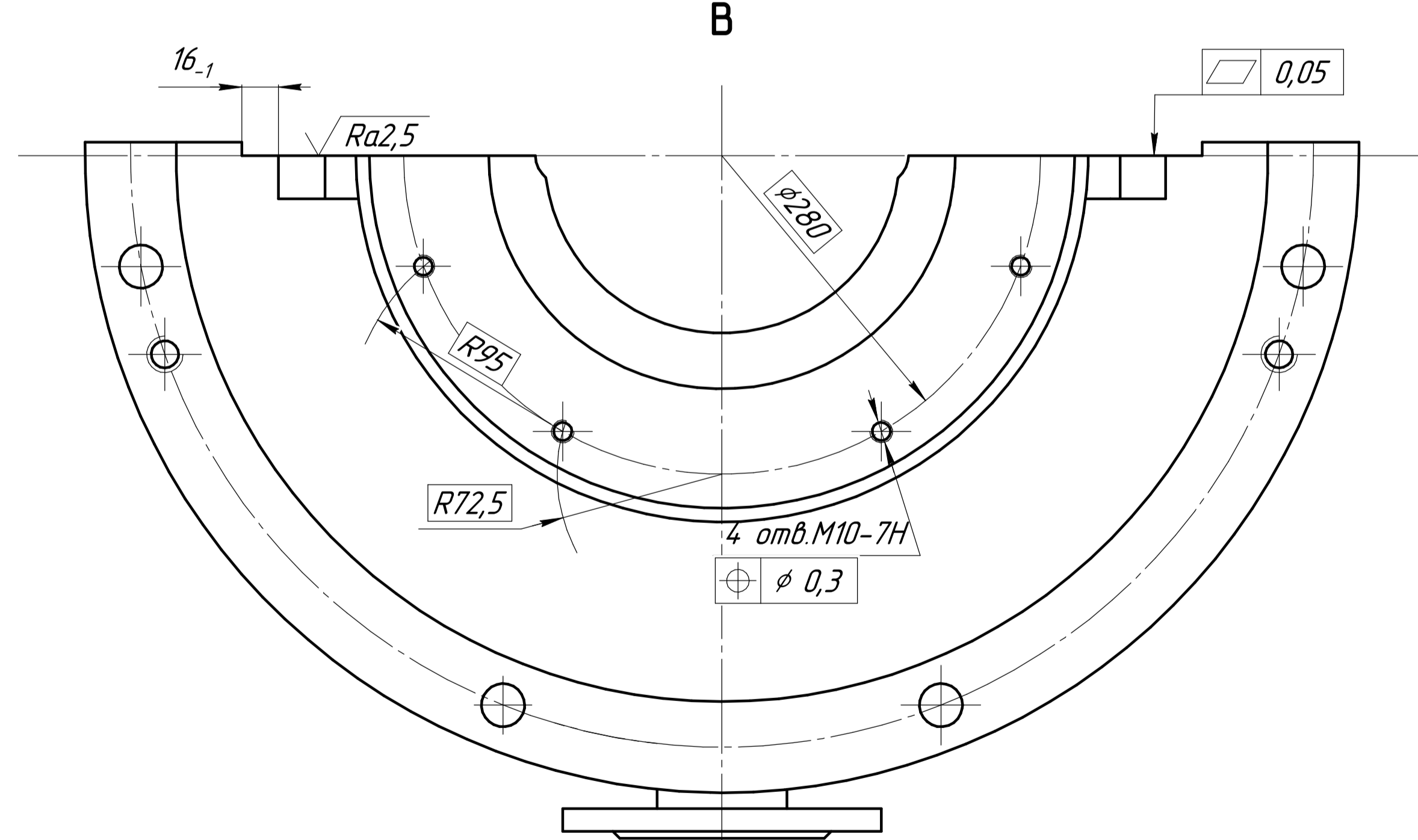
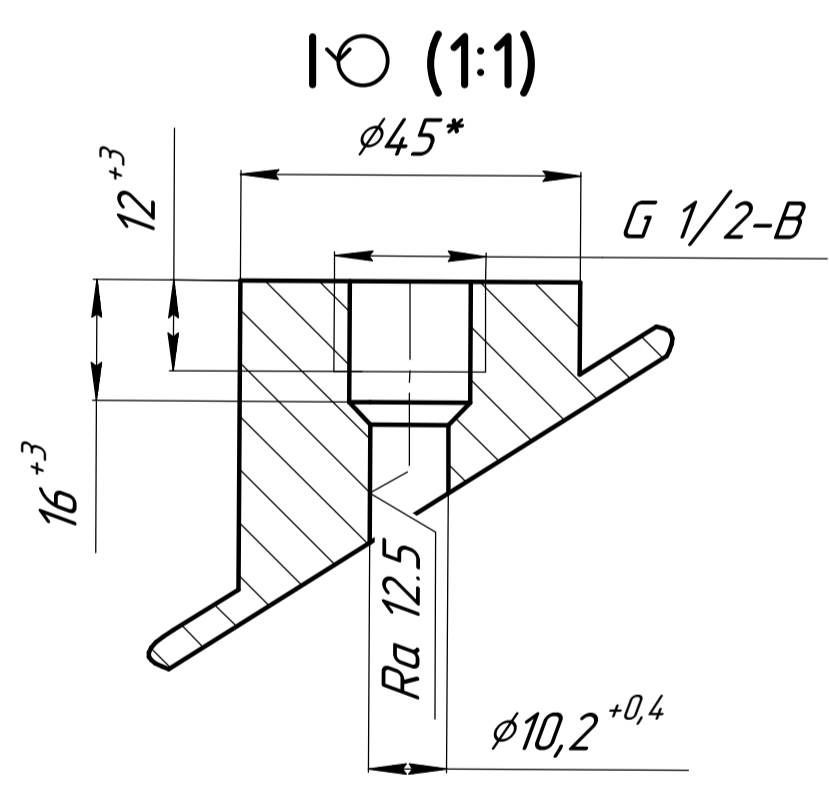
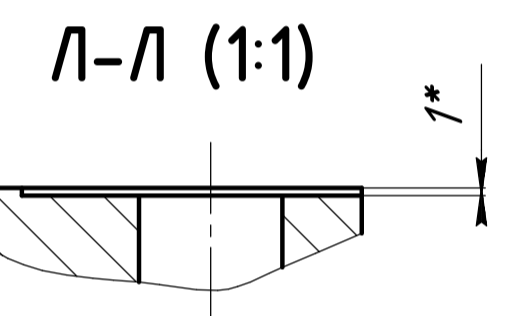
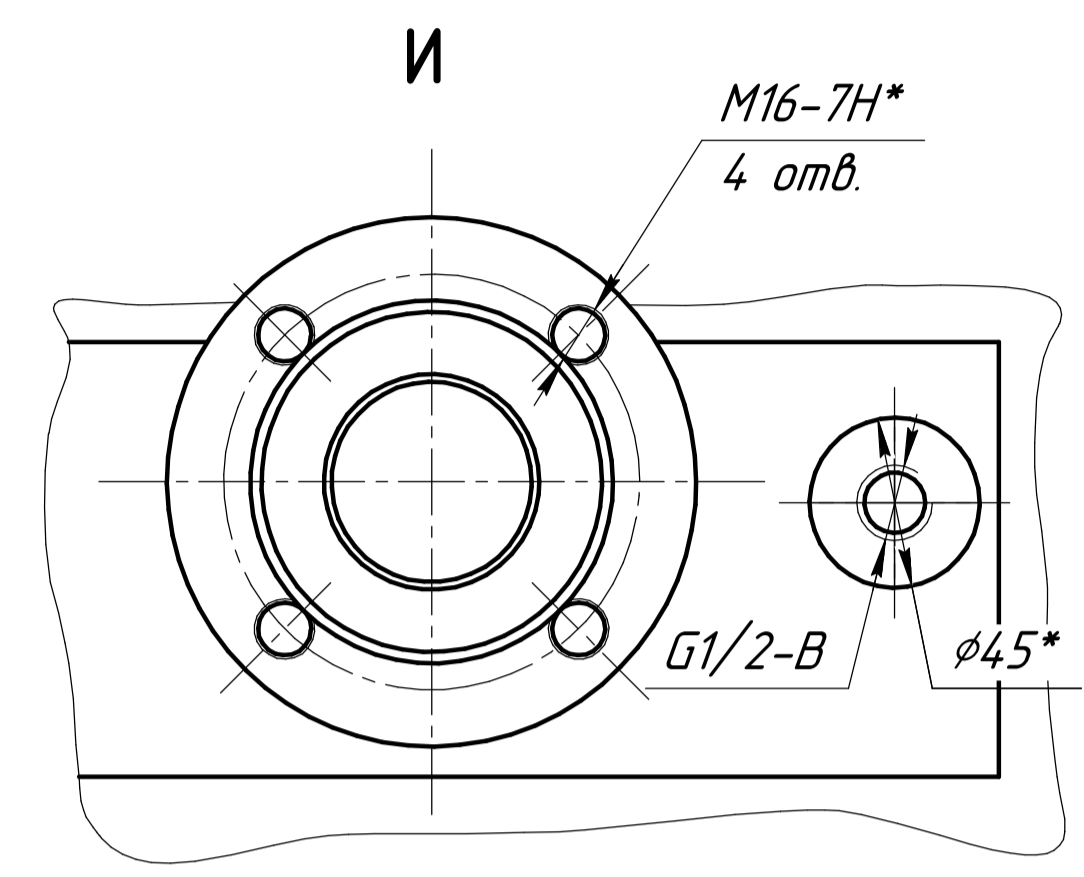
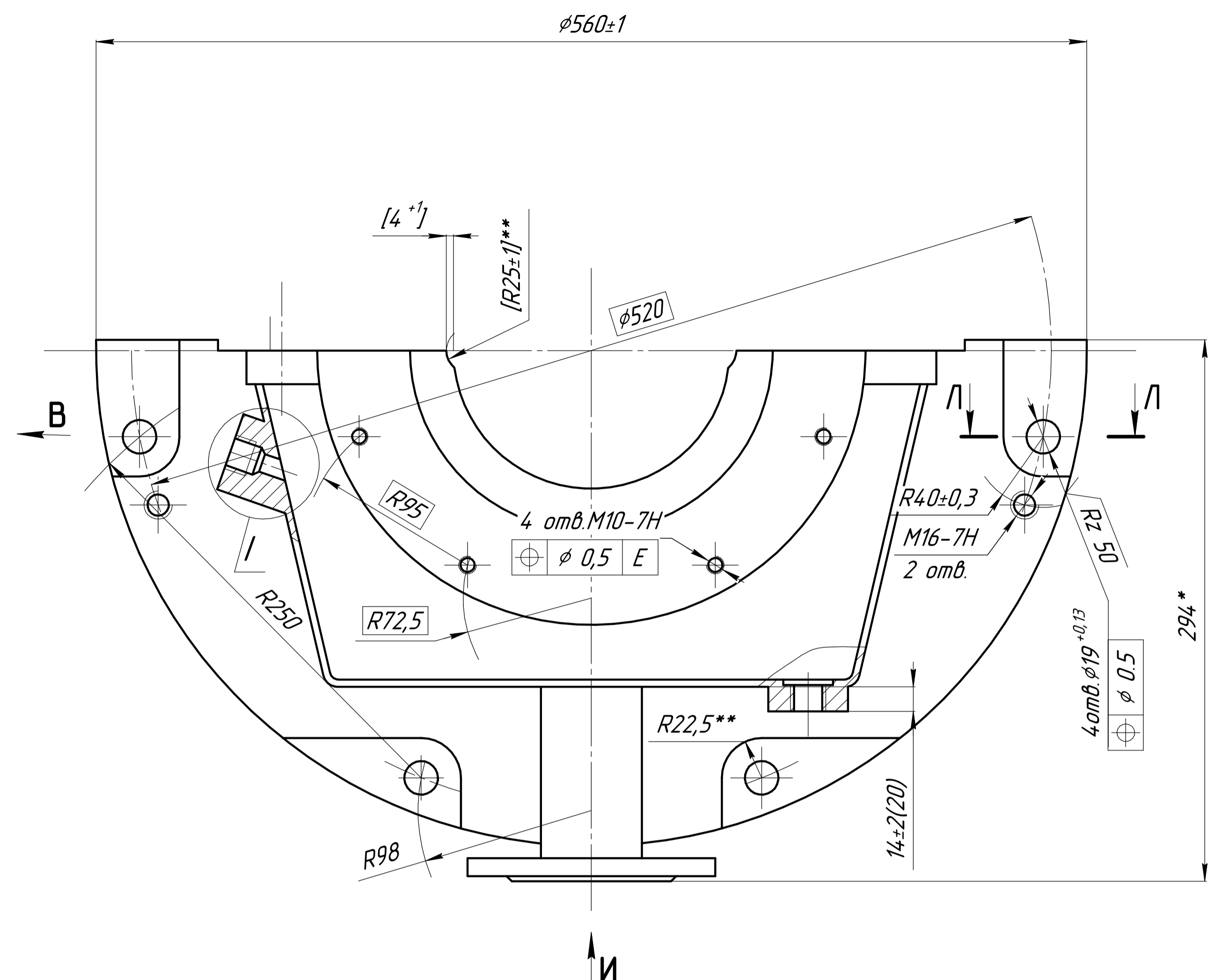
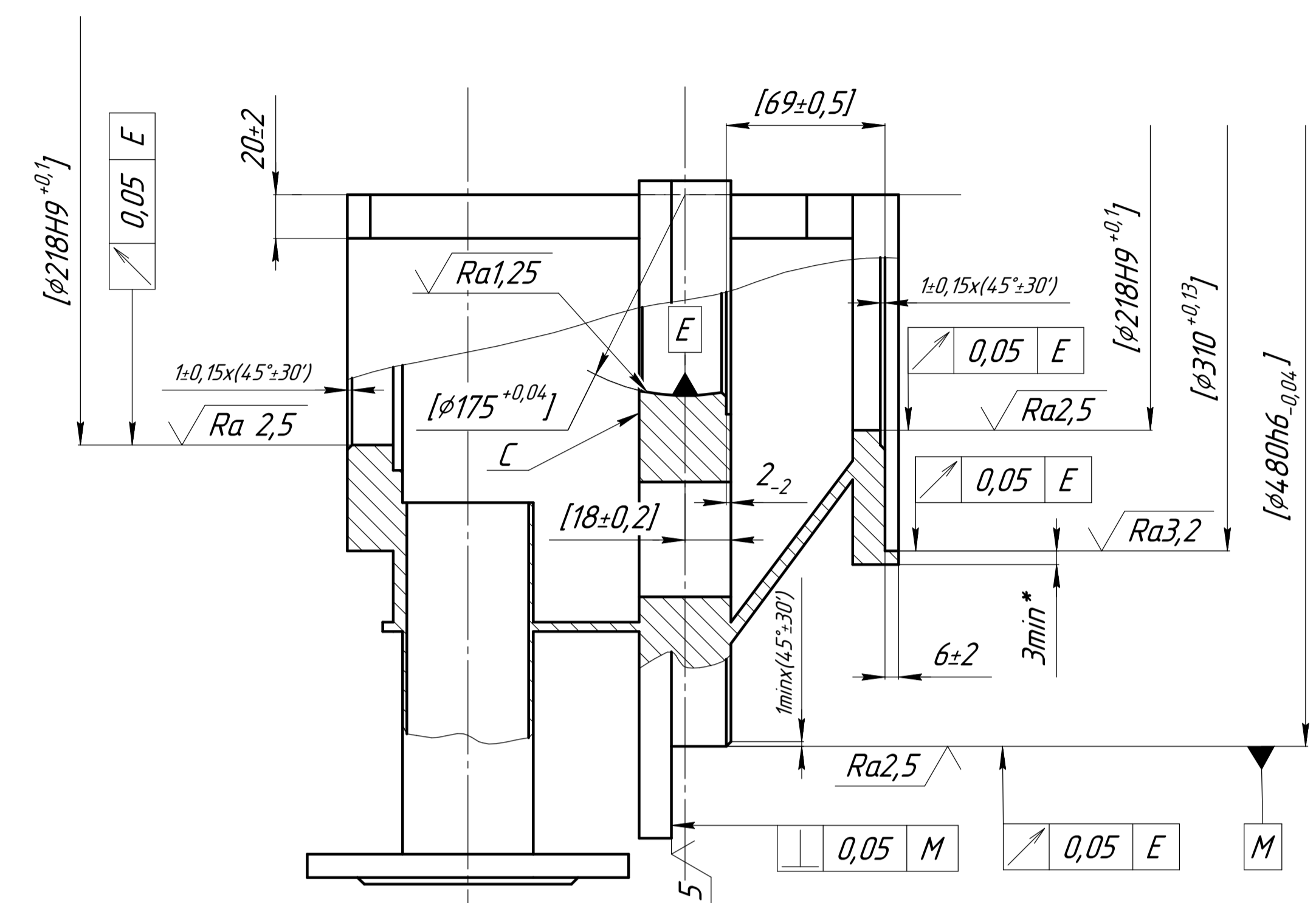
1. Сварные швы выполнить в среде углекислого газа по ГОСТ 14771-76.
2. Швы с обозначением Мп выполнить маслоплотными.
3. Сварные швы зачистить от наплывов и неровностей с шероховатостью не более Rz 1500.
4. Отжечь по инструкции.
5. *Размеры для справок.
6. Шероховатость поверхностей Г, Д, Е, М, Н, К не более Rz 320.
7. Швы испытать на маслоплотность керасином по ГОСТ 3285-77 в течении 120 мин.
8. Покрытие внутренне поверхности грунтолка ФЛК-03к коричневая ГОСТ 9109-81 VI 6/1 (0,6 м²).
9. Покрытие наружной поверхности грунтолка АК-070 желтая ГОСТ 25718-83 V УХЛ4 (0,6 м²).
10. Позиции 12, 13 и 14 условно не показаны.

ИШНПТ-3-4А7Б010101				Лист	Масса	Масштаб	
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Д	51	1:2
Разраб.	Бояров ИИ						
Проб.	Кудинов К.А.				Лист	Листов	1
Т.контр.					Сталь 20 ГОСТ 1050-2013 НИИ ТПУ зр-3-4А7Б		
Н.контр.					Копирабол		
Утв.					Формат А1		

КОМПАС-3D v19 Учебная версия © 2021 ООО "АКЮН-Оптика и Проектирование", Россия. Все права защищены.
 Имя, № листа, Лист, № докум., Подп., Дата, Справ. №, Пред. измен., 12

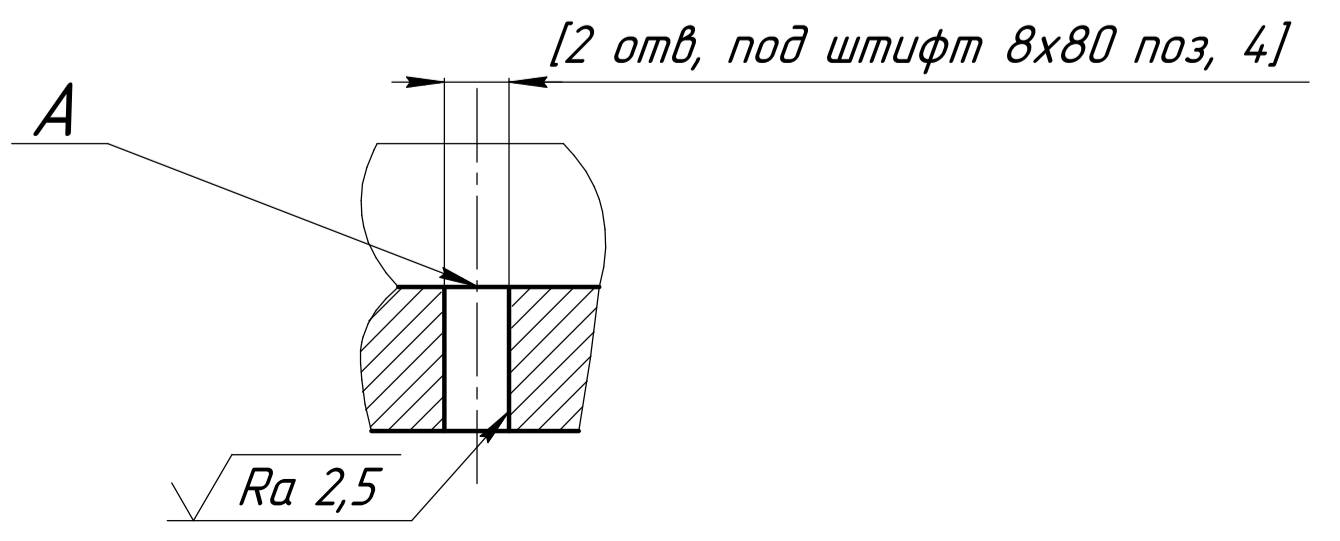
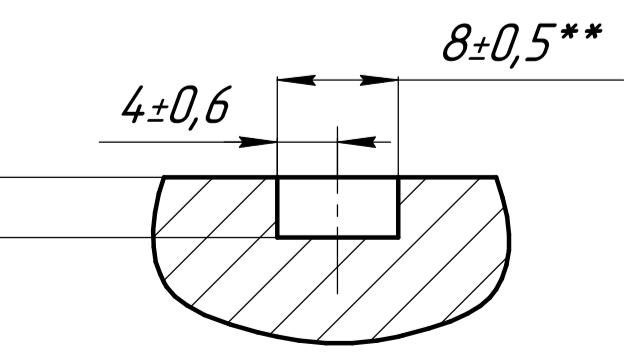
КОУПАС-ЭД v19 4ей редакция © 2021 ООО "АКОН-Системы проектирования", Россия Все права защищены

Перв. примен.		Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание	
						<u>Документация</u>			
		A1				Сборочный чертеж			
						<u>Детали</u>			
				1		Плита	1		
				2		Труба	1	0,67 кг	
						Труба <small>57x3,5 ГОСТ8732-78 В10 ГОСТ8731-74</small>			
						l=146±2			
				3		Фланец	1		
				4		Фланец	2		
				5		Бобышка	1		
				6		Бобышка	1		
				7		Полукольцо	1		
				8		Полукольцо	1		
				9		Полукольцо	1		
				10		Полукольцо	1		
				11		Кожух	1		
						<u>Материалы</u>			
				12		Сварочная проволока	0,8 кг		
						СВО8Г2 С1,6 ГОСТ2246-80			
				13		Грунтовка АК-070	0,24 кг		
						желтая ГОСТ25718-83			
				14		Грунтовка ФЛ-03к	0,13 кг		
						коричневая ГОСТ9109-81			
					ИШНПТ-3-4А7Б01.01.01				
		Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата			
		Разрад.	Бояров И.И.						
		Пров.	Кувшинов К.А.						
		Н.контр.							
		Утв.							
		Корпус подшипника (заготовка)					Лит.	Лист	Листов
							Д		1
							НИИ ТПУ зр. 3-4А7Б		



Д-Д (1:1)

Г-Г (1:1)



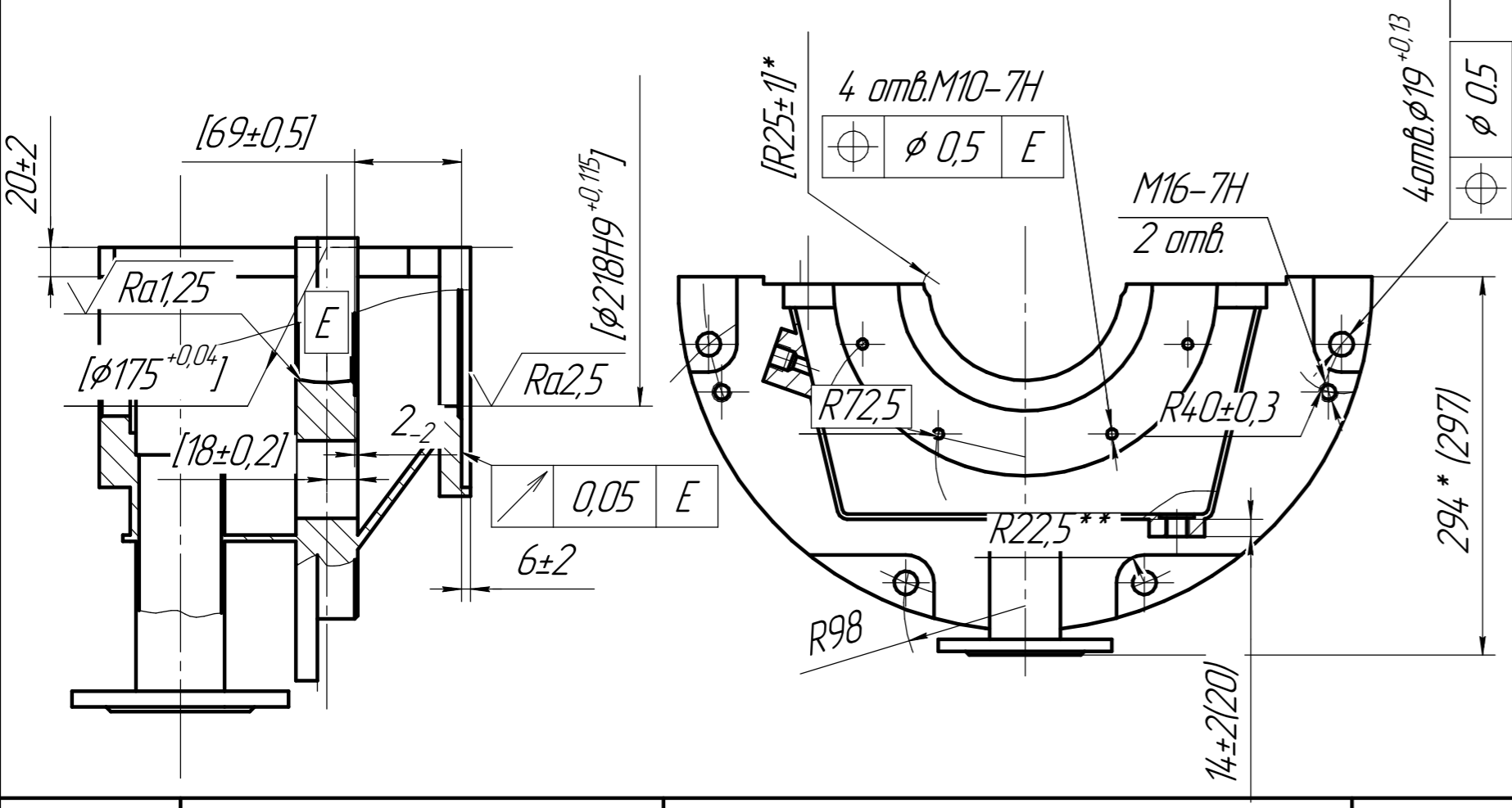
1. *Размеры для справок.
2. НВ 156.
3. Н14; н14; $\pm IT14/2$
4. **Размер, обеспечиваемый инструментом.
5. Размеры в круглых скобках до обработки.
6. Обработку по размерам в квадратных скобках производить совместно с "Крышкой".
7. "Корпус подшипника" перед совместной обработкой выставить по поверхности С с "Крышкой" с точностью 1 мм. В этом положении произвести разметку отверстий А производить по "Крышке".

				ИШНПТ-3-4А7501.02		
				Корпус подшипника		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лист	Масса
		Разработ	Бояров ИИ		Д	45,4
		Проект	Кудинов К.А.		Листов	1:2
		Т.контр.			Лист	Листов 1
Исполн.					Сталь 20 ГОСТ 1050-2013 НИИ ТПУ зр.3-4А75	
Эльб.					Копирабол Формат А1	

КОМПАС-3D v10 Удольская Версия © 2021 ООО "АКРОН-Системы проектирования", Россия. Все права защищены.
 Имя, № листа, Лист, № докум., Подп. и дата, Проект, Кудинов К.А., Т.контр., Исполн., Эльб.

Карта технологического процесса

Материал	Код ед. величины	Масса детали, кг	Заготовка			
			Профиль Размеры	Код и вид	Кол.	Масса, кг
Сталь 20 ГОСТ 1050-2013		4,54	φ560x294x234	Сварная	1	51



Номер операции	перехода	Наименование и содержание операций и переходов	Операционный эскиз	Оборудование	Приспособление	Инструмент		Наличие отдельных операций	Число рабочих ходов	Диаметр или ширина в направлении подачи, мм	Длина в направлении подачи, мм	Глубина резания, мм	Режим обработки		Нормы времени, мин					Разряд работы					
						режущий	измерительный						mm/об	mm/мин	Частота, об/мин	Скорость резания, м/мин	T0	Tвс	Tпз		Tшт	Tштк			
015	A	Установить, закрепить заготовку.				Фреза торцевая насадная φ 100 z=6 Пластина АРКТ 1604РРВ-М 8240	Штангенциркуль ШЦ-I-250-0,1 ГОСТ 166-89 Штангенрейсмас ШРЦ-40-400-0,05 ГОСТ 164-90		5	38	9892	4	-	300	388	122									
	1	Фрезеровать поверхность 1, 2 и 3 по программе выдерживая размеры φ214*, φ314±0,5, φ484±0,5, высоту 3±0,5 и 15±0,5 на черн, согласно эскизу.				Сверла φ19 цельное твердосплавное SD203-19.05-4.9-20R1	Калибр-пробка 19H9 ГОСТ 21401-75		1	19	28	9,5	0,15	58	385	23									
	2	Сверлить четыре отверстия 4 φ19H9 на проход по программе, выдерживая размеры согласно эскизу.				Сверла φ14 цельное твердосплавное SD203-14.0-3.7-14R1	Калибр-пробка 14H12 ГОСТ 21401-75		1	14	28	7	0,12	93	773	34	8,24								
	3	Сверлить два отверстия 5 по программе предварительно под резьбу, в размер φ14H12 на проход по эскизу.				Сверла φ8,5 цельное твердосплавное SD203-8.5-3.7-8R1	Калибр-пробка 8,5H12 ГОСТ 21401-75		1	8,5	28	5,4	130	1198	32		10								
	4	Сверлить четыре отверстия 6 по программе предварительно под резьбу, в размер φ8,5H12 на проход по эскизу.				Метчик M10-7H R6M5 HSSE UMT	Калибр-пробка M10-7H ГОСТ 17758-72		1	10	35	1	-	358	239	8									
	5	Нарезать резьбу M10-7H в 4-х отверстиях 6, на всю глубину отверстия.																							
	A	Снять деталь.																							

Вертикально обрабатывающий центр ОКК VM-900 с системой ЧПУ Fanuc 18-тв

Специальное фрезерное приспособление №1

ИШНПТ-3-4А7Б01.03		
Лист	№ док.	Дата
Д	Боряков ИИ.	
Проб	Кувшинов К.А.	
Т.контр.		
И.контр.		
Этап		
Операционная карта		Лист 1 / Листов 1
		НИИ ТПУ
		Группа 3-4А7Б
Копировал		Формат А1

Номер		Наименование и содержание операций и переходов	Операционный эскиз	Оборудование	Приспособление	Инструмент		Наличие однорезек абраз. детали	Число рабочих ходов	Диаметр или ширина в направлении подачи, мм	Длина в направлении подачи, мм	Глубина резания, мм	Режим обработки		Нормы времени, мин					Разряд работы	ИШНПТ-3-4А7501.03				
операции	перехода					режущий	измерительный						мм/об	мм/мин	T _{об}	T _{вс}	T _{пз}	T _{шт}	T _{шт.к}						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23			
020	A	Установить и закрепить деталь.				Фреза насадная phi 160 л=90 Z=10 Пластина АРКТ 1604РDR-ИМ-8040	Штангенрейсмас ШРЦ-40-400-0,05 ГОСТ 164-90		5	106	420	1	-	300	320	160	8,4	15	24,7			64,15			
	1	Фрезеровать поверхность 1 и 2 по программе, выдерживая размеры 420+/-1, 5+/-0,5, 18,7+/-0,1.							1	106	420	0,5	-	200	320	160									
	2	Сверлить четыре отверстия 3 на проход со снятием фаски 2x45°, предварительно под резьбу в размер phi 14H12, на всю толщину, согласно эскизу.				Сверло фасочное цельное твердосплавное phi 14, Dх18х45° SD203A-C45-28-14R	Калибр-пробка 14H12 ГОСТ 21401-75		1	18	30	9	0,12	93	773	34									
	3	Фрезеровать паз 4 (сечение Д-Д), по программе выдерживая размеры согласно эскизу.				Фреза шпоночная phi 8 твердосплавные ОВБ2564-20А08 KEVA	Калибр пробка специальная ПР phi 7,5 HE phi 8,5		1	8	712	4	-	295	1790	45									
	4	Нарезать резьбу М16-7Н в 4-х отверстиях, на всю глубину отверстия.				Метчик М16-7Н R6M5 HSSE UMT	Калибр-пробка М16-7Н ГОСТ 17758-72		1	16	35	1	-	300	150	8									
	5	Зачистить заусенцы по плоскости разъема, протереть ветошью от СОЖ. Выставить "крышку" на "корпус" по обработанному торцу и диаметру phi 214*. Закрепить шайбой поз. 3 и болтом поз. 4.				Напильник 2820-0018 ГОСТ 1465-80																			

Вертикально обрабатывающий центр ОКК ИМ-900 с системой ЧПУ Fanuc 18-тв

Специальное фрезерное приспособление №2

ИШНПТ-3-4А7501.03
Лист № 2
ИЗМ/Лист № 01/2018
Лист № 2

Номер		Наименование и содержание операций и переходов	Операционный эскиз	Оборудование	Приспособление	Инструмент		Наличие одобрения адм. детали	Число рабочих ходов	Диаметр или ширина в направлении подачи, мм	Длина в направлении подачи, мм	Глубина резания, мм	Режим обработки		Нормы времени, мин					Разряд работы					
операции	перехода					режущий	измерительный						мм/об	мм/мин	Частота об/мин	Скорость резания, м/мин	T ₀	T _{вс}	T _{пз}		T _{шт}	T _{штк}			
																							Подача	Частота об/мин	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23			
020	6	Центровать два отверстия $\phi 6,8$ на глубину 5 мм со снятием фаски $\phi 10 \times 45^\circ$.		Вертикально обрабатывающий центр ОКК ИМ-900 с системой ЧПУ Fanuc 18-тв	Специальное фрезерное приспособление №2	Сверло фасочное цельное R6M5 $\phi 6,8 \times 10 \times 45^\circ$ SD203A-C45-6,8-5,0-10R1	Калибр-пробка 6,8H4 ГОСТ 21401-75		1	10	10	5	0,07	132	1919	141	8,4	15	24,7			64,15	ИШНПТ-3-4-А7601.03		
	7	Сверлить два отверстия на проход 5 предварительно в размер $\phi 7,8H9$.				Сверло цельное твердосплавное $\phi 7,8$ SD203-8.7-27-10R1	Калибр-пробка 7,8H9 ГОСТ 21401-75		1	7,8	60	3,9	0,08	132	1678	41									
	8	Развернуть два отверстия под штифт 8x60.				Развертка коническая 1:50 ГОСТ 1177-84 R6M5	Калибр-пробка специальный (конусный) ПР $\phi 7,5$ HE $\phi 8,5$		1	8	70	0,4	0,33	132	398	10									
	9	Задать штифты позиции 2. A Снять деталь.				Молоток 7850-0101 Ц 15.ХР ГОСТ 2310-77			1																
025	A	Фрезерная ЧПУ Установить и закрепить деталь.		Специальное фрезерное приспособление №1	Фреза насадная $\phi 125$ а-90 Z=9 Пластина АРКТ 1604DR-НМ 8240	Штангенциркуль ШЦ-И-250-0,1 ГОСТ 166-89 Штангенрейсмас ШРЦ-40-400-0,05 ГОСТ 164-90		4	110	785	3	0,6	300	500	196	7									
	1	Фрезеровать поверхность 1 и отверстия 2, выдерживая размеры $\phi 214^*$, $229 \pm 0,5$, $138 \pm 0,5$ начерно, согласно эскиза.			Фреза концевая $\phi 50$ R6M5 ГОСТ 17026-71	Штангенциркуль ШЦ-И-125-0,1 ГОСТ 166-89		1	50	45	1	0,57	200	350	55							4,921			
A	2	Фрезеровать поверхность 3 выдерживая размеры 14 ± 2 . A Снять деталь.																							

Номер		Наименование и содержание операций и переходов	Операционный эскиз	Оборудование	Приспособление	Инструмент		Наличие однорезек обраб. деталей	Число рабочих ходов	Диаметр или ширина в направлении подачи, мм	Плеча в направлении обработки, мм	Глубина резания, мм	Режим обработки		Нормы времени, мин					Разряд работы	ИШНПТ-3-4-А7601.03				
операции	перехода					РЕЖУЩИЙ	ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ						мм/об	мм/мин	Частота, об/мин	Скорость резания, м/мин	T _{об}	T _{вс}	T _{пз}			T _{шт}	T _{шт.к}		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23			
030	A	Установить и закрепить деталь.				Резец токарный упорно проходной "Рател" МИЛНР 4040 R 08 пластина СМТ ИМНГ 080404-W-F	Индикатор часового типа ИЧ10Бк1 ГОСТ-577-68 Штангенглубиномер ШГ-160-0,05 ГОСТ 162-90 Калибр-пробка специальная ПР-φ310,00 НЧφ310,03		1	310	75	1	0,15	-	100	160	9,73	6	16			38,15			
	1	Точить торец 1 выдерживая размер 228±0,5. Расточить поверхность 2, выдерживая размеры 6±2 и φ310 ^{+0,03} на чисто, согласно эскизу.																							
	2	Расточить поверхности 3,4,5,6,7,8, выдерживая размер φ218H9, φ191±0,5, 2 ₂ , 0,4x45° на чисто, согласно эскизу.				Расточный резцовый блок GGR пластина ИМНГ 080404-W-F	Штангенглубиномер ШГ-160-0,05 ГОСТ 162-90 Штангенциркуль ШЦ-11-250-0,1 ГОСТ 166-89 Калибр-пробка специальная ПР-φ218,000 НЧφ218,130		1	218	63	5,4	0,15	-	100	160									
	3	Расточить сферическую поверхность 9 выдерживая размеры внутри сферы φ175 ^{+0,04} , с наружи сферы φ171 ^{+0,04} согласно эскизу.				Расточный резцовый блок GGR пластина ИМНГ 080404-W-F	Нутромер 160-260 ГОСТ 9244-75,		1	171	46	0,2	0,15	-	200	107									
	A	Точить поверхность 10,11,12 выдерживая размеры φ480 ^{±0,06} , 91 ^{+0,3} на чисто согласно эскизу.				Резец токарный проходной "Рател" МИЛНР 4040 R 08 пластина СМТ ИМНГ 060408E-1	Индикатор часового типа ИЧ10Бк1 ГОСТ-577-68 Калибр-скоба φ480±6 8105-001816 ГОСТ 18357-73 Штангенглубиномер ШГ-160-0,05 ГОСТ 162-90		1	480,6	100	0,5	0,15	-	100	160									
		Снять деталь.																							

Токарно-карусельный станок 1516Ф3 с системой ЧПУ
 Патрон 4-х кулачковый ГОСТ 3890-47 D=630

ЮИПТ-З-4А7501.03-01
Изд. № 01
Лист № 01
Листов 01

Номер операции	перехода	Наименование и содержание операций и переходов	Операционный эскиз	Оборудование	Приспособление	Инструмент		Наличие одобрения одоб. детали	Число рабочих ходов	Диаметр или ширина в направлении подачи, мм	Плеча в направлении подачи, мм	Глубина резания, мм	Режим обработки		Нормы времени, мин					Разряд работы				
						режущий	измерительный						мм/об	мм/мин	T ₀	T _{вс}	T _{пз}	T _{шт}	T _{шт.к}					
035	A	Установить и закрепить деталь																						
1		Фрезеровать два паза 1 и лыски 2, по программе выдерживая согласно эскизу 4+1 и 1* (сечение А-А).							1	50	455	4	-	20	250	39	5.3	11	11.7				44.07	
2		Сверлить четыре отверстия 3 по программе предварительно под резьбу, в размер ф8,5Н12 на проход по согласно эскизу.							1	8.5	35	5.1	0.11	130	198	32								
3		Снять фаску в двух отверстиях 4 и четырех отверстиях 3.							1	16	2	2	0.11	130	198	32								
4		Нарезать резьбу М16-7Н в 2-х отверстиях 4, на всю глубину отверстия.							1	16	35	1	-	300	150	8								
5	A	Нарезать резьбу М10-7Н в четырех отверстиях 6, на всю глубину отверстия. Снять деталь.							1	10	35	1	-	358	239	8								

Вертикально обрабатывающий центр ОКК VM-900 с системой ЧПУ Fanuc 18-тб

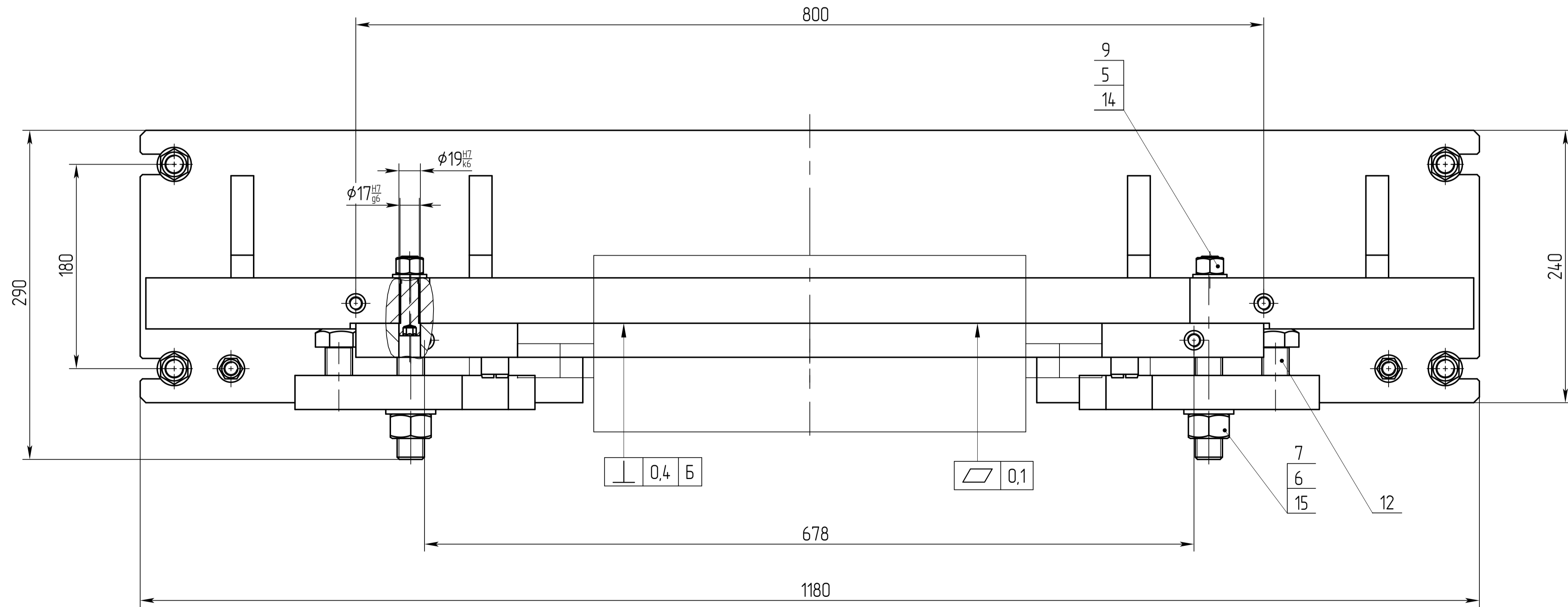
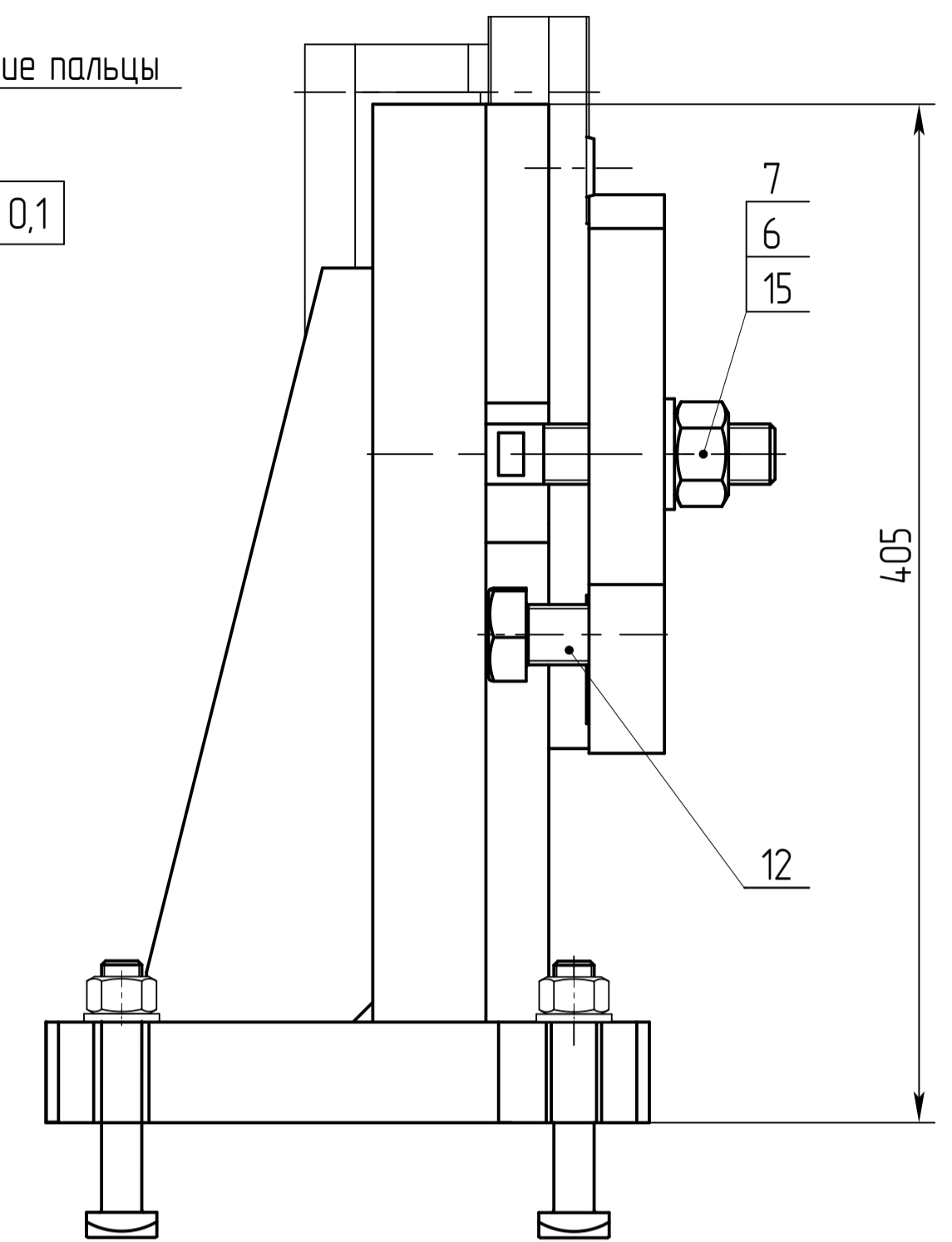
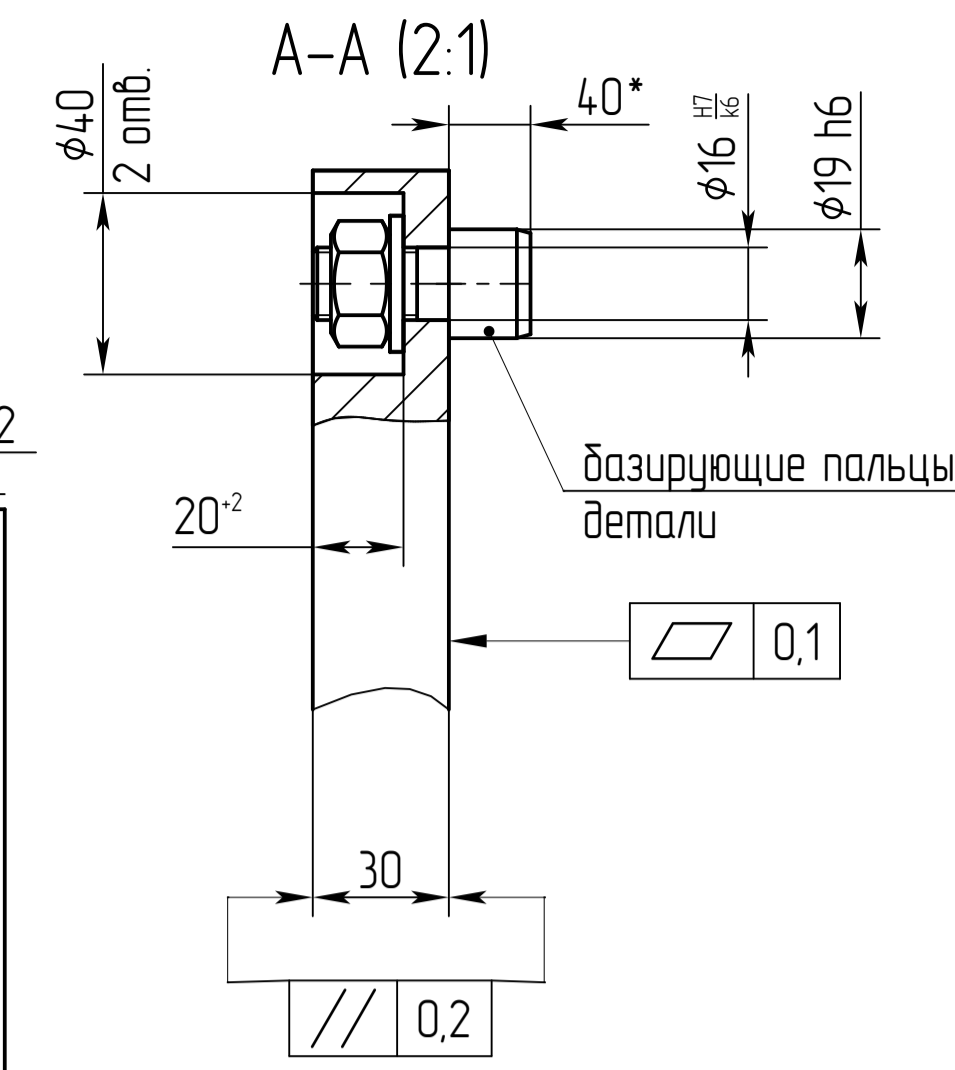
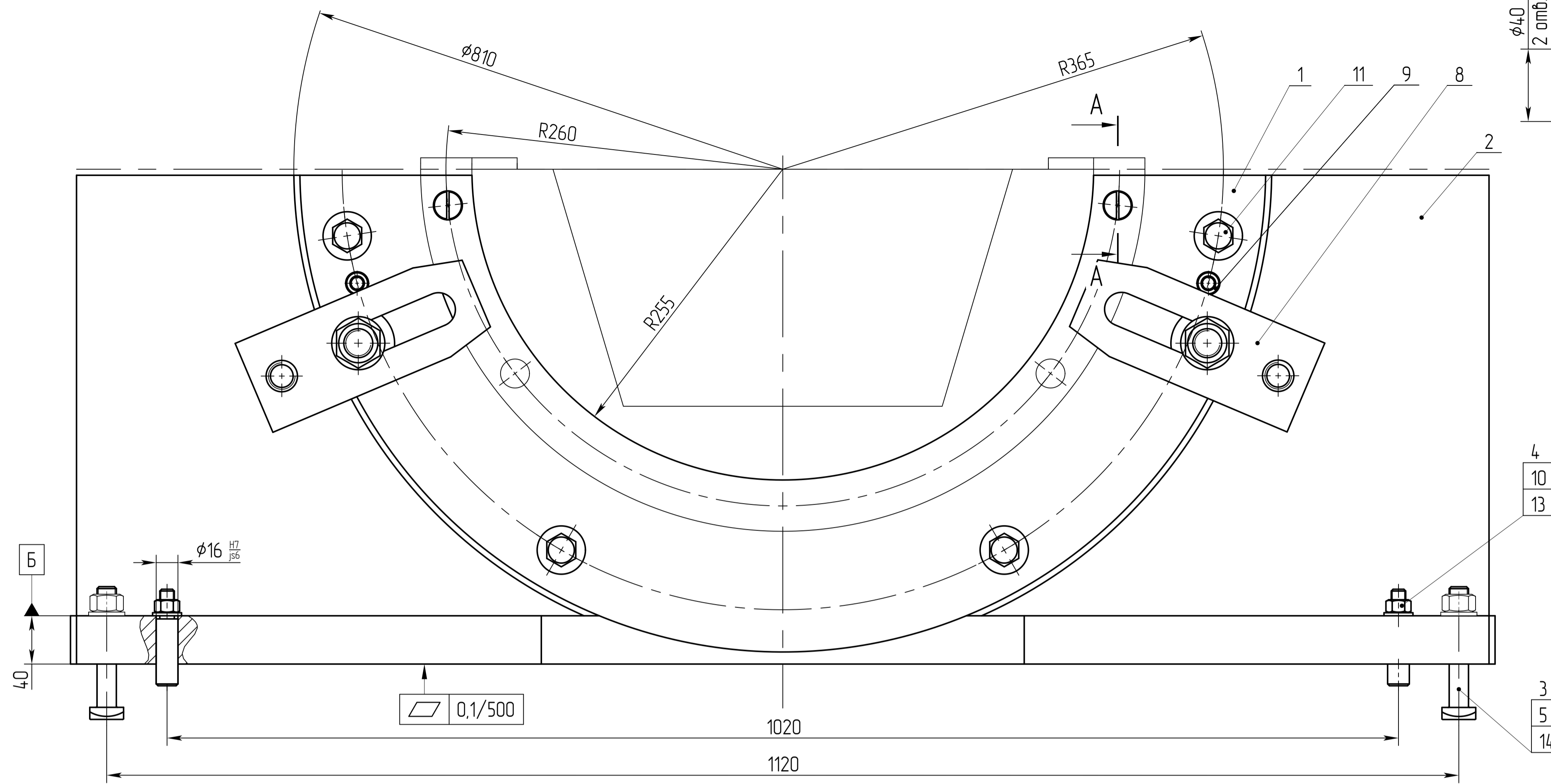
Специальное фрезерное приспособление №1

ИШНПТ-3-4А7501.03

Номер операции	перехода	Наименование и содержание операций и переходов	Операционный эскиз	Оборудование	Приспособление	Инструмент		Наличие обратной абраз. детали	Число рабочих ходов	Диаметр или ширина в направлении подачи, мм	Плеча в направлении подачи, мм	Глубина резания, мм	Режим обработки		Нормы времени, мин					Разряд работы	ИШНПТ-3-4А7Б01.03			
						режущий	измерительный						mm/об	mm/мин	Т0	Твс	Тпз	Тшт	Тштк					
040	A	Сверлильная Установить и закрепить деталь.		Радиально – сверлильный станок 2М55																				
	1	Сверлить отверстие (выноска I) phi 10,2 ^{+0,04} на проход.					Сверло phi 10,2 R6M5 ГОСТ 10903-77	Калибр-пробка 10,2Н12 ГОСТ 21401-75		1	10,2	35	5,1	0,16	-	560	21	0,776	3	3,21			10,98	
	2	Сверлить отверстие (выноска I) под резьбу phi 18,75 ^{+0,2} на глубину 16 ⁻³ согласно эскизу.					Сверло phi 18,75 R6M5 ГОСТ 10903-77	Калибр-пробка 18,75Н9 ГОСТ 21401-75		1	18,75	16	4,25	0,2	-	355	21							
	3	Нарезать резьбу G1/2-B на глубину 12 ⁻³ согласно эскиза.				Метчик G1/2-B R6M5 ГОСТ 3266-81	Калибр-пробка G1/2-B ГОСТ 1623-89		1	20,99	12	1,25	0,2	-	71	4,6								
	A	Снять деталь.																						
045	A	Сверлильная Установить и закрепить деталь.																						
	1	Сверлить отверстие (выноска И) phi 18,75 ^{+0,2} на проход.					Сверло phi 18,75 R6M5 ГОСТ 10903-77	Калибр-пробка 18,75Н9 ГОСТ 21401-75		1	18,75	16	4,25	0,2	-	355	21	0,776	3	3,21			10,98	
	2	Выполнить обратную цековку поверхности 2, выдерживая размер 4±0,5.				Цековка обратная BSF-G-1850/070-220 Пластина BSF-M-G-1A-6.0	Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89		1	9,5	4	1	0,05	-	796	70								

ИШНПТ-3-4А7501.03
 Изм. № 1
 Лист № 7
 Дата
 Взам. инв. №
 Лист № 7
 Дата

Номер		Наименование и содержание операций и переходов	Операционный эскиз	Оборудование	Приспособление	Инструмент		Наличие оборудования абраз. деталей	Число рабочих ходов	Диаметр или ширина в направлении подачи, мм	Длина в направлении подачи, мм	Глубина резания, мм	Режим обработки		Нормы времени, мин					Разряд работы	ИШНПТ-3-4А7501.03					
операции	перехода					режущий	измерительный						мм/об	мм/мин	Частота, об/мин	Скорость резания, м/мин	T _{об}	T _{вс}	T _{пз}			T _{шт}	T _{шт.к}			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23				
	3	Нарезать резьбу G1/2-B на проход.		Радиально - сверлильный станок 2М55		Метчик G1/2-B R6M5 ГОСТ 3266-81	Калибр-пробка G1/2-B ГОСТ 1623-89		1	20,99	16	125	0,2	-	71	4,6										
	A	Снять деталь.																								
050	A	Термоэнергетическая Установить деталь.		ИТЕМР 400-600				1									1	0,31	5	-	6,64	4,6				
060	A	Контрольная Установить деталь.		Контрольный стол ГОСТ 19917-93																						



1. * Размеры для справок.
2. Приспособление поднимать за отверстие для рым-болтов.
3. Не допускается поднимать приспособление с закреплённой деталью.
4. Перед установкой детали в приспособление, необходимо закрепить приспособление к столу станка болтами поз.3 гайкам поз. 5 и шайбой поз.14.
5. Для точного расположения приспособления на столе станка, необходимо установить базирющие пальцы поз.4, закрепив их гайкой поз.10 и шайбой поз.13.
6. Установить полукольцо поз. 1 на корпус приспособления поз.2 закрепив двумя базирющими болтами поз.9, гайками поз.5 и шайбами поз.15. Далее закрепить полукольцо болтами поз.11.
7. После установки детали на базирющие пальцы, деталь необходимо прижать планками поз.8 через шпильки поз. 9, гайкой поз. 6 и шайбой поз. 15. Для плотного прилегания планки поз.8 необходимо раскрутить прижимной болт поз.12.

ИШНПТ-3-4А760102.01			
Изм./Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.	Бояров И.И.		
Проб.	Кудышов К.А.		
Т.контр.			
Н.контр.			
Этб.			
Приспособление для фрезерования плоскости разреза в корпусе подшипника			Лист 1 / Листов 125
Сборочный чертёж			
Копировал			Формат А1

КОМПАС-3D v19 Учебная версия © 2021 ООО "АСКОН-Системы проектирования", Россия. Все права защищены.

Перв. примен.		Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
Справ. №						<u>Документация</u>		
					ИШНПТ-3-4А 7Б01.02.	Сборочный чертёж		
						<u>Сборочные единицы</u>		
				1		Полукольцо сегментное	1	
				2		Корпус	1	
						<u>Детали</u>		
				5		Болт М16х80	4	
				6		Гайка М12 ГОСТ 8918-69	2	
				7		Гайка М16 ГОСТ 8918-69	6	
				8		Гайка М24 ГОСТ 8918-69	2	
				9		Шпилька	2	
				10		Прихват	2	
				11		Палец установочный	2	
				12		Палец	2	
				13		Болт М16х55 ГОСТ 7798-70	4	
					ИШНПТ-3-4А 7Б01.02.			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Приспособление для фрезерования плоскости разъема в корпусе подшипника НИИ ТПУ г.р. 3-4А7Б			
Разраб.		Бояров И.И.						
Пров.		Кувшинов К.А.						
Н.контр.								
Утв.					Лит.	Лист	Листов	
					Д	1	2	

