

Школа: ИШНПТ

Направление подготовки: 15.03.01 Машиностроение

Отделение школы (НОЦ): Отделение материаловедения

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Разработка технологии изготовления корпуса дозатора

УДК 621.81-2-047.84

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4А6Б	Колесников Павел Сергеевич		6.06.2020

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Арляпов А. Ю.	к.т.н., доцент		6.06.2020

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН	Кашук И.В.	к.т.н., доцент		6.06.2020

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Черемискина М. С.			6.06.2020

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
15.03.01 Машиностроение	Ефременков Е.А.	к.т.н		6.06.2020

Результаты обучения

Вый про	Результат обучения*
Общие по направлению подготовки (специальности)	
P1	Способность применять базовые и специальные знания в области математических, естественных, гуманитарных и экономических наук в комплексной инженерной деятельности на основе целостной системы научных знаний об окружающем мире; умение использовать основные законы естественнонаучных дисциплин, методы математического анализа и моделирования, основы теоретического и экспериментального исследования в комплексной инженерной деятельности с целью моделирования объектов и технологических процессов в машиностроении, используя стандартные пакеты и средства автоматизированного проектирования машиностроительной и сварочной продукции.
P2	Демонстрировать понимание сущности и значения информации в развитии современного общества, владение основными методами, способами и средствами получения, хранения, переработки информации; использование для решения коммуникативных задач современных технических средств и информационных технологий.
P3	Способность самостоятельно применять методы и средства познания, обучения и самоконтроля, осознавать перспективность интеллектуального, культурного, нравственного, физического и профессионального саморазвития и самосовершенствования, уметь критически оценивать свои достоинства и недостатки.
P4	Способность эффективно работать индивидуально и в качестве члена команды, демонстрируя навыки руководства отдельными группами исполнителей, в том числе над междисциплинарными проектами, уметь проявлять личную ответственность, приверженность профессиональной этике и нормам ведения профессиональной деятельности.
P5	Демонстрировать знание правовых, социальных, экологических и культурных аспектов комплексной инженерной деятельности, осведомленность в вопросах охраны здоровья, безопасности жизнедеятельности и труда на машиностроительных и строительно-монтажных производствах.
P6	Осуществлять коммуникации в профессиональной среде и в обществе в целом, в том числе на иностранном языке; анализировать существующую и разрабатывать самостоятельно техническую документацию; четко излагать и защищать результаты комплексной инженерной деятельности на предприятиях машиностроительного, строительно-монтажного комплекса и в отраслевых научных организациях, участвовать в работе над инновационными проектами, используя базовые методы исследовательской деятельности, основанные на систематическом изучении научно-технической информации, отечественного и зарубежного опыта, проведении патентных исследований
P7	Умение проводить предварительное технико-экономическое обоснование проектных решений, выполнять организационно-плановые расчеты по созданию или реорганизации производственных участков, планировать работу персонала и фондов оплаты труда, применять прогрессивные методы эксплуатации технологического оборудования при изготовлении изделий машиностроения и сварочного производства
P8	Умение применять стандартные методы расчета деталей и узлов машиностроительных изделий и конструкций, выполнять проектно-конструкторские работы, составлять и оформлять проектную и технологическую документацию соответственно стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам, в том числе с использованием средств автоматизированного проектирования, выполнять работы по стандартизации, технической подготовке к сертификации технических средств, систем, процессов, оборудования и материалов, организовывать метрологическое обеспечение технологических процессов, подготавливать документацию для создания системы менеджмента качества на предприятии.

Профиль 3 (Технология, оборудование и автоматизация машиностроительных производств)	
P11	Умение применять современные методы для разработки малоотходных, энергосберегающих и экологически чистых машиностроительных и строительно-монтажных технологий, обеспечивающих безопасность жизнедеятельности людей и их защиту от возможных последствий аварий, катастроф и стихийных бедствий, умение применять способы рационального использования сырьевых, энергетических и других видов ресурсов в машиностроении и строительстве, применять методы стандартных испытаний по определению физико-механических свойств и технологических показателей используемых материалов и готовых изделий.
P12	Умение обеспечивать соблюдение технологической дисциплины при изготовлении изделий машиностроительного производства, осваивать новые технологические процессы производства продукции, применять методы контроля качества новых образцов изделий.

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

Школа: ИШНПТ

Направление подготовки (специальность): 15.03.01 Машиностроение

Отделение школы (НОЦ): Отделение материаловедения

УТВЕРЖДАЮ:

Руководитель ООП

_____ Ефременков Е.А.

(Подпись) (Дата) (Ф.И.О.)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

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

Студенту:

Группа	ФИО
4А6Б	Колесникову Павлу Сергеевичу

Тема работы:

Разработка технологии изготовления корпуса дозатора	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	№59-67/с от 28.02.2020
Срок сдачи студентом выполненной работы:	6.06.2020

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>Чертеж корпуса насоса – дозатора, технические требования к детали, программа выпуска.</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>Анализ технологичности детали, разработка маршрута обработки, размерный анализ, выбор оборудования и инструмента, подбор режимов резания, расчет норм времени, разработка дополнительной оснастки</p>
<p>Перечень графического материала <i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<p>Чертеж корпуса насоса – дозатора, размерная схема, чертеж крышки корпуса насоса – дозатора, сборочный чертеж оснастки, сборочный чертеж крестовины, чертеж крышки крестовины, чертеж карданного вала, чертеж конуса Морзе, чертеж крестовины, чертеж вилки Weldon.</p>

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы

(с указанием разделов)

Раздел	Консультант
Технологическая часть	Арляпов А.Ю.
Финансовый менеджмент и ресурсоэффективность	Кашук И.В.
Социальная ответственность	Черемискина М. С.

Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	16.12.2019
--	------------

Задание выдал руководитель / консультант (при наличии):

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Арляпов Алексей Юрьевич	К.Т.Н.		16.12.2019

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4АББ	Колесников Павел Сергеевич		16.12.2019

Реферат

Выпускная квалификационная работа содержит: 137 страниц, 50 рисунков, 61 таблицы, 23 источника литературы, 2 приложения.

Ключевые слова: корпус, насос-дозатор, изготовление, технологический процесс, режимы резания, нормы времени, технологическая оснастка.

Объект исследования – технология машиностроения.

Цель работы: разработать технологический процесс изготовления корпуса насоса – дозатора.

В результате работы был произведен технологический анализ детали, составлен маршрут обработки детали. Разработан технологический процесс изготовления корпуса насоса – дозатора, составлена размерная схема и граф технологического процесса, произведен размерный анализ технологического процесса. Рассчитаны режимы резания при обработке детали. Подобрано оборудование и инструмент, необходимые для изготовления корпуса насоса – дозатора. Спроектирована технологическая оснастка, необходимая для хонинговальной операции на вертикально – сверлильном станке. Произведен расчет параметров оснастки.

Оглавление

Введение	13
1. Техническое задание	14
2. Анализ технологичности	14
3. Тип производства	15
4. Выбор заготовки.....	18
5. Разработка технологии изготовления корпуса насоса – дозатора.....	20
5.1 Построение размерной схемы технологического процесса и графа технологических размерных цепей	24
6. Размерный анализ разрабатываемого технологического процесса изготовления детали.....	27
6.1 Назначение допусков на технологические размеры	27
6.2 Проверка обеспечения конструкторских размеров.....	28
6.3 Определение минимальных припусков на обработку	29
6.4 Расчет технологических размеров	30
7. Разработка технологии изготовления крышки насоса – дозатора.....	38
7.1 Построение размерной схемы технологического процесса крышки дозатора и графа технологических размерных цепей	42
8. Размерный анализ разрабатываемого технологического процесса изготовления крышки насоса – дозатора	45
8.1 Назначение допусков на технологические размеры	45
8.2 Проверка обеспечения конструкторских размеров.....	46
8.3 Определение минимальных припусков на обработку	49
8.4 Расчет технологических размеров	50
9. Расчет режимов резания, выбор режущего инструмента и металлообрабатывающего оборудования для детали корпус насоса - дозатора	57
10. Расчет режимов резания, выбор режущего инструмента и металлообрабатывающего оборудования для детали крышки корпуса насоса дозатора	66
11. Нормирование технологического процесса.....	73
12. Конструкторская часть	76

«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»	83
13. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	84
Введение	84
13.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения.....	85
13.1.1 Анализ конкурентных технических решений	85
13.1.2 SWOT – анализ.....	86
13.2 Планирование научно-исследовательских работ	89
13.2.1 Структура работ в рамках научного исследования.....	89
13.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ и разработка графика проведения.....	90
13.3 Бюджет научно-технического исследования.....	94
13.3.1 Расчет материальных затрат научно-технического исследования.....	94
13.3.2 Расчет амортизации специального оборудования.....	95
13.3.3 Основная и дополнительная заработная плата исполнителей темы ...	98
13.3.4 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)	100
13.3.5 Накладные расходы	100
13.3.6 Бюджетная стоимость	100
13.4 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования ...	101
Вывод по разделу	102
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»	103
Введение	105
14. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности. ...	106
14.1. Специальные правовые нормы трудового законодательства.	106
14.2. Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.	107
15. Профессиональная социальная ответственность	108
15.1. Анализ вредных и опасных факторов.....	109
15.1.01. Микроклиматические условия	109
15.1.02. Уровень шума.....	111

15.1.03. Освещенность.....	111
15.1.04. Вредные вещества.....	112
15.1.05. Движущиеся части твердых веществ.....	112
15.1.06. Неподвижные режущие, колющие и т.д. части твердых объектов	113
16. Экологическая безопасность	113
17. Безопасность при ЧС	114
Вывод по разделу	116
18. Заключение.....	117
19. Список литературы	118
Приложение А	120
Приложение Б.....	127

Введение

Насос – дозатор используется для порционного перекачивания медицинской жидкости. Деталь испытывает небольшие нагрузки, так как предназначена только для дозированной перекачки жидкости. Поршень дозатора совершает возвратно – поступательное движение и вращательное в крайнем положении. В качестве смазывающего материала выступает сама медицинская жидкость.

Цель работы: разработать технологический процесс изготовления «корпуса насоса – дозатора».

Задачи работы:

1. Разработать технологический процесс изготовления детали «Корпус насоса – дозатора».
2. Спроектировать необходимую технологическую оснастку.
3. Провести анализ экономической целесообразности технологии.
4. Провести оценку производственной и экологической безопасности.

Объект исследования: Технология изготовления «корпуса насоса – дозатора».

Предмет исследования: корпус насоса – дозатора.

трения. Следовательно, необходимо стойкое покрытие детали, для работы в таких условиях подойдет покрытие твердым хромом, так как затруднительно нанести покрытие только на внутренней поверхности корпуса, придется наносить покрытие на всю деталь. Для достижения необходимой шероховатости нужна доводочная операция в виде притирки.

Имеется двойная фаска в отверстиях, это ни на что не влияет, но усложняет технологию. Отверстия в восьмиграннике так же имеют высокие требования к точности, но эти требования ничем не обусловлены. Внешний размер восьмигранника имеет излишнюю точность.

В целом деталь не технологична, так как достаточно сложно изготовить цельную конструкцию, помимо этого есть нетехнологичные требования к элементам конструкции, такие как: наружный размер восьмигранника, отверстий в восьмиграннике, двойные фаски.

Для улучшения технологичности детали решено разделить ее на две детали, непосредственно корпус насоса – дозатора и крышку корпуса насоса – дозатора, которые будут иметь сборочную операцию в виде сварки. Так же в отверстиях корпуса насоса – дозатора решено сделать скругление вместо двойной фаски, что позволит сохранить легкость позиционирования поршня относительно отверстия и упростит технологию изготовления. Требования к точности размера восьмигранника и отверстий в нем снижены, что никак не повлияет на работоспособность детали. Так как требование к шероховатости внутренней поверхности достаточно высоки, решено добавить хонинговальную операцию перед доводочной.

3. Тип производства

Чтобы правильно составить технологический процесс, выбрать оснастку и оборудование, необходимо определить тип производства.

$$K_{30} = \frac{t_{\partial}}{t_{ус}} [1];$$

где K_{30} - коэффициент закрепления операции, t_{∂} - такт выпуска деталей, $t_{ус}$ - среднее штучное время операций.

Такт выпуска деталей t_{∂} :

$$t_{\partial} = \frac{60 \cdot \Phi_{\partial}}{N} = \frac{60 \cdot 2018 \text{ ч.}}{600} = 202 \text{ мин.} [1]$$

Где 60 – перевод часов в минуты, Φ_{∂} - действительный полугодовой фонд времени рабочего оборудования (для односменного режима $\Phi_{\partial} = 2018 \text{ ч.}$), N – объем выпуска деталей ($N = 600 \frac{\text{шт}}{12 \text{ мес}}$).

Фонд времени взят годовой для односменного режима работы. В таблице 1 представлен предварительный маршрут обработки детали корпуса насоса дозатора, чтобы определить тип производства.

Таблица 1 – Предварительный маршрут обработки детали корпус дозатора

Позиция	Тип операции	Описание
1	Отрезная	Отрезать заготовку Ø 62 мм
2	Токарная	Подрезать торец Ø 62 мм
3		Точить заготовку в размеры Ø 58 мм и длиной 171,5 мм
4		Точить заготовку в размеры Ø 57 мм и длиной 96,5 мм
5	Сверление	Сверлить отверстие Ø 20 мм и длиной 216
6	Рассверливание	Рассверливать отверстие до Ø 38 мм
7	Растачивание	Черновая расточка, растачивать отверстие Ø 38 мм
8		Чистовая расточка, растачивать отверстие Ø 39 мм до Ø 39,95 мм
9		Точить скругление длиной 4 мм и радиусом 4 мм
10	Фрезерная	Фрезеровать 8-ми гранник Ø 58 мм длиной 25 мм
11	Сверление	Сверлить отверстие Ø 6 мм и длиной 9 мм

12	Цекование	Цековать отверстие Ø 9 мм и длиной 4,5 мм
13	Сверление	Сверлить отверстие Ø 10 мм и длиной 9 мм
14	Цекование	Цековать отверстие Ø 13 мм и длиной 4,5 мм
15	Токарная	Подрезать торец Ø 62 мм
16		Точить заготовку в размеры Ø 57 мм и длиной 94,5 мм
17	Расточная	Расточить отверстие Ø 39,95 мм до Ø 48 мм на длине 4 мм
18	Хонинговальная	Хонинговать отверстие Ø 40 мм
19	Доводочная	Притереть отверстие
20	Нанесение покрытия	Нанести покрытие твердый хром

Для того чтобы получить штучное время операции необходимо узнать предварительно основное время по эмпирическим формулам [7,с.172], расчеты времени производятся по предварительно составленному технологическому процессу. Результаты расчетов и формулы представлены в таблице 2 ниже.

Таблица 2 – Предварительные расчеты основного времени

Позиция	Тип обработки	Формула	d, мм	D, мм	l, мм	T, мин
1	Отрезка	$0,00019D^2$	62	-	-	0,73
2	Подрезка торца	$0,000037(D^2-d^2)$	62	0	-	0,14
3	Точение	$0,00017dl$	58	-	171,5	1,69
4	Точение	$0,00011dl$	57	-	96,5	0,60
5	Сверление	$0,00052dl$	20	-	216	2,25
6	Рассверливание	$0,00031dl$	38	-	216	2,54
7	Растачивание	$0,0018dl$	39	-	216	15,16
8	Растачивание	$0,0018dl$	39,85	-	216	15,49
9	Растачивание	$0,0018dl$	39,85	-	4	0,29
10	Фрезерование	$0,007l$	-	-	28·8	1,4
11	Сверление	$0,00052dl$	6	-	9	0,03
12	Цекование	$0,00021dl$	9	-	4,5	0,008
13	Сверление	$0,00052dl$	10	-	9	0,05
14	Цекование	$0,00021dl$	13	-	4,5	0,012

15	Подрезка торца	$0,000037(D^2-d^2)$	62	-	-	0,14
16	Точение	$0,00017dl$	57	-	94,5	0,92
17	Растачивание	$0,0018dl$	48	-	4	0,35
18	Хонингование	$0,0018dl$	40	-	216	15,552
				Сумма, мин		57,352

$$t_{шс} = \frac{\sum t_{ши}}{n} = \frac{57,352}{6} = 9,56;$$

Где $\sum t_{ши}$ – сумма продолжительности каждой операции в минутах, n – количество операций в технологическом процессе.

Определим коэффициент закрепления операции:

$$K_{зо} = \frac{t_d}{t_{шс}} = \frac{202}{9,56} = 21,65 \approx 21$$

Полученный коэффициент $20 \leq K_{зо} < 40$, так тип производства определяется как мелкосерийный.

Так как корпус насоса – дозатора является лимитирующей деталью, то расчет коэффициента закрепления операции и типа производства для крышки корпуса насоса – дозатора производить не будем.

4. Выбор заготовки

Способ определения заготовки определяется на основании чертежа детали, результатов анализа ее назначения, требования эксплуатации, программы выпуска.

Согласно выданному заданию, материал детали – нержавеющая сталь 12Х18Н10Т.

Химический состав стали регламентируется ГОСТ 5632-72.

Таблица 3 – Химический состав стали

C	Cr	Fe	Mn	Ni	P	S	Si	Ti
---	----	----	----	----	---	---	----	----

$\leq 0,12$	17,0-19,0	67	$\leq 2,0$	9,0-11,0	$\leq 0,035$	$\leq 0,02$	$\leq 0,8$	$5 \cdot C - 0,8$
-------------	-----------	----	------------	----------	--------------	-------------	------------	-------------------

Из таблицы приведенной выше видно, что сталь имеет большое количество легирующих элементов, которые обуславливают ее свойства.

Главными компонентами выступают хром, никель и марганец.

Хром увеличивает коррозионную стойкость материала, что очень важно для заданной детали. Благодаря никелю, сталь 12Х18Н10Т приобретает технологичность и высокие эксплуатационные характеристики. Марганец благоприятно влияет на свариваемость детали.

Исходя из формы и размеров детали, заготовка должна быть максимально приближена к размерам детали, следует применять отрезанный пруток. Данный метод получения заготовки влияет на себестоимость и время механической обработки детали, что является важным аспектом в мелкосерийном производстве.

Таблица 4 – Механические свойства стали

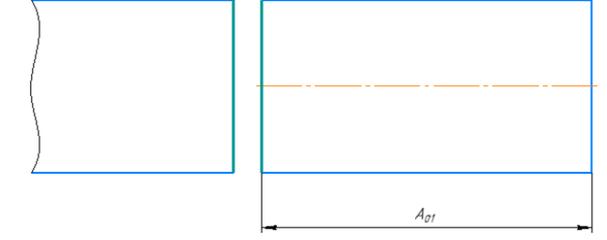
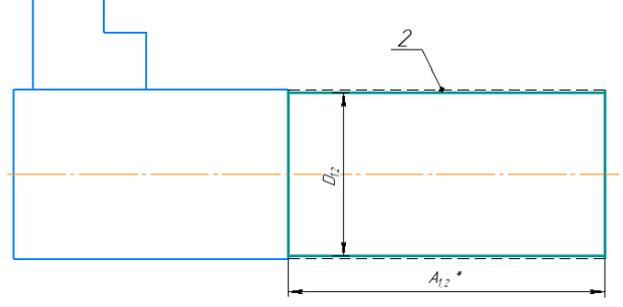
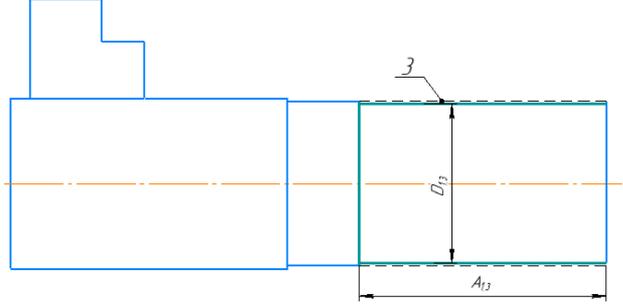
Термообработка, состояние поставки	Сечение, мм	Предел текучести $\sigma_{0,2}$ (МПа)	Предел прочности σ_b (МПа)	Относительное удлинение δ_5 (%)	Относительное сужение ψ (%)
Прутки, Закалка 1020 - 1100 °С, воздух, масло или вода	60	196	510	40	55

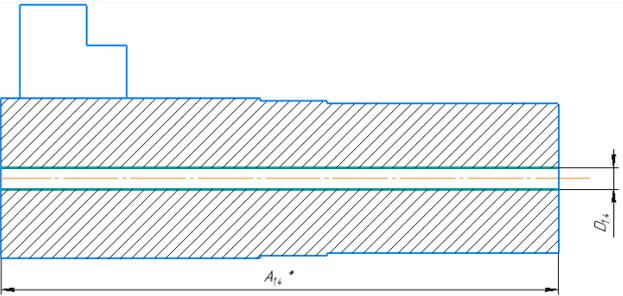
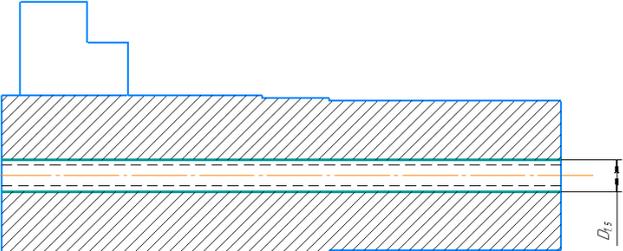
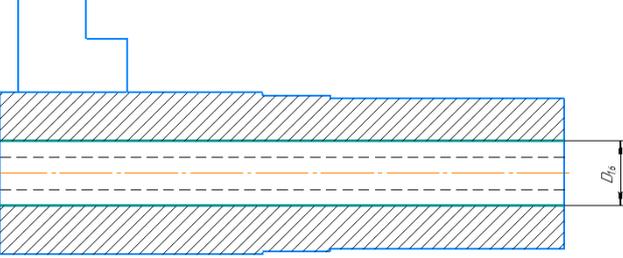
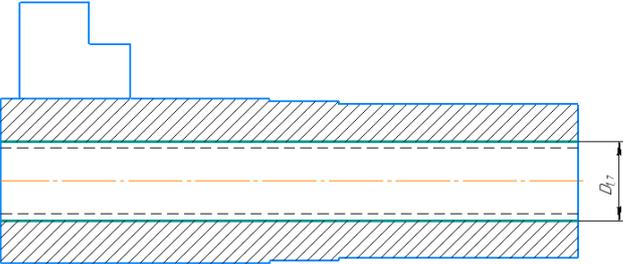
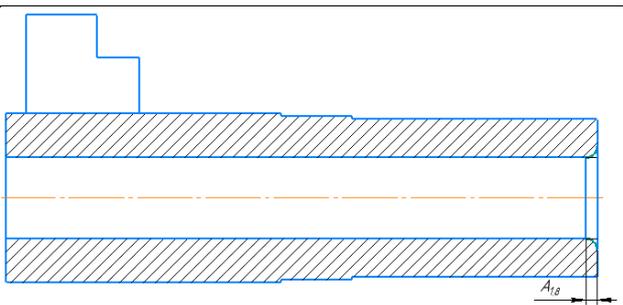
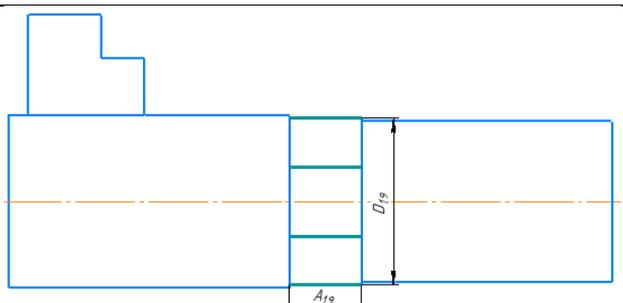
Предел выносливости $\sigma_{-1} = 279$ МПа, $n = 10^7$

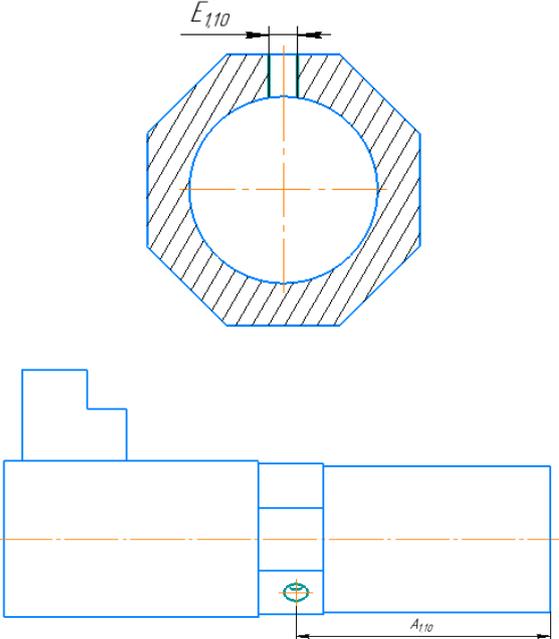
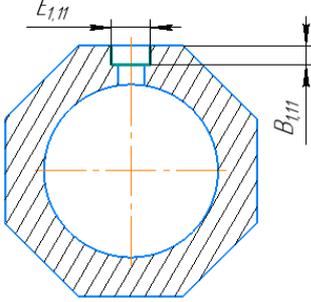
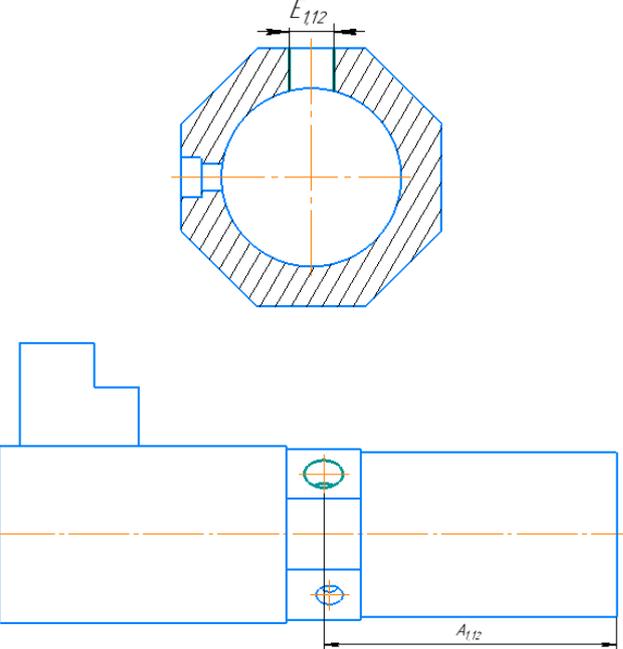
5. Разработка технологии изготовления корпуса насоса – дозатора

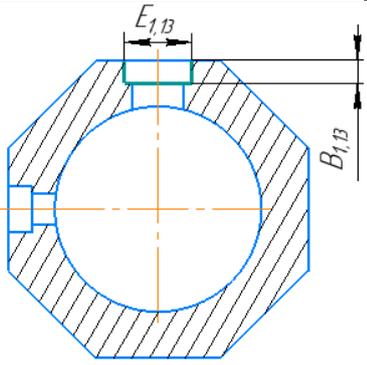
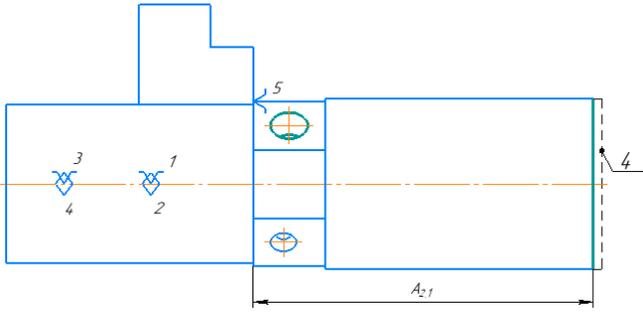
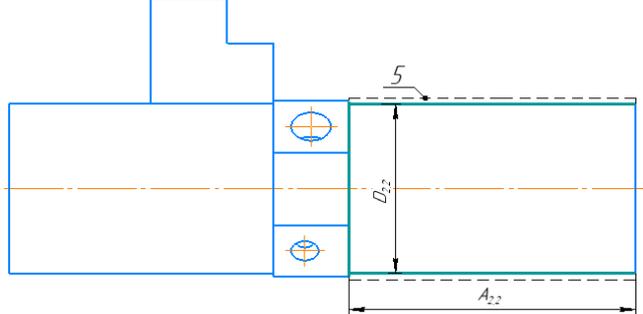
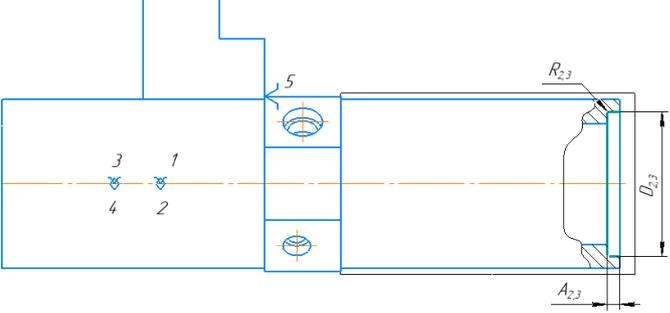
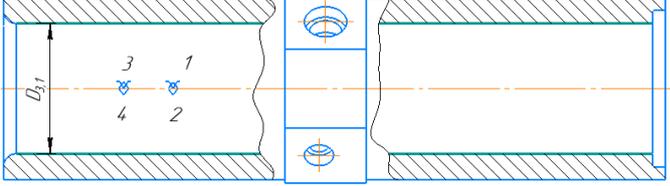
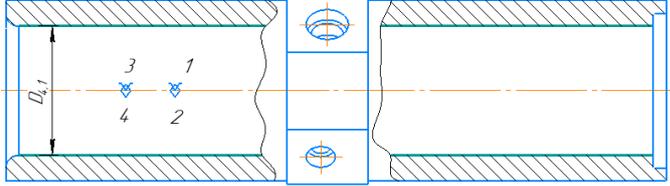
В приведенной ниже таблице 5, представлен технологический процесс изготовления детали, который включает в себя схемы базирования заготовки, требуемые технологические размеры, текст переходов и их эскизы.

Таблица 5 – Технологический процесс

Опера ция	Наименование операции и содержание переходов	Операционный эскиз
0	<p>Заготовительная</p> <p>Отрезать заготовку, выдерживая размер $A_{0.1}$</p>	
1	<p>Токарно - Фрезерная с ЧПУ</p> <p><u>Токарная черновая</u></p> <p><u>Переход 1:</u> Подрезать торец 1 выдерживая размер $A_{1.1}$</p>	
	<p><u>Переход 2:</u> Точить поверхность 2 выдерживая размеры $D_{1.2}$ и $A_{1.2}^*$</p>	
	<p><u>Токарная чистовая</u></p> <p><u>Переход 3:</u> Точить поверхность 3 выдерживая размеры $D_{1.3}$ и $A_{1.3}$</p>	

<p style="text-align: center;"><u>Сверлильная</u></p> <p><u>Переход 4:</u> Сверлить отверстие, выдерживая размер $D_{1.4}$ на проход $A_{1.4}^*$</p>	
<p><u>Переход 5:</u> Рассверлить отверстие, на проход, выдерживая размер $D_{1.5}$</p>	
<p style="text-align: center;"><u>Токарная</u></p> <p style="text-align: center;"><u>Черновая расточка</u></p> <p><u>Переход 6:</u> Расточить отверстие, выдерживая размер $D_{1.6}$</p>	
<p style="text-align: center;"><u>Чистовая расточка</u></p> <p><u>Переход 7:</u> Расточить отверстие выдерживая размер $D_{1.7}$</p>	
<p><u>Переход 8:</u> Расточить скругление, выдерживая размер $A_{1.8}$ радиусом $R_{1.8}$</p>	
<p style="text-align: center;"><u>Фрезерная</u></p> <p><u>Переход 9:</u> Фрезеровать 8-ми гранник на длине $A_{1.9}$ выдерживая размер $D_{1.9}$</p>	

<p style="text-align: center;"><u>Сверлильная</u></p> <p><u>Переход 10:</u> Сверлить отверстие в 8-ми граннике, выдерживая размер $E_{1.10}$ и $A_{1.10}$</p>	
<p style="text-align: center;"><u>Цекование</u></p> <p><u>Переход 11:</u> Цековать отверстие, выдерживая размеры $E_{1.11}$ и $B_{1.11}$</p>	
<p style="text-align: center;"><u>Сверлильная</u></p> <p><u>Переход 12:</u> Сверлить отверстие выдерживая размер $E_{1.12}$ и $A_{1.12}$</p>	

	<p align="center"><u>Цекование</u></p> <p><u>Переход 13:</u> Цековать отверстие, выдерживая размеры $E_{1,13}$ и $B_{1,13}$</p>	
2	<p align="center">Токарная с ЧПУ <u>Токарная черновая</u></p> <p><u>Переход 1:</u> Подрезать торец 4 выдерживая размер $A_{2,1}$</p>	
2	<p align="center"><u>Токарная чистовая</u></p> <p><u>Переход 2:</u> Точить поверхность 5 выдерживая размер $D_{2,2}$ на длине $A_{2,2}$</p>	
2	<p align="center"><u>Токарная расточная</u></p> <p><u>Переход 3:</u> Расточить отверстие, выдерживая размеры $D_{2,3}$ и $A_{2,3}$ с радиусом $R_{2,3}$</p>	
3	<p align="center">Хонинговальная</p> <p><u>Переход 1:</u> Хонинговать отверстие выдерживая размер $D_{3,1}$</p>	
4	<p align="center">Притирочная</p> <p><u>Переход 1:</u> Притереть отверстие, до R_a $0,20$ выдерживая размер $D_{4,1}$</p>	

5	Нанесение покрытия Нанести покрытие до 0,005 мм.	Твердый хром
---	---	--------------

5.1 Построение размерной схемы технологического процесса и графа технологических размерных цепей

На основании технологического процесса составляется размерная схема (представлена на рис. 2), которая содержит технологические размеры, припуски на обработку и конструкторские размеры. Проверка размеров и припусков на обработку будет осуществляться в ходе работы.

Для составления размерных цепей можно использовать размерную схему или граф технологических размерных цепей. Граф технологических размерных цепей представлен на рис. 3.

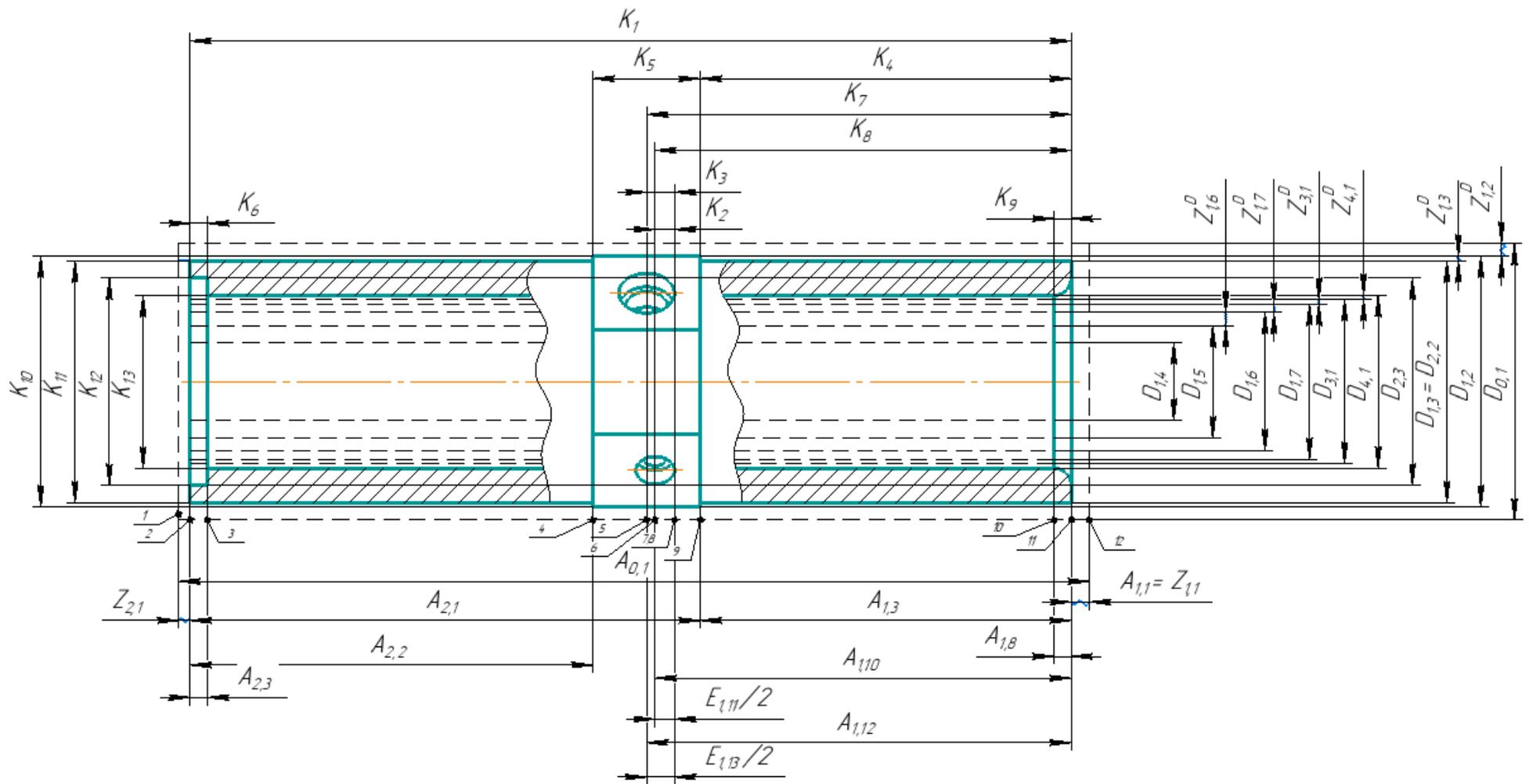


Рис. 2 – Размерная схема

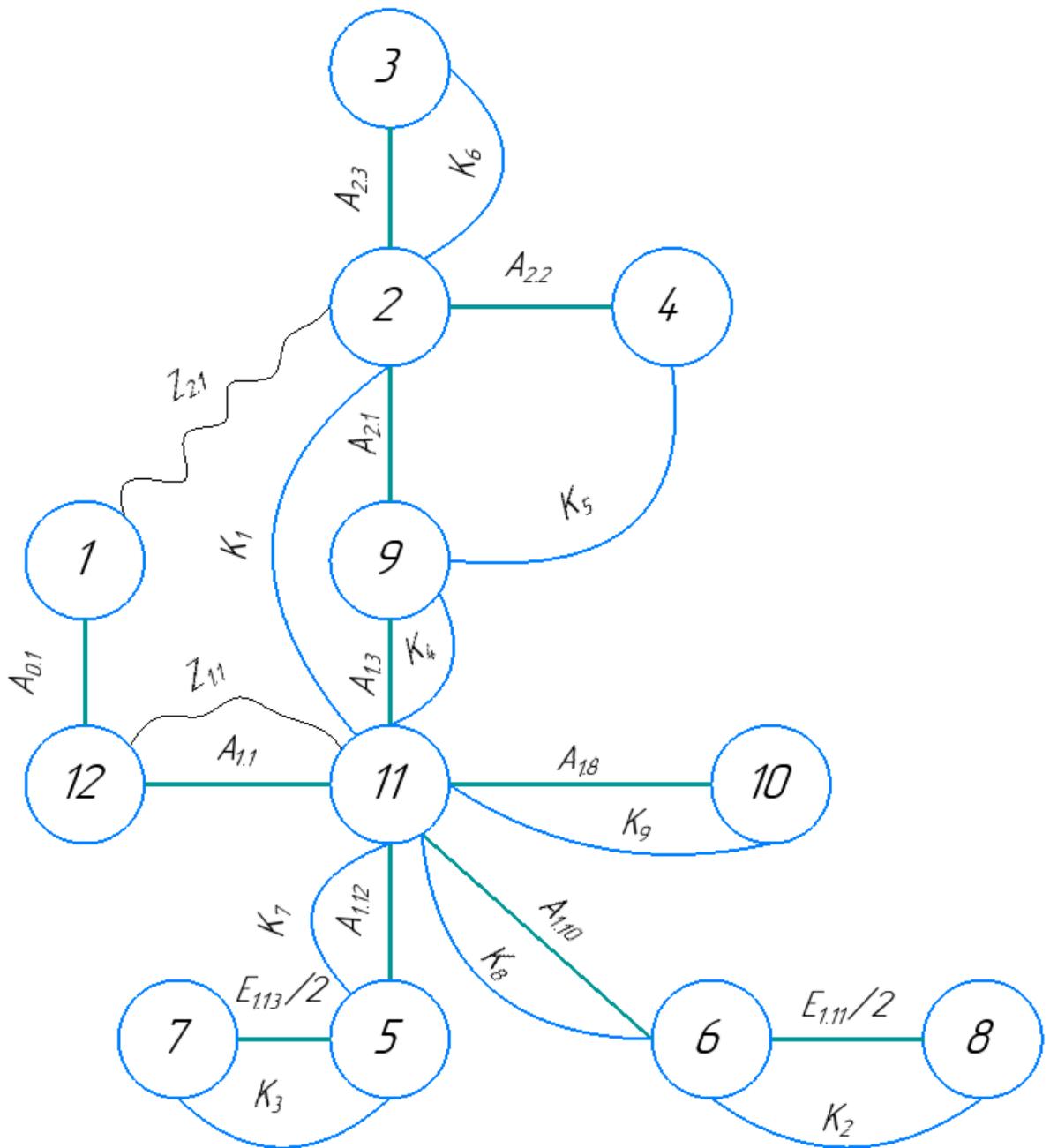


Рис. 3 – Граф технологических размерных цепей

6. Размерный анализ разрабатываемого технологического процесса изготовления детали

6.1 Назначение допусков на технологические размеры

Допуски размеров исходной заготовки находятся по соответствующим стандартам и справочным материалам. Допуски размеров, получаемых на операциях механической обработки, определяются с использованием таблиц точности [1].

Допуски определяют по формуле:

$$TA_i = w_i + \rho_{i-1} + \varepsilon_i$$

где w_i - статистическая погрешность, мм;

ρ_{i-1} - погрешность формы на предыдущем переходе, мм;

ε_i - погрешность закрепления, мм.

В таблицах 6 - 7 приведены допуски на осевые и диаметральные технологические размеры [1].

Таблица 6 – Значение допусков осевых размеров

Размер	w_i , мм	ρ_{i-1} , мм	ε_i , мм	TA_i , мм
$A_{0.1}$	-	-	-	3
$A_{1.1}$	0,12	1,1	0,03	1,25
$A_{1.3}$	0,25	0,03	0	0,28
$A_{1.8}$	0,08	0,03	0	0,11
$A_{1.10}$	0,17	0,03	0	0,2
$A_{1.12}$	0,17	0,03	0	0,2
$A_{2.1}$	0,1	0,5	0	0,60
$A_{2.2}$	0,1	0	0	0,1
$A_{2.3}$	0,04	0	0	0,07
$E_{1.11}/2$	0,1	0	0	0,1

$E_{1.13}/2$	0,1	0	0	0,1
--------------	-----	---	---	-----

Таблица 7 – Значения допусков диаметральных размеров

Размер	w_i , мм	ρ_{i-1} , мм	ε_i , мм	TD_i , мм
$D_{0.1}$		1,3		1,3
$D_{1.2}$	0,08	0	0	0,08
$D_{1.3}$	0,08	0	0	0,08
$D_{1.4}$	0,05	0	0	0,05
$D_{1.5}$	0,05	0	0	0,05
$D_{1.6}$	0,05	0	0	0,05
$D_{1.7}$	0,05	0	0	0,05
$D_{2.2}$	0,08	0	0	0,08
$D_{2.3}$	0,04	0	0	0,04
$D_{3.1}$	0,02	0	0	0,02
$D_{4.1}$	0,01	0	0	0,01

6.2 Проверка обеспечения конструкторских размеров

Необходимо проверить обеспечение спроектированным технологическим процессом требуемой точности конструкторских размеров, которые не выдерживаются непосредственно в ходе работы [1].

Конструкторские размеры K_2 , K_3 , K_4 , K_6 , K_7 , K_8 , K_9 , K_{10} , K_{11} , K_{12} и K_{13} выдерживаются непосредственно.

Проверка размера K_1 .

$$TK_1 = 1,15 \text{ мм};$$

Из размерной цепи возьмем уравнение для K_1 и приравняем его к номинальному размеру на чертеже, ниже будет произведен непосредственно расчет технологических размеров.

$$K_1 = A_{1.3} + A_{2.1} = 216 \text{ мм};$$

$$\sum TA_i = 0,28 + 0,60 = 0,88 \text{ мм};$$

$$TK_1 \geq \sum TA_i.$$

Размер K_1 выдерживается методом максимумов-минимумов.

Проверка размера K_5 .

$$TK_5 = 0,84 \text{ мм};$$

$$K_5 = A_{2.1} - A_{2.2} = 25 \text{ мм};$$

$$\sum TA_i = 0,60 + 0,1 = 0,7 \text{ мм};$$

$$TK_5 \geq \sum TA_i.$$

Размер K_5 выдерживается методом максимумов-минимумов.

6.3 Определение минимальных припусков на обработку

Минимальный припуск на обработку должен быть таким, чтобы его удаления хватало для обеспечения требуемой точности и шероховатости обработанной поверхности [1].

Минимальный припуск для размеров определяется по формулам:

$$Z_{i \min} = R_{z_{i-1}} + h_{i-1} + \varepsilon_i + \rho_{i-1} - \text{для осевых размеров,}$$

$$Z_{i \min}^D = 2(R_{z_{i-1}} + h_{i-1} + \sqrt{\sum \varepsilon_i^2 + \sum \rho_{i-1}^2}) - \text{для диаметральных}$$

размеров,

где $R_{z_{i-1}}$ – шероховатость поверхности, полученная на предыдущем переходе, мм;

h_{i-1} - толщина дефектного слоя, полученная на предыдущем переходе, мм;

ε_i - погрешность установки и закрепления на данном переходе, мм;

ρ_{i-1} - пространственное отклонение поверхности, полученное на предшествующем переходе, мм.

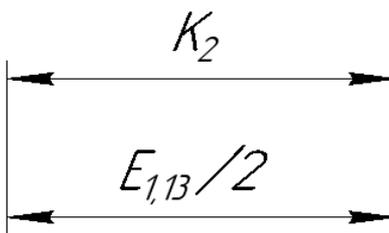
В таблице 8 приведены минимальные припуски на осевые и диаметральные размеры согласно [1].

Таблица 8 – Значения минимальных припусков на обработку

Припуск	$R_{z_{i-1}}$, мм	h_{i-1} , мм	ε_i , мм	ρ_{i-1} , мм	Сумма, мм
$Z_{1.1} \min$	0,15	0,15	0,03	0,5	0,83
$Z_{2.1} \min$	0,15	0,15	0	0,5	0,8
$Z_{1.2}^D \min$	0,15	0,15	0,03	1,3	3,2
$Z_{1.3}^D \min$	0,15	0,1	0,03	0,2	0,9
$Z_{1.6}^D \min$	0,04	0,05	0	0,16	0,5
$Z_{1.7}^D \min$	0,08	0,1	0	0,16	0,68
$Z_{3.1}^D \min$	0,02	0,03	0	0,01	0,12
$Z_{4.1}^D \min$	0,003	0,006	0	0,008	0,034

6.4 Расчет технологических размеров

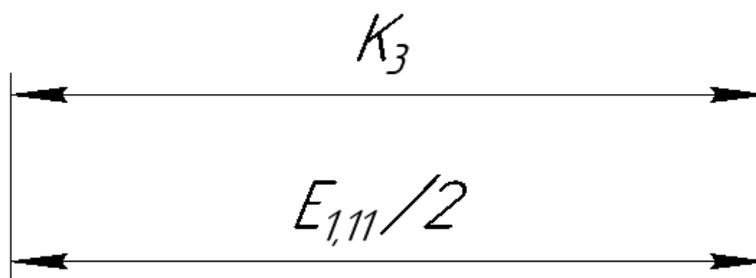
Расчет размера $E_{1.13}/2$:



$$K_2 = E_{1.13}/2 = 6,5 \text{ мм};$$

$$E_{1.13}/2 = 6,5 \pm 0,05 \text{ мм};$$

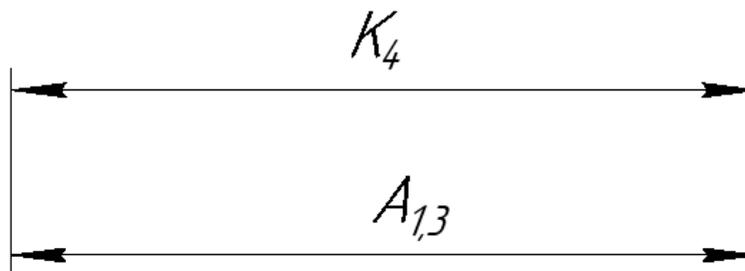
Расчет размера $E_{1.11}/2$:



$$K_3 = E_{1.11}/2 = 4,5 \text{ мм};$$

$$E_{1.11}/2 = 4,5 \pm 0,05 \text{ мм};$$

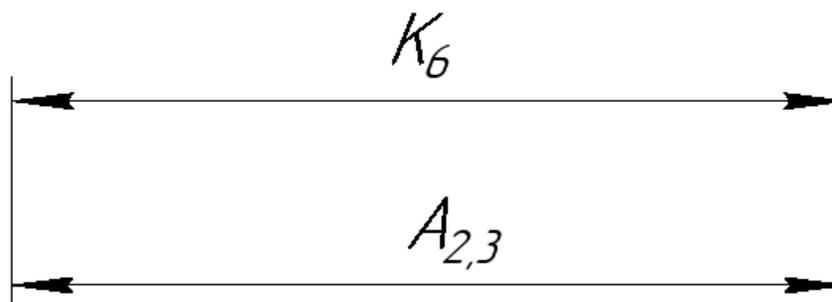
Расчет размера $A_{1.3}$:



$$K_4 = A_{1,3} = 96,5 \text{ мм};$$

$$A_{1,3} = 96,5 \pm 0,14 \text{ мм};$$

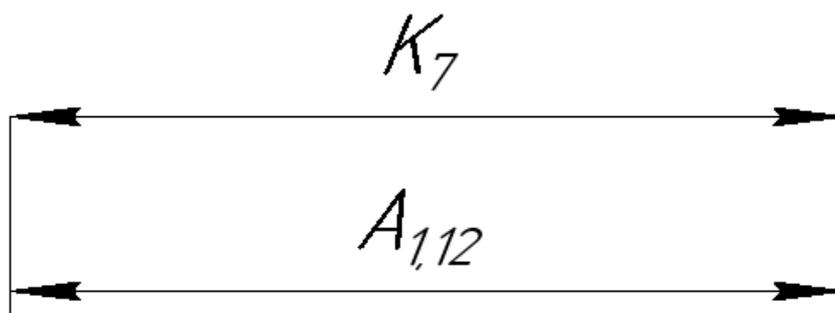
Расчет размера $A_{2.3}$:



$$K_6 = A_{2.3} = 4 \text{ мм};$$

$$A_{2.3} = 4 \begin{matrix} +0.07 \\ -0 \end{matrix} \text{ мм};$$

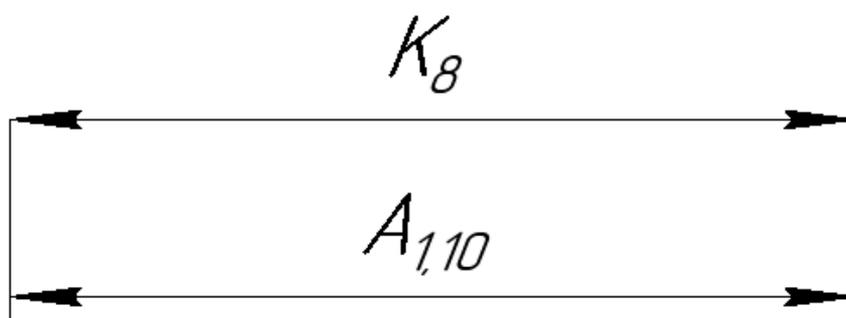
Расчет размера $A_{1.12}$:



$$K_7 = A_{1,12} = 109 \text{ мм};$$

$$A_{1,12} = 109 \pm 0,05 \text{ мм};$$

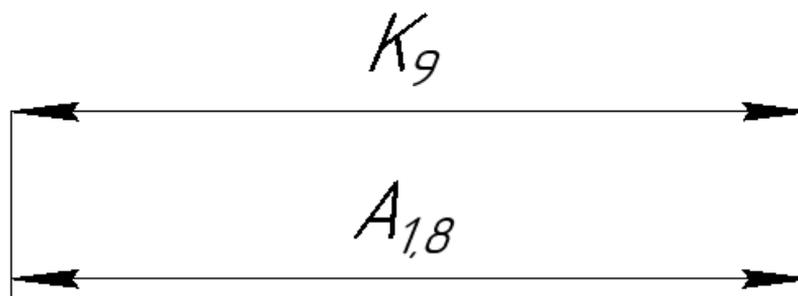
Расчет размера $A_{1,10}$:



$$K_8 = A_{1,10} = 107 \pm 0,05 \text{ мм};$$

$$A_{1,10} = 107 \pm 0,05 \text{ мм};$$

Расчет размера $A_{1,8}$:

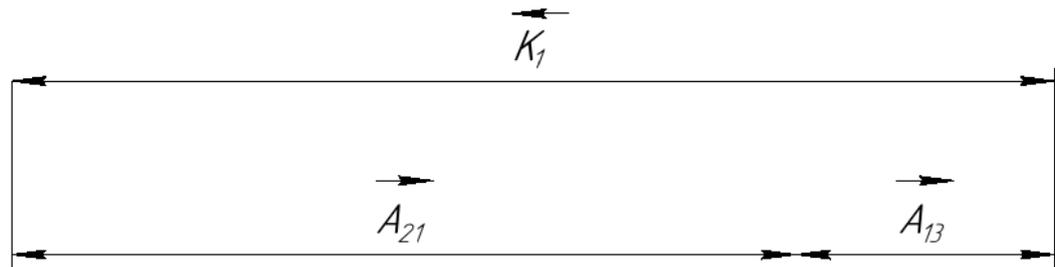


$$K_9 = A_{1,8} = 4 \text{ мм};$$

$$A_{1,8} = 4 \pm 0,055 \text{ мм};$$

$$A_{1,8} = 4_0^{+0,11} \text{ – в системе отверстия}$$

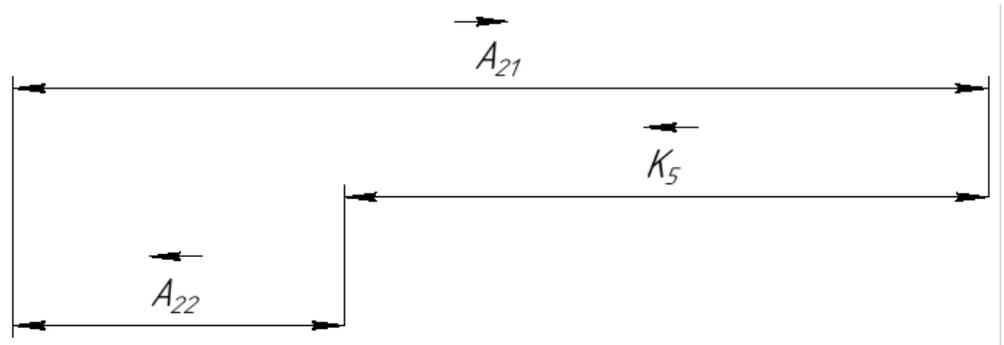
Расчет размера $A_{2.1}$:



$$K_1 = A_{1.3}^c + A_{2.1};$$

$$A_{2.1} = K_1 - A_{1.3}^c = 216 - 96,5 = 119,5 \pm 0,3 \text{ мм};$$

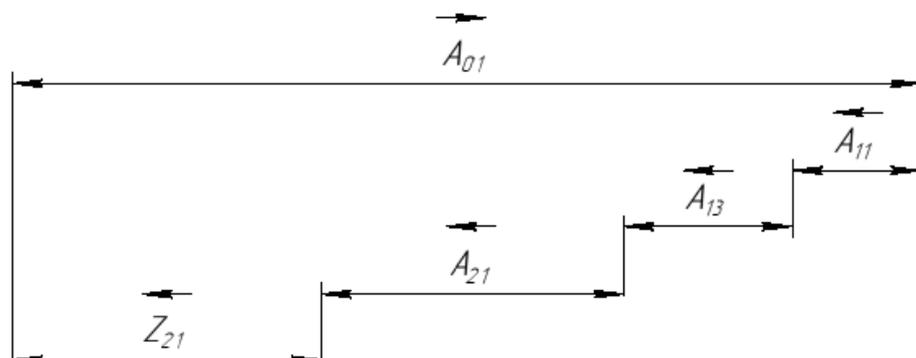
Расчет размера $A_{2.2}$:



$$K_5 = A_{2.1} - A_{2.2};$$

$$A_{2.2} = A_{2.1} - K_5 = 119,5 - 25 = 94,5 \pm 0,05 \text{ мм}.$$

Расчет размера $A_{0.1}$:



$$Z_{2.1 \min} = A_{0.1 \min} - A_{1.1 \max} - A_{1.3 \max} - A_{2.1 \max};$$

$$A_{0.1 \min} = Z_{2.1 \min} + A_{1.3 \max} + A_{1.1 \max} + A_{2.1 \max};$$

$$A_{0.1 \min} = 0,8 + 96,64 + 1,25 + 119,8 = 218,49 \approx 219 \text{ мм};$$

$$A_{0.1 \max} = 219 + 3 = 222 \text{ мм};$$

$$A_{0.1} = 222_{-3} \text{ мм}.$$

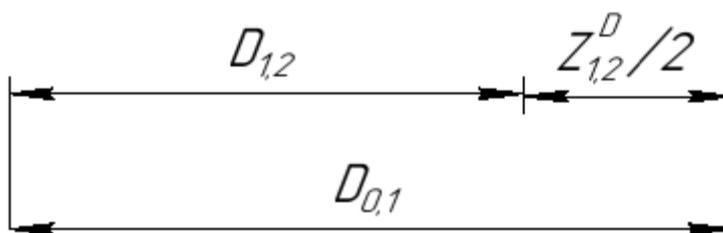
Произведем перерасчет припуска $Z_{2.1}$:

$$Z_{2.1} = A_{0.1} - A_{1.1} - A_{1.3} - A_{2.1};$$

$$Z_{2.1} = 222_{-3} - 96,5_{-0,14}^{+0,14} - 1,15_{-0,32}^{+0,32} - 119,5_{-0,3}^{+0,3};$$

$$Z_{2.1} = 222_{-3} - 217,15_{-0,16}^{+0,16} = 4,85_{-3,16}^{+0,16} \text{ мм}.$$

Расчет размера $D_{0.1}$:



$$Z_{1.2}^D = D_{0.1}^c - D_{1.2}^c;$$

$$D_{0.1}^c = Z_{1.2}^D + D_{1.2}^c = \left(\frac{2 \cdot Z_{1.2 \min}^D + TD_{1.2} + TD_{0.1}}{2} \right) + D_{1.2}^c;$$

$$D_{1.2}^c = K10 = 58 \pm 0,04 \text{ мм};$$

$$D_{0.1}^c = \left(\frac{2 \cdot 3,2 + 0,08 + 1,3}{2} \right) + 58 = 61,89 \text{ мм};$$

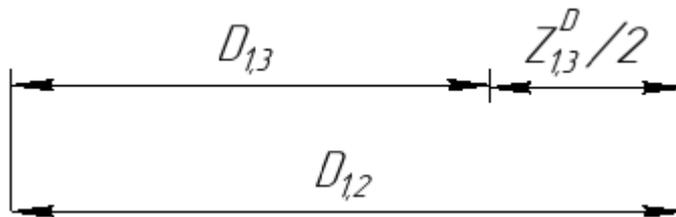
Выбираем пруток $D_{0.1}^c$:

$$D_{0.1} = 63_{-1,0}^{+0,3} \text{ мм}.$$

Произведем перерасчет припуска $Z_{1.2}^D$:

$$Z_{1.2}^D = D_{0.1}^c - D_{1.2}^c = 63 - 58 = 5 \text{ мм};$$

Расчет размера $D_{1.3}$:



$$Z_{1.3}^D = D_{1.2}^c - D_{1.3}^c;$$

$$D_{1.3}^c = D_{1.2}^c - Z_{1.3}^D = D_{1.2}^c - \left(\frac{2 \cdot Z_{1.3}^D \min + TD_{1.3} + TD_{1.2}}{2} \right);$$

$$D_{1.2}^c = K10 = 58 \pm 0,04 \text{ мм};$$

$$D_{1.3}^c = 58 - \left(\frac{2 \cdot 0,9 + 0,08 + 0,08}{2} \right) = 57 \pm 0,04 \text{ мм};$$

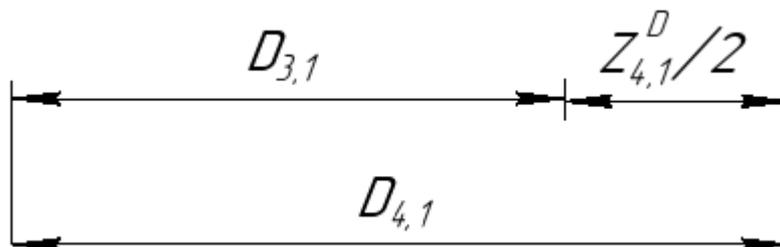
Произведем перерасчет припуска $Z_{1.3}^D$:

$$Z_{1.3}^D = D_{1.2}^c - D_{1.3}^c = 58 - 57 = 1 \text{ мм};$$

Размер $D_{1.3}$ равен размеру $D_{2.2}$:

$$D_{1.3}^c = D_{2.2}^c = 57 \pm 0,04 \text{ мм}.$$

Расчет размера $D_{3.1}$:



$$Z_{4.1}^D = D_{4.1}^c - D_{3.1}^c;$$

$$D_{3.1}^c = D_{4.1}^c - Z_{4.1}^D = D_{4.1}^c - \left(\frac{2 \cdot Z_{4.1}^D \min + TD_{3.1} + TD_{4.1}}{2} \right);$$

$$D_{4.1} = K_{13} = 40_{+0.01}^{+0.02};$$

$$D_{3.1}^c = 40 - \left(\frac{2 \cdot 0,034 + 0,02 + 0,01}{2} \right) = 39,951 \text{ мм};$$

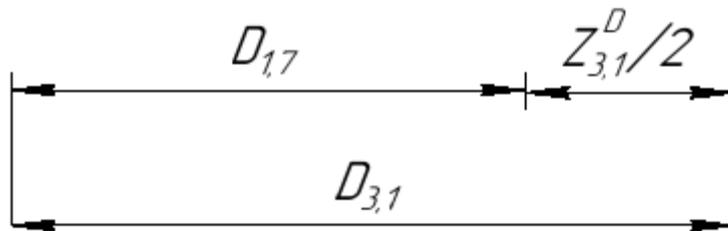
Округляем $D_{3.1}^c$:

$$D_{3.1}^c = 40_{+0,03}^{+0,04} \text{ мм.}$$

Произведем перерасчет припуска $Z_{4.1}^D$:

$$Z_{4.1}^D = D_{4.1}^c - D_{3.1}^c = 40_{+0,01}^{+0,02} - 40_{+0,03}^{+0,04} = 0,02;$$

Расчет размера $D_{1.7}^c$:



$$Z_{3.1}^D = D_{3.1}^c - D_{1.7}^c;$$

$$D_{1.7}^c = D_{3.1}^c - Z_{3.1}^D = D_{3.1}^c - \left(\frac{2 \cdot Z_{3.1}^D \min + TD_{1.7} + TD_{3.1}}{2} \right);$$

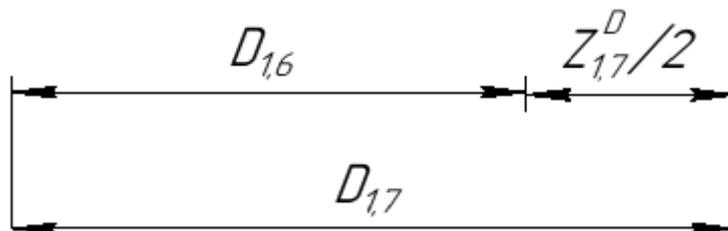
$$D_{1.7}^c = 40 - \left(\frac{2 \cdot 0,12 + 0,05 + 0,02}{2} \right) = 39,845 \text{ мм;}$$

$$D_{1.7}^c = 39,95 \pm 0,025 \text{ мм.}$$

Произведем перерасчет припуска $Z_{3.1}^D$:

$$Z_{3.1}^D = D_{3.1}^c - D_{1.7}^c = 40_{+0,03}^{+0,04} - 39,95_{-0,025}^{+0,025} = 0,05_{-0,055}^{+0,065} \text{ мм;}$$

Расчет размера $D_{1.6}^c$:



$$Z_{1.7}^D = D_{1.7}^c - D_{1.6}^c;$$

$$D_{1.6}^c = D_{1.7}^c - Z_{1.7}^D = D_{1.7}^c - \left(\frac{2 \cdot Z_{1.7}^D \min + TD_{1.6} + TD_{1.7}}{2} \right);$$

$$D_{1.6}^c = 39,85 - \left(\frac{2 \cdot 0,68 + 0,05 + 0,05}{2} \right) = 39,12 \text{ мм};$$

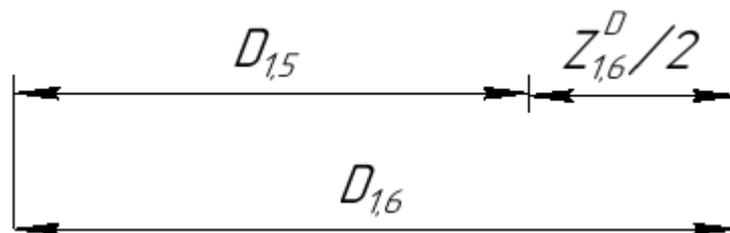
Округляем:

$$D_{1.6}^c = 39 \pm 0,025 \text{ мм.}$$

Произведем перерасчет припуска $Z_{1.7}^D$:

$$Z_{1.7}^D = D_{1.7}^c - D_{1.6}^c = 39,95 - 39 = 0,95_{-0,05}^{+0,05} \text{ мм.}$$

Расчет размера $D_{1.5}^c$:



$$Z_{1.6}^D = D_{1.6}^c - D_{1.5}^c;$$

$$D_{1.5}^c = D_{1.6}^c - Z_{1.6}^D/2 = D_{1.6}^c - \left(\frac{2 \cdot Z_{1.6}^D \min + TD_{1.5} + TD_{1.6}}{2} \right);$$

$$D_{1.5}^c = 39 - \left(\frac{2 \cdot 0,68 + 0,05 + 0,05}{2} \right) = 38,27 \text{ мм};$$

Округляем:

$$D_{1.5}^c = 38 \pm 0,025 \text{ мм.}$$

Произведем перерасчет припуска $Z_{1.6}^D$:

$$Z_{1.6}^D = D_{1.6}^c - D_{1.5}^c = 39 - 38 = 1_{-0,05}^{+0,05} \text{ мм.}$$

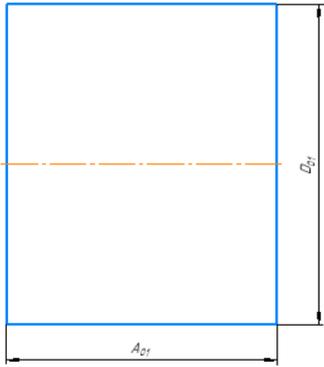
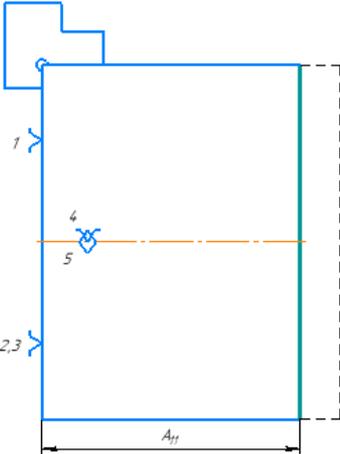
Размер $D_{1.4}^c$:

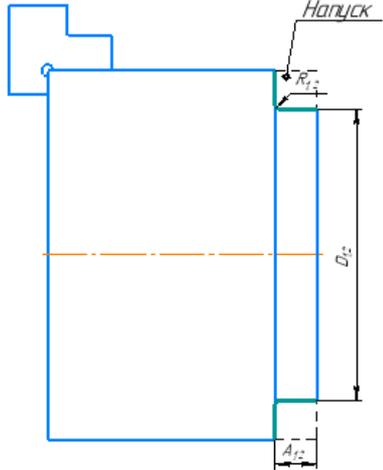
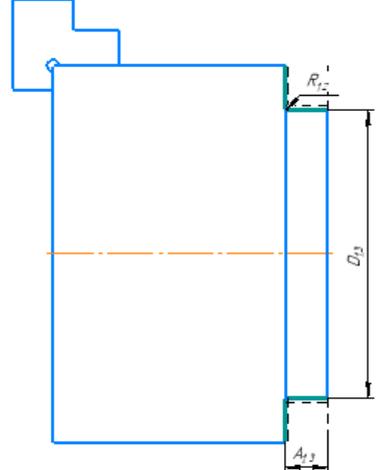
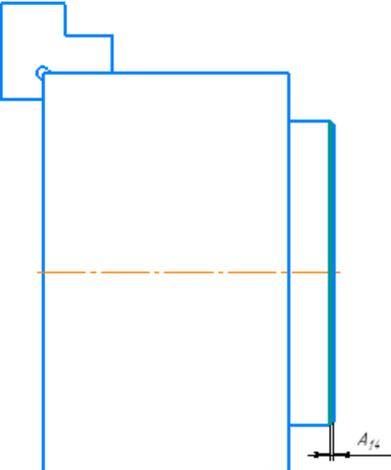
Назначим сверло с СПМ диаметром 20 мм, для сверления в сплошном материале.

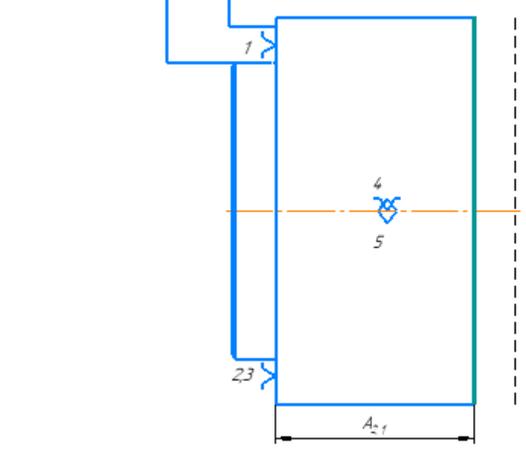
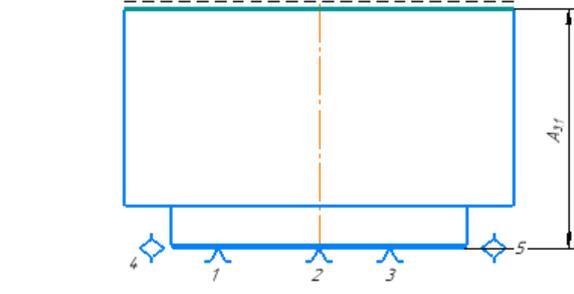
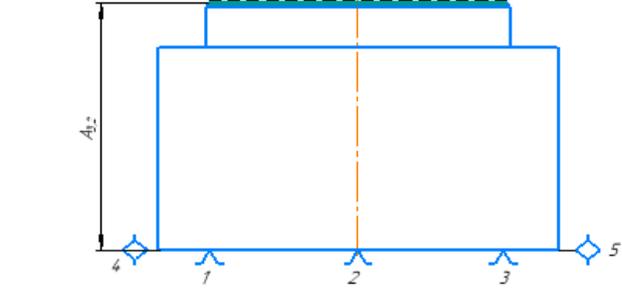
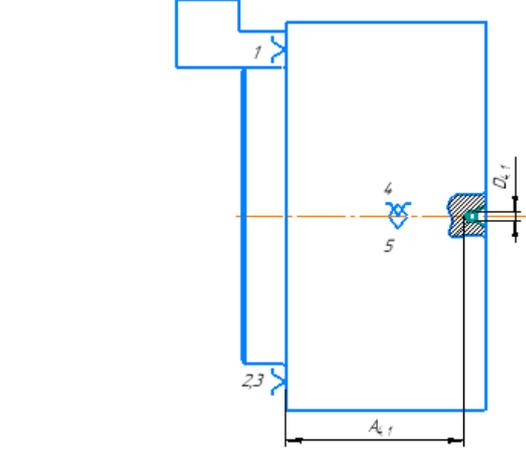
7. Разработка технологии изготовления крышки насоса – дозатора

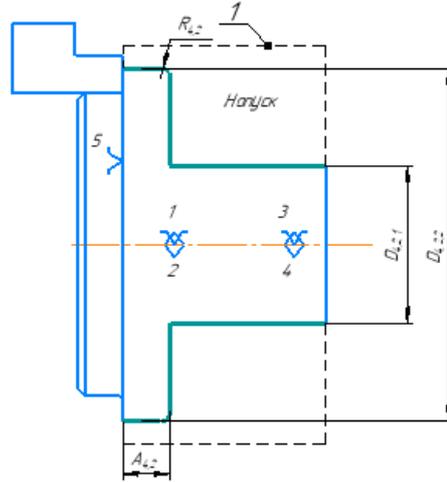
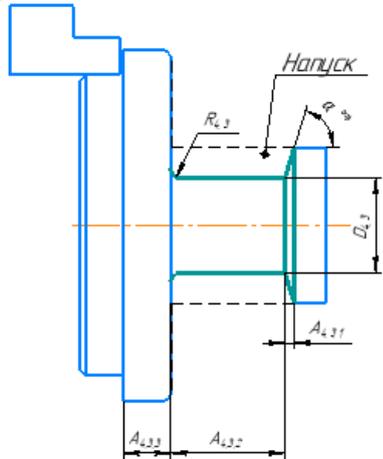
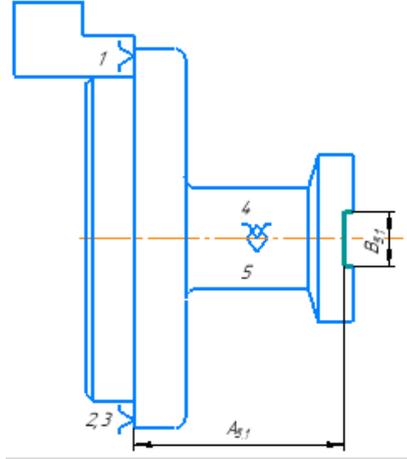
В приведенной ниже таблице 9, представлен технологический процесс изготовления крышки насоса - дозатора, который включает в себя схемы базирования заготовки, требуемые технологические размеры, текст переходов и их эскизы.

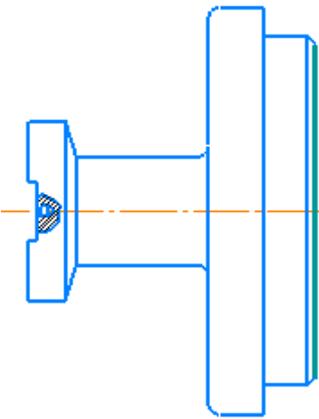
Таблица 9 – Технологический процесс изготовления крышки дозатора

Операц ия	Наименование операции и содержание переходов	Операционный эскиз
0	<p>Заготовительная</p> <p><u>Переход 1:</u> Отрезать заготовку, выдерживая размеры: $A_{0.1}$ и $D_{0.1}$.</p>	
1	<p>Токарно – фрезерная с ЧПУ</p> <p><u>Переход 1:</u> Подрезать торец, выдерживая размер $A_{1.1}$</p>	

<p><u>Переход 2:</u> Черновое точение, точить, выдерживая размеры $A_{1.2}$ и $D_{1.2}$ и $R_{1.2}$</p>	
<p><u>Переход 3:</u> Чистовое точение, точить, выдерживая размеры $A_{1.3}$ и $D_{1.3}$ и $R_{1.3}$</p>	
<p><u>Переход 4:</u> Точить фаску, выдерживая размер $A_{1.4}$</p>	

2	<p align="center">Токарная</p> <p><u>Переход 1:</u> Подрезать торец, выдерживая размер $A_{2,1}$</p>	
3	<p align="center">Плоскошлифовальная</p> <p><u>Переход 1:</u> Шлифовать торец, выдерживая размер $A_{3,1}$</p>	
	<p><u>Переход 2:</u> Шлифовать торец, выдерживая размер $A_{3,2}$</p>	
4	<p align="center">Токарно – фрезерная с ЧПУ</p> <p><u>Переход 1:</u> Сверлить центровочное отверстие, выдерживая размеры $A_{4,1}$ и $D_{4,1}$</p>	

	<p><u>Переход 2:</u> Точить поверхность 1, выдерживая размеры $A_{4.2}$, $D_{4.2.1}$, $D_{4.2.2}$ и $R_{4.2}$</p>	
	<p><u>Переход 3:</u> Точить, выдерживая размеры: $A_{4.3.1}$, $A_{4.3.2}$, $A_{4.3.3}$, $D_{4.3}$ и $R_{4.3}$</p>	
<p>5</p>	<p>Токарно – фрезерная с ЧПУ</p> <p><u>Переход 1:</u> Фрезеровать паз, выдерживая размеры $A_{5.1}$ и $B_{5.1}$</p>	

6	<p style="text-align: center;">Доводочная</p> <p>Притереть торец</p>	
---	---	--

После сборочной операции в виде сварки присутствуют моечная и полировочная операции.

7.1 Построение размерной схемы технологического процесса крышки дозатора и графа технологических размерных цепей

На основании технологического процесса крышки дозатора составляется размерная схема (представлена ниже на рис. 4), которая содержит технологические размеры, припуски на обработку и конструкторские размеры. Проверка размеров и припусков на обработку будет осуществляться в ходе работы. Для составления размерных цепей можно использовать размерную схему или граф технологических размерных цепей. Граф технологических размерных цепей представлен ниже на рис. 5.

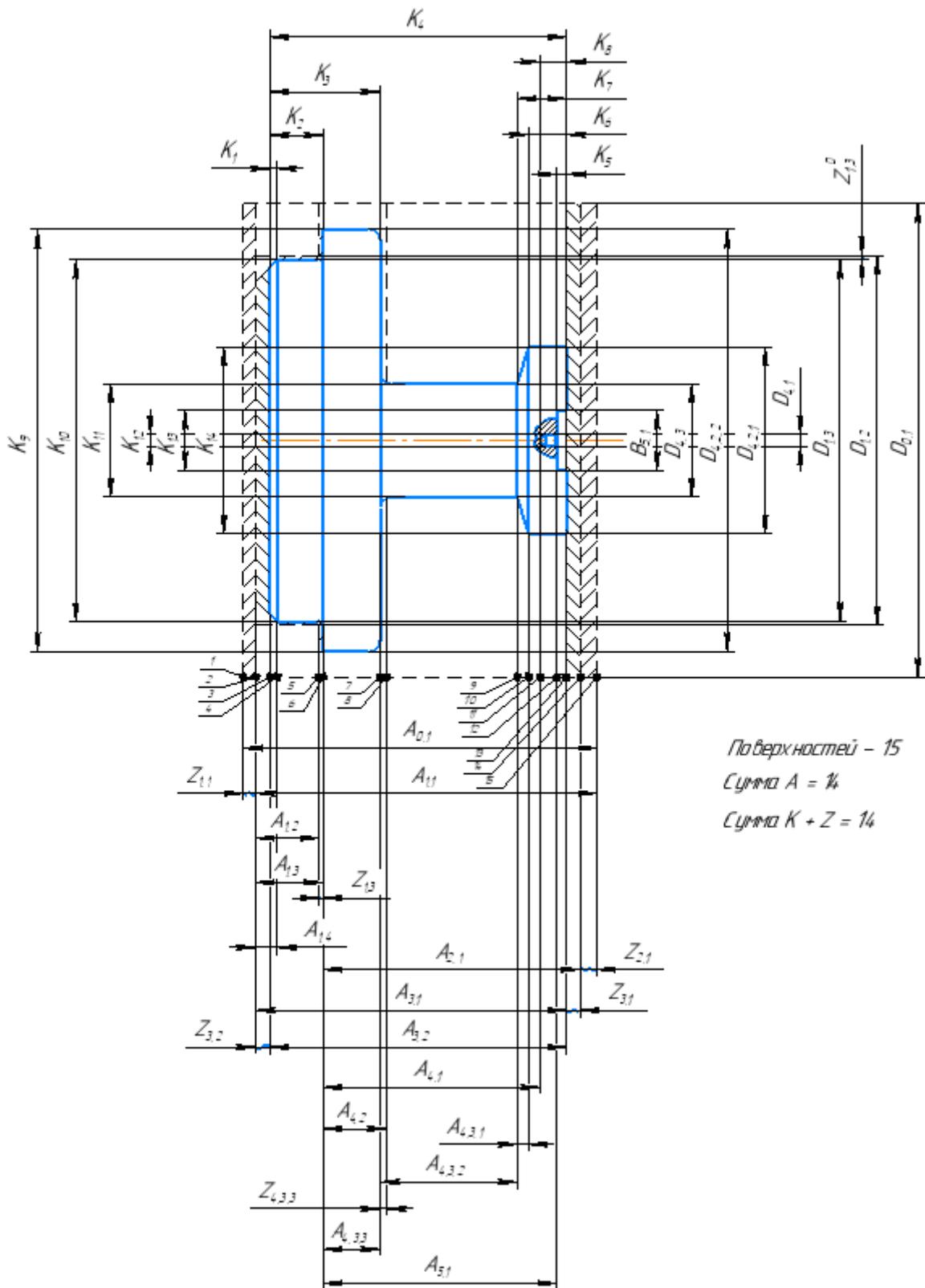


Рис. 4 – размерная схема технологического процесса крышки дозатора

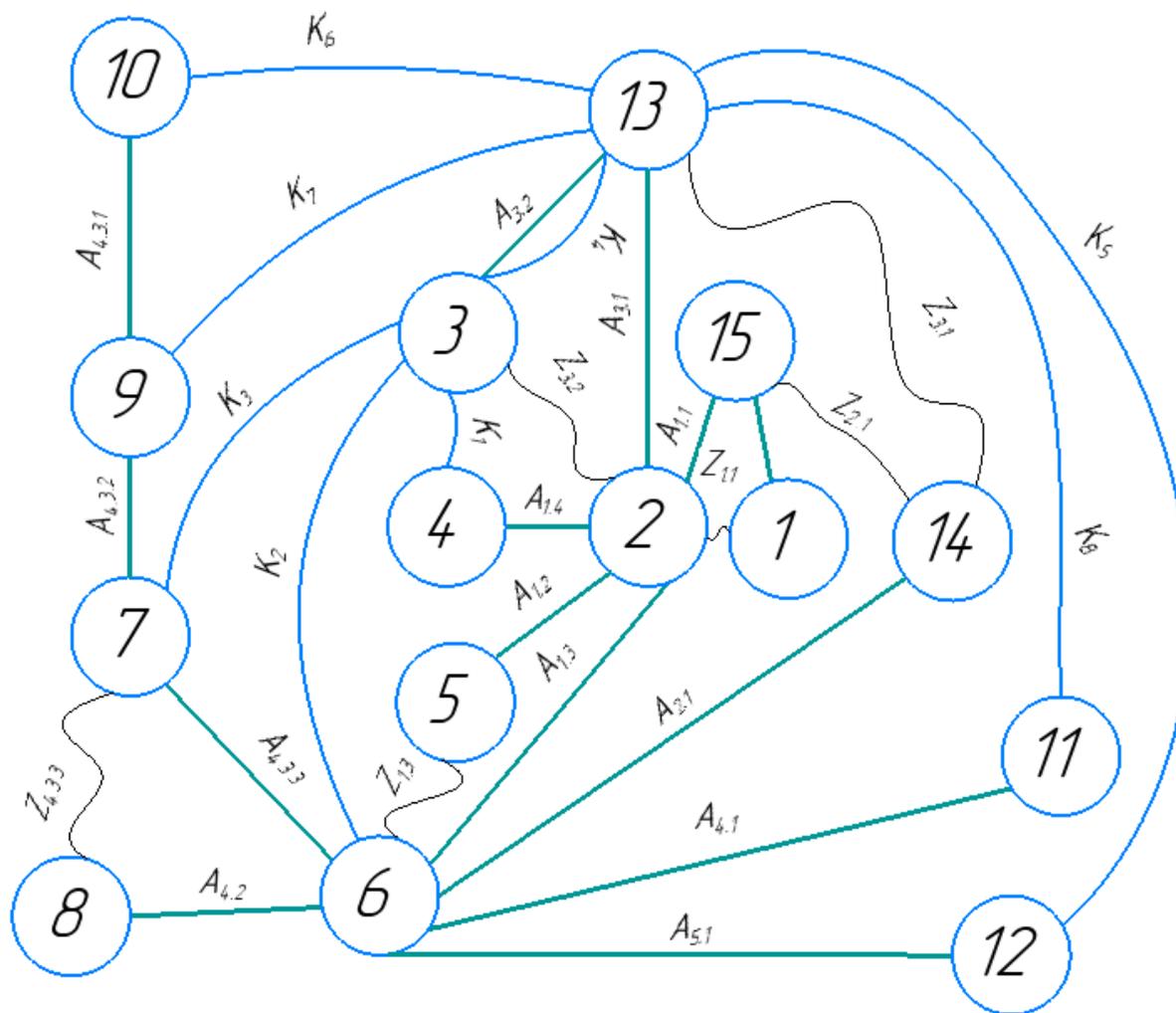


Рис. 5 – Граф технологических размерных цепей

8. Размерный анализ разрабатываемого технологического процесса изготовления крышки насоса – дозатора

8.1 Назначение допусков на технологические размеры

Допуски размеров исходной заготовки находятся по соответствующим стандартам и справочным материалам. Допуски размеров, получаемых на операциях механической обработки, определяются с использованием таблиц точности [1].

Допуски определяют по формуле:

$$TA_i = w_i + \rho_{i-1} + \varepsilon_i$$

где w_i - статистическая погрешность, мм;

ρ_{i-1} - погрешность формы на предыдущем переходе, мм;

ε_i - погрешность закрепления, мм.

В таблицах 10 - 11 приведены допуски на осевые и диаметральные технологические размеры [1].

Таблица 10 – Допуск на осевые технологические размеры

Размер	w_i , мм	ρ_{i-1} , мм	ε_i , мм	TA_i , мм
$A_{0.1}$	-	-	-	3
$A_{1.1}$	0,08	1,1	0,03	1,21
$A_{1.2}$	0,08	0,06	0	0,12
$A_{1.3}$	0,04	0,03	0	0,07
$A_{1.4}$	0,04	0,03	0	0,07
$A_{2.1}$	0,12	0,5	0,03	0,65
$A_{3.1}$	0,08	0,03	0,03	0,14
$A_{3.2}$	0,08	0,008	0	0,088
$A_{4.1}$	0,10	0,008	0,03	0,138
$A_{4.2}$	0,08	0,012	0	0,092
$A_{4.3.1}$	0,04	0,016	0	0,056
$A_{4.3.2}$	0,04	0,016	0	0,056

$A_{4.3.3}$	0,04	0,016	0	0,056
$A_{5.1}$	0,04	0,04	0,03	0,11
$B_{5.1}$	0,04	0,04	0	0,08

Таблица 11 – Допуски на диаметральные технологические размеры

Размер	w_i , мм	ρ_{i-1} , мм	ε_i , мм	TD_i , мм
$D_{0.1}$		1,3		1,3
$D_{1.2}$	0,08	0	0	0,08
$D_{1.3}$	0,04	0	0	0,04
$D_{4.1}$	0,03	0	0	0,03
$D_{4.2.1}$	0,04	0	0	0,04
$D_{4.2.2}$	0,04	0	0	0,04
$D_{4.3}$	0,08	0	0	0,08

8.2 Проверка обеспечения конструкторских размеров

Необходимо проверить обеспечение спроектированным технологическим процессом требуемой точности конструкторских размеров, которые не выдерживаются непосредственно в ходе работы [1].

Конструкторские размеры K_4 , K_9 , K_{10} , K_{11} , K_{12} , K_{13} , K_{14} выдерживаются непосредственно.

Проверка размера: K_1

$$TK_1 = 0,25 \text{ мм.}$$

$$K_1 = 1 \text{ мм} = A_{3.2} + A_{1.4} - A_{3.1}$$

$$TK_1 \geq \sqrt{\sum TA^2}$$

$$0,25 \geq \sqrt{0,088^2 + 0,07^2 + 0,14^2}$$

$$0,25 \text{ мм} \geq 0,18 \text{ мм}$$

Размер K_1 выдерживается вероятностным методом.

Проверка размера: K_2

$$TK_2 = 0,36 \text{ мм};$$

$$K_2 = 7 \text{ мм} = A_{3.2} + A_{1.3} - A_{3.1}$$

$$TK_2 \geq \sum TA$$

$$0,36 \geq 0,088 + 0,07 + 0,14$$

$$0,36 \text{ мм} \geq 0,298 \text{ мм}$$

Размер K_2 выдерживается методом максимумов – минимумов.

Проверка размера: K_3

$$TK_3 = 0,43 \text{ мм};$$

$$K_3 = 7 \text{ мм} = A_{3.2} + A_{1.3} + A_{4.3.3} - A_{3.1}$$

$$TK_3 \geq \sum TA$$

$$0,36 \geq 0,088 + 0,07 + 0,056 + 0,14$$

$$0,43 \text{ мм} \geq 0,354 \text{ мм}$$

Размер K_3 выдерживается методом максимумов – минимумов.

Проверка размера: K_5

$$TK_5 = 0,25 \text{ мм};$$

$$K_5 = 2,5 \text{ мм} = A_{3.1} - A_{5.1} - A_{1.3}$$

$$TK_5 \geq \sum TA$$

$$0,25 \geq \sqrt{0,14^2 + 0,11^2 + 0,07^2}$$

$$0,25 \text{ мм} \geq 0,19 \text{ мм}$$

Размер K_5 выдерживается вероятностным методом.

Проверка размера: K_6

$$TK_6 = 0,30 \text{ мм};$$

$$K_6 = 5 \text{ мм} = A_{3.1} - A_{4.3.2} - A_{4.3.3} - A_{4.3.1} - A_{1.3}$$

$$TK_6 \geq \sum TA$$

$$0,30 \geq \sqrt{0,14^2 + 0,056^2 + 0,056^2 + 0,056^2 + 0,07^2}$$

$$0,30 \text{ мм} \geq 0,18 \text{ мм}$$

Размер K_6 выдерживается вероятностным методом.

Проверка размера: K_7

$$TK_7 = 0,36 \text{ мм};$$

$$K_7 = 6,5 \text{ мм} = A_{3.1} - A_{4.3.2} - A_{4.3.3} - A_{1.3}$$

$$TK_7 \geq \sum TA$$

$$0,36 \geq 0,14 + 0,056 + 0,056 + 0,07$$

$$0,36 \text{ мм} \geq 0,322 \text{ мм}$$

Размер K_7 выдерживается методом максимумов - минимумов.

Проверка размера: K_8

$$TK_8 = 0,36 \text{ мм};$$

$$K_8 = 6,97 \text{ мм} = A_{3.1} - A_{4.1} - A_{1.3}$$

$$TK_8 \geq \sum TA$$

$$0,36 \geq 0,14 + 0,138 + 0,07$$

$$0,36 \text{ мм} \geq 0,348 \text{ мм}$$

Размер K_8 выдерживается методом максимумов - минимумов.

8.3 Определение минимальных припусков на обработку

Минимальный припуск на обработку должен быть таким, чтобы его удаления хватало для обеспечения требуемой точности и шероховатости обработанной поверхности [1].

Минимальный припуск для размеров определяется по формулам:

$$Z_{i \min} = R_{z_{i-1}} + h_{i-1} + \varepsilon_i + \rho_{i-1} \text{ - для осевых размеров,}$$

$$Z_{i \min}^D = 2(R_{z_{i-1}} + h_{i-1} + \sqrt{\sum \varepsilon_i^2 + \sum \rho_{i-1}^2}) \text{ - для диаметральных}$$

размеров,

где $R_{z_{i-1}}$ – шероховатость поверхности, полученная на предыдущем переходе, мм;

h_{i-1} - толщина дефектного слоя, полученная на предыдущем переходе, мм;

ε_i - погрешность закрепления на данном переходе, мм;

ρ_{i-1} - пространственное отклонение поверхности, полученное на предшествующем переходе, мм.

В таблице 12 приведены минимальные припуски на осевые и диаметральные размеры согласно [1].

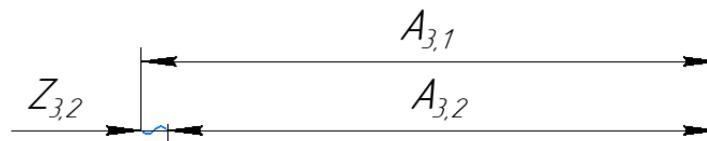
Таблица 12 – минимальные припуски на обработку

Припуск	$R_{z_{i-1}}$, мм	h_{i-1} , мм	ε_i , мм	ρ_{i-1} , мм	Сумма, мм
$Z_{1.1 \min}$	0,15	0,15	0,03	1,1	1,43
$Z_{1.3 \min}$	0,15	0,10	0	0,03	0,28
$Z_{2.1 \min}$	0,15	0,15	0,03	0,5	0,83

$Z_{3.1 \min}$	0,025	0,030	0,03	0,03	0,115
$Z_{3.2 \min}$	0,010	0,025	0	0,008	0,043
$Z_{4.3.3 \min}$	0,015	0,010	0	0,016	0,266
$Z_{1.3 \min}^D$	0,15	0,1	0	0	0,5

8.4 Расчет технологических размеров

Расчет размера $A_{3.1}$:



$$Z_{3.2 \min} = A_{3.1 \min} - A_{3.2 \max}$$

$$K_4 = A_{3.2} = 39 \text{ мм}$$

$$A_{3.1 \min} = Z_{3.2 \min} - A_{3.2 \max}$$

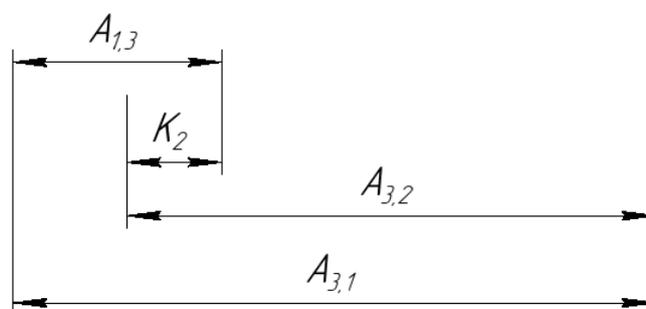
$$A_{3.1 \min} = 0,043 - 39,044 = 39,001 \text{ мм}$$

$$A_{3.1 \max} = A_{3.1 \min} + TA_{3.1} = 39,001 + 0,14 = 39,141$$

Перерасчет припуска $Z_{3.2}$:

$$Z_{3.2 \max} = 39,141 - 39 = 0,141 \text{ мм}$$

Расчет размера $A_{1.3}$:

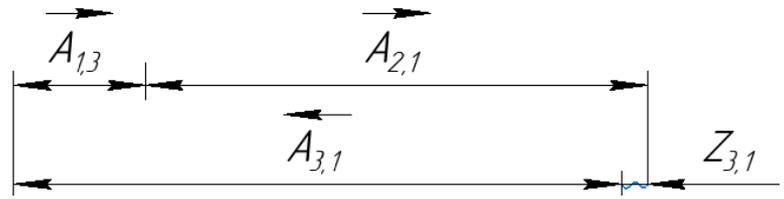


$$K_2 = A_{3.2} + A_{1.3} - A_{3.1}$$

$$A_{1.3} = K_2 + A_{3.1} - A_{3.2}$$

$$A_{1.3} = 7 + 39,14 - 39 = 7,14^{+0,07} \text{ мм.}$$

Расчет размера $A_{2.1}$:



$$Z_{3.1 \min} = A_{1.3 \min} + A_{2.1 \min} - A_{3.1 \max}$$

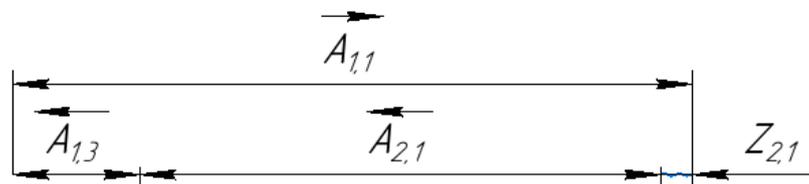
$$A_{2.1 \min} = Z_{3.1 \min} + A_{3.2 \max} - A_{1.3 \min}$$

$$A_{2.1 \min} = 0,115 + 39,044 - 7,14 = 32,019 \text{ мм}$$

$$A_{2.1 \max} = A_{2.1 \min} + TA_{2.1} = 32,019 + 0,65 = 32,669$$

$$A_{2.1}^c = 32,34 \mp 0,325 \text{ мм.}$$

Расчет размера $A_{1.1}$:



$$Z_{2.1 \min} = A_{1.1 \min} - A_{2.1 \max} - A_{1.3 \max}$$

$$A_{1.1 \min} = Z_{2.1 \min} + A_{2.1 \max} + A_{1.3 \max}$$

$$A_{1.1 \min} = 0,83 + 32,669 + 7,21 \approx 40,709 \text{ мм}$$

$$A_{1.1 \max} = A_{1.1 \min} + TA_{1.1} = 40,705 + 1,21 \approx 42$$

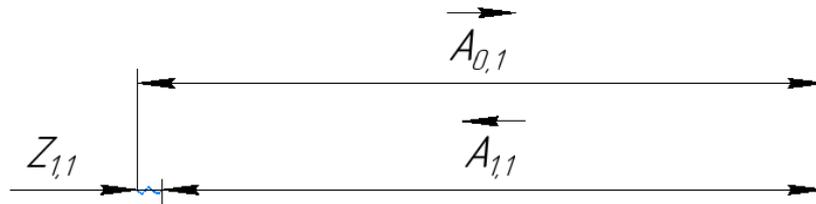
$$A_{1.1} = 42_{-1.1} \text{ мм.}$$

Перерасчет припуска $Z_{2.1}$:

$$Z_{2.1 \max} = 42 - 32,015 - 7,14 = 2,84 \text{ мм}$$

$$Z_{2.1 \min} = 41 - 32,669 - 7,21 \approx 1 \text{ мм}$$

Расчет размера $A_{0.1}$:



$$Z_{1.1 \min} = A_{0.1 \min} - A_{1.1 \max}$$

$$A_{0.1 \min} = Z_{1.1 \min} - A_{1.1 \max}$$

$$A_{0.1 \min} = 1,43 - 42 \approx 41 \text{ мм}$$

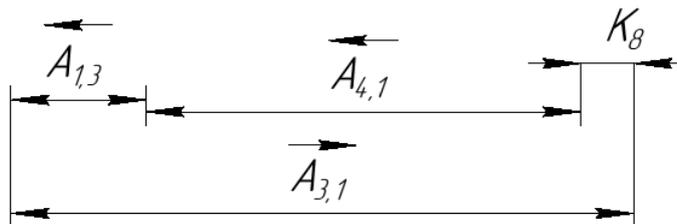
$$A_{0.1 \max} = A_{0.1 \min} + TA_{0.1} = 40,57 + 3 \approx 44$$

$$A_{0.1} = 44_{-3} \text{ мм.}$$

Перерасчет припуска $Z_{1.1}$:

$$Z_{1.1 \max} = 44 - 42 = 2 \text{ мм}$$

Расчет размера $A_{4.1}$:

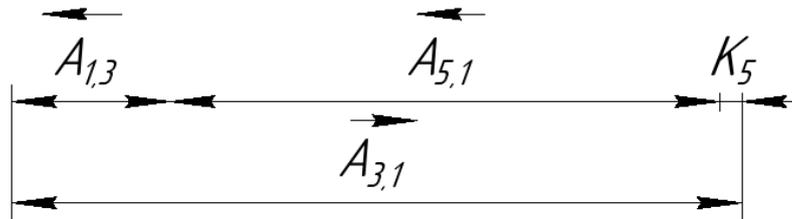


$$K_8 = A_{3.1} - A_{4.1} - A_{1.3}$$

$$A_{4.1} = A_{3.1} - A_{1.3} - K_8$$

$$A_{4.1} = 39,1 - 7,14 - 6,97 = 25^{+0.138} \text{ мм.}$$

Расчет размера $A_{5.1}$:

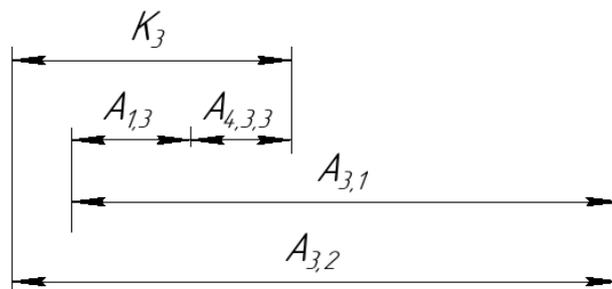


$$K_5 = A_{3,1} - A_{5,1} - A_{1,3}$$

$$A_{5,1} = A_{3,1} - A_{1,3} - K_5$$

$$A_{5,1} = 39,1 - 7,14 - 2,5 = 29,46^{+0,11} \text{ мм.}$$

Расчет размера $A_{4,3,3}$:

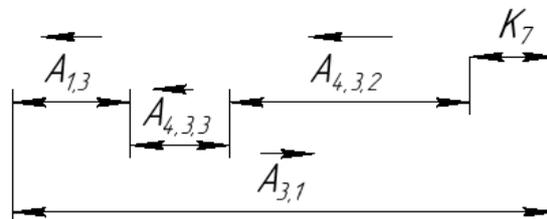


$$K_3 = A_{3,2} + A_{1,3} + A_{4,3,3} - A_{3,1}$$

$$A_{4,3,3} = A_{3,1} - A_{1,3} - A_{3,2} + K_3$$

$$A_{4,3,3} = 39,1 - 7,14 - 39 + 14,15 = 7,11^{+0,056} \text{ мм.}$$

Расчет размера $A_{4,3,2}$:

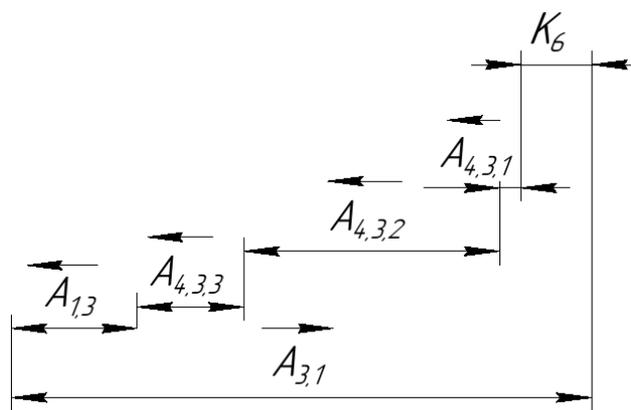


$$K_7 = A_{3,1} - A_{4,3,2} - A_{4,3,3} - A_{1,3}$$

$$A_{4,3,2} = A_{3,1} - A_{4,3,3} - A_{1,3} - K_7$$

$$A_{4,3,2} = 39,1 - 7,11 - 7,14 - 6,5 \approx 18 \pm 0,028 \text{ мм.}$$

Расчет размера $A_{4.3.1}$:

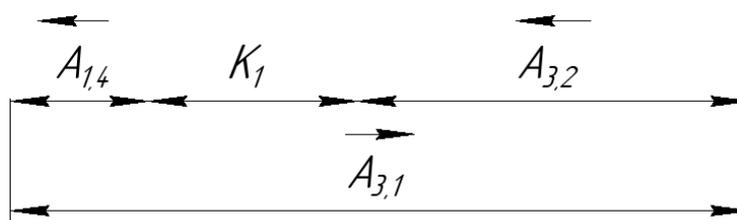


$$K_6 = A_{3.1} - A_{4.3.2} - A_{4.3.3} - A_{1.3} - A_{4.3.1}$$

$$A_{4.3.1} = A_{3.1} - A_{4.3.2} - A_{4.3.3} - A_{1.3} - K_6$$

$$A_{4.3.1} = 39,1 - 18,35 - 7,14 - 6,5 - 5 = 2,11_{-0.056} \text{ мм.}$$

Расчет размера $A_{1.4}$:

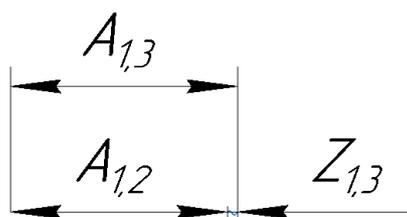


$$K_1 = A_{3.2} + A_{1.4} - A_{3.1}$$

$$A_{1.4} = A_{3.1} + K_1 - A_{3.2}$$

$$A_{1.4} = 39,1 + 1 - 39 = 1,1_{-0.07} \text{ мм.}$$

Расчет размера $A_{1.2}$:



$$Z_{1.3 \min} = A_{1.3 \min} - A_{1.2 \max}$$

$$A_{1.2 \max} = A_{1.3 \min} - Z_{1.3 \min}$$

$$A_{1.2 \max} = 7,14 - 0,28 = 6,86 \text{ мм}$$

$$A_{1.2 \min} = A_{1.2 \max} - TA_{1.2} = 6,86 - 0,12 = 6,74$$

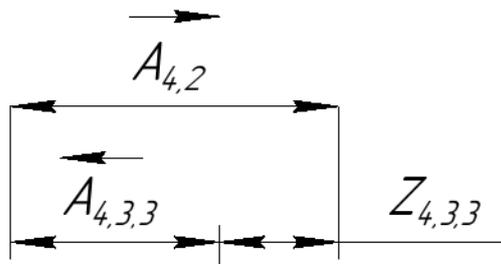
$$A_{1.2}^c = 6,8 \pm 0,06 \text{ мм.}$$

Перерасчет припуска $Z_{1.3}$:

$$Z_{1.3 \max} = 7,21 - 6,74 = 0,47$$

$$Z_{1.3 \min} = 7,14 - 6,86 = 0,28$$

Расчет размера $A_{4.2}$:



$$Z_{4.3.3 \min} = A_{4.2 \min} - A_{4.3.3 \max}$$

$$A_{4.2 \min} = Z_{4.3.3 \min} + A_{4.3.3 \max}$$

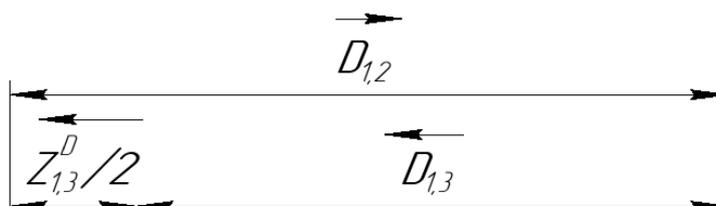
$$A_{4.2 \min} = 0,266 + 7,11 = 7,376^{+0,092}$$

Перерасчет размера $Z_{4.3.3}$:

$$Z_{4.3.3 \max} = 7,468 - 7,11 = 0,358 \text{ мм}$$

$$Z_{4.3.3 \min} = 7,376 - 7,166 = 0,21 \text{ мм}$$

Расчет размера $D_{1.2}$:



$$Z_{1.3}^D = D_{1.2} - D_{1.3}$$

$$D_{1.2} = Z_{1.3}^D + D_{1.3}$$

$$D_{1.2} = \frac{(2 \cdot Z_{1.3}^D \min + TD_{1.2} + TD_{1.3})}{2} + D_{1.3}$$

$$D_{1.2} = \frac{(2 \cdot 0,5 + 0,08 + 0,04)}{2} + 48 = 48,56 \text{ мм}$$

$$D_{1.2} = 48,56 \pm 0,02 \text{ мм.}$$

Произведем перерасчет припуска $Z_{1.3}^D$:

$$Z_{1.3}^D = 48,56 - 48 = 0,56 \text{ мм.}$$

Полученные результаты внесем в таблицу 13 ниже.

Таблица 13 – Результат расчетов технологических размеров

Технологические размеры	
Название	Размер, мм
$A_{0.1}$	44_{-3}
$A_{1.1}$	$42_{-1,1}$
$A_{1.2}$	$6,8 \pm 0,06$
$A_{1.3}$	$7,14^{+0,07}$
$A_{1.4}$	$1,1_{-0,07}$
$A_{2.1}$	$32,34 \pm 0,325$
$A_{3.1}$	$39,1 \pm 0,14$
$A_{3.2}$	$39 \pm 0,044$
$A_{4.1}$	$25^{+0,138}$
$A_{4.2}$	$7,38^{+0,092}$

$A_{4.3.1}$	$2,11_{-0,056}$
$A_{4.3.2}$	$18,35 \pm 0,028$
$A_{4.3.3}$	$7,11^{+0,056}$
$A_{5.1}$	$29,46^{+0,11}$
$B_{5.1}$	$8 \pm 0,18$
$D_{0.1}$	$63^{+0,3}_{-1,0}$
$D_{1.2}$	$48,56 \pm 0,02$
$D_{1.3}$	$48 \pm 0,02$
$D_{4.1}$	$3,15 \pm 0,015$
$D_{4.2.1}$	$24,8 \pm 0,02$
$D_{4.2.2}$	$56^{+0,04}$
$D_{4.3}$	$15 \pm 0,04$

9. Расчет режимов резания, выбор режущего инструмента и металлообрабатывающего оборудования для детали корпус насоса - дозатора

Инструмент выбирался на сайте Sandvik Coromant, так как в справочниках для определения режимов резания отсутствует информация о нержавеющей стали, расчеты производились в системе CoroPlus ToolGuide на сайте компании Sandvik Coromant [2].

Результаты расчетов приведены в таблицах 14 – 43.

где V – скорость резания, м/мин;

S – подача, мм/об;

t – глубина резания, мм;

n – частота вращения, об/мин;

i – количество рабочих ходов,

N – максимальная мощность резания, кВт;

M_{\max} – максимальный крутящий момент, Нм;

V_3 – скорость заготовки, м/мин;

B – ширина фрезерования, мм.

Операция № 0:

Переход 1. Отрезка заготовки

Станок: J-350V

Скорость движения полотна $V = 30-80$ м/мин;

Инструмент: Биметаллическое ленточное полотно M42 13x0.65x1735 мм.

Операция № 1:

Станок: GoodWay GLS - 1500

Переход 1. Подрезка торца

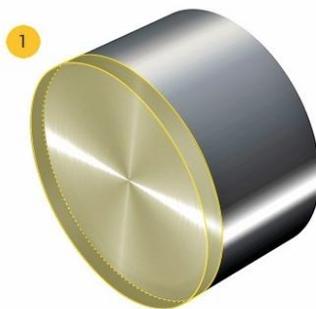


Рис. 6

Таблица 14 – Параметры режимов резания

V , м/мин	S , мм/об	i , шт.	t , мм	n , об/мин	N , кВт	M_{max} , Нм
228	0,2	1	1,04	1155	2,88	34,2

Инструмент: DSSNR 2020K 12; SNMG 12 04 16-XMR 2220

Переход 2: Наружное точение черновое

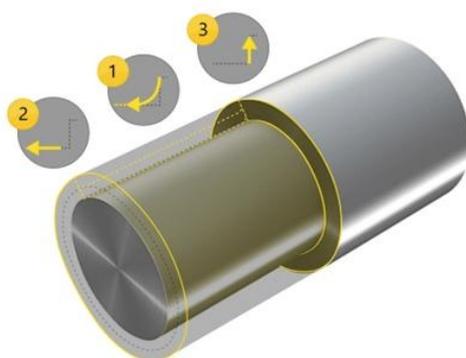


Рис. 7

Таблица 15 – Параметры режимов резания

V, м/мин	S, мм/об	i, шт.	t, мм	n, об/мин	N, кВт	M _{max} , Нм
154	0,5	1	2,5	847	2,1	20,6

Инструмент: SCLCR 2020K 09; CCMT 09 T3 02-MF 1125

Переход 3: Наружное точение чистовое

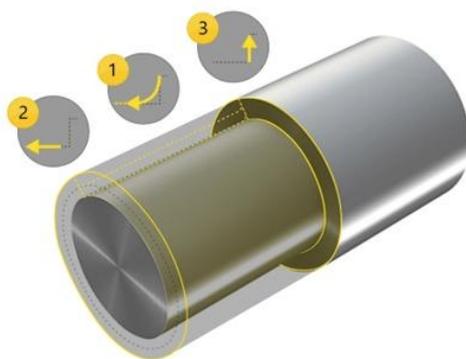


Рис. 8

Таблица 16 – Параметры режимов резания

V, м/мин	S, мм/об	i, шт.	t, мм	n, об/мин	N, кВт	M _{max} , Нм
294	0,144	1	0,3	1643	2,1	20,6
312	0,144	1	0,2	1746	2,1	20,6

Инструмент: TR-V13JBR 1616K-S; TR-VB1302-F 1125

Переход 4: Сверление



Рис. 9

Таблица 17 – Параметры режимов резания

V, м/мин	S, мм/об	i, шт.	t, мм	n, об/мин	N, кВт	M _{max} , Нм
57,6	0,189	1	10	874	3,15	34,4

Инструмент: CoroDrill 870-2100-21LX1-10; 870-2100-21-MM 2334

Переход 5: Рассверливание

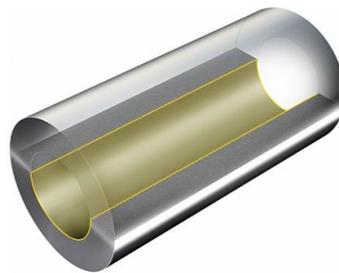


Рис. 10

Таблица 18 – Параметры режимов резания

V, м/мин	S, мм/об	i, шт.	t, мм	n, об/мин	N, кВт	M _{max} , Нм
52,45	0,23	1	9	440	12,9	285,84

Инструмент: 880-D3800L40-03; 880-07 04 06H-C-LM 1144; 880-07 04 W10H-P-MS 2044

Переход 6: Растачивание черновое

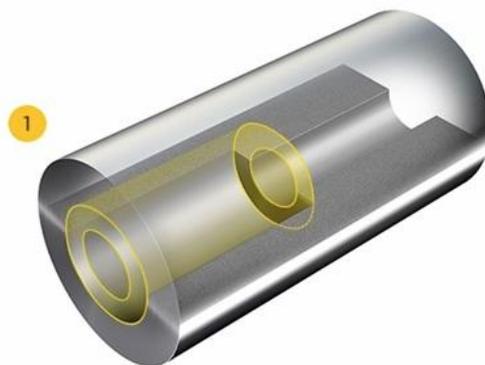


Рис. 11

Таблица 19 – Параметры режимов резания

V, м/мин	S, мм/об	i, шт.	t, мм	n, об/мин	N, кВт	M _{max} , Нм
212	0,4	1	0,5	1734	1,05	7,78

Инструмент: TR-SL-D13UCR-25; TR-DC1312-M 2025; 570-3C 25 330

Переход 7: Растачивание чистовое

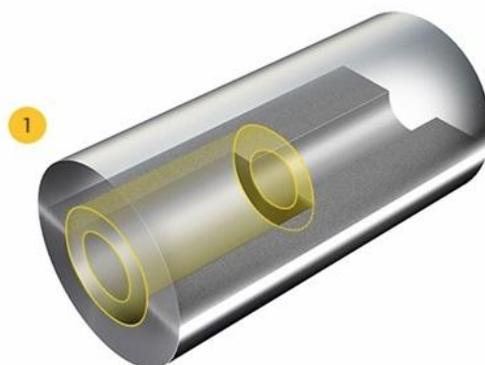


Рис. 12

Таблица 20 – Параметры режимов резания

V, м/мин	S, мм/об	i, шт.	t, мм	n, об/мин	N, кВт	M _{max} , Нм
322	0,07	1	0,425	2569	0,91	5,37

Инструмент: TR-SL-D13UCR-25; TR-DC1308-F 2220; 570-3C 25 330

Переход 8: Растачивание скругления

Таблица 21 – Параметры режимов резания

V, м/мин	S, мм/об	i, шт.	t, мм	n, об/мин	N, кВт	M _{max} , Нм
300	0,1	1	0,425	2400	0,91	5,37

Инструмент: TR-SL-D13UCR-25; TR-DC1308-F 2220; 570-3C 25 330

Переход 9: Фрезерование

Таблица 22 – Параметры режимов резания

V, м/мин	S, мм/зуб	i, шт.	t, мм	n, об/мин	N, кВт	M _{max} , Нм
45	0,12	2	2,5	455	5,37	997

Инструмент: A490-025EH25-08M; 490R-08T308E-MM 1130

Переход 10: Сверление малого отверстия в 8-ми граннике

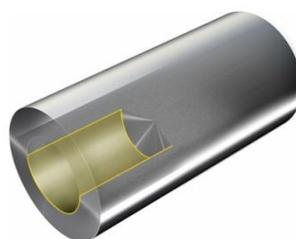


Рис. 13

Таблица 23 – Параметры режимов резания

V, м/мин	S, мм/об	i, шт.	t, мм	n, об/мин	N, кВт	M _{max} , Нм
58,2	0,145	1	3	3090	0,708	2,19

Инструмент: CoroDrill 860.1-0600-016A0-GM X1BM

Переход 11: Цекование малого отверстия в 8-ми граннике

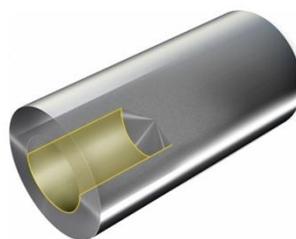


Рис. 14

Таблица 24 – Параметры режимов резания

V, м/мин	S, мм/об	i, шт.	t, мм	n, об/мин	N, кВт	M _{max} , Нм
49,8	0,5	1	4,5	1762	5,29	29,3

Инструмент: Цековка диаметром 9 мм с цапфой диаметром 6 мм

Переход 12: Сверление большего отверстия в 8-ми граннике



Рис. 15

Таблица 25 – Параметры режимов резания

V, м/мин	S, мм/об	i, шт.	t, мм	n, об/мин	N, кВт	M _{max} , Нм
57,1	0,12	1	5	1818	1,18	6,22

Инструмент: CoroDrill 860.1-1000-029A0-GM X1BM

Переход 13: Цекование большего отверстия в 8-ми граннике



Рис. 16

Таблица 26 – Параметры режимов резания

V, м/мин	S, мм/об	i, шт.	t, мм	n, об/мин	N, кВт	M _{max} , Нм
62	0,5	1	4,5	1518	6,59	42,31

Инструмент: Цековка диаметром 13 мм с цапфой диаметром 10 мм

Операция № 2

Станок: GoodWay GLS - 1500

Переход 1: Подрезка торца

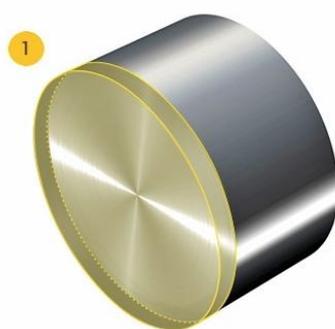


Рис. 17

Таблица 27 – Параметры режимов резания

V, м/мин	S, мм/об	i, шт.	t, мм	n, об/мин	N, кВт	M _{max} , Нм
200	0,2	1	2,525(ср)	1011	6,53	77,4

Инструмент: DSSNR 2020K 12; SNMG 12 04 16-XMR 2220

Переход 2: Наружное точение

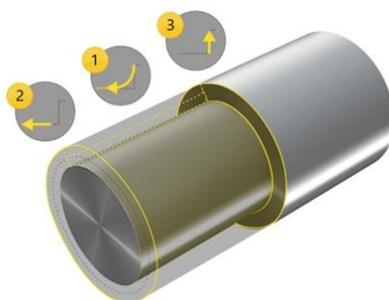


Рис. 18

Таблица 28 – Параметры режимов резания

V, м/мин	S, мм/об	i, шт.	t, мм	n, об/мин	N, кВт	M _{max} , Нм
166	0,4	1	2,5	932	5,13	44,5
272	0,144	1	0,5	1522	5,13	44,5

Инструмент: Державка DCLNR 2020K 12; CNMG 12 04 08-MR 2220

Переход 3: Растачивание

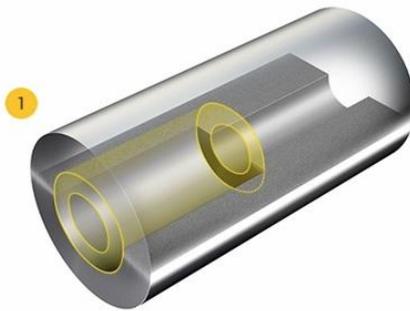


Рис. 19

Таблица 29 – Параметры режимов резания

V, м/мин	S, мм/об	i, шт.	t, мм	n, об/мин	N, кВт	M _{max} , Нм
231	0,144	2	1,5	1533	3,66	31,6
264	0,1	1	1	1752	3,66	31,6

Инструмент: A16T-SCLCR 4HP-R; CCMT 12 04 12-MR 2220

Операция № 3

Станок: Вертикально – сверлильный станок 2A125

Переход 1. Хонингование

Таблица 30 – Параметры режимов резания

Скорость возвратно- поступательного движения хона, м/мин	Скорость вращения хона, м/мин	Длина брусков, мм	Длина выхода брусков, мм	Длина хода инструмента, мм
20	40	108	36	180

Инструмент: Хонинговальная головка Sunnen – SNJ10

Трехкратное хонингование

- предварительное – Давление брусков: P = 1 Мпа
- получистовое – Давление брусков: P = 0,8 Мпа
- чистовое – Давление брусков: P = 0,3 Мпа

Материал брусков: Алмаз с металлической связкой, зернистостью 200/160, марки АС6.

Материал зерна: 15А; 44А

Твердость: Т

Операция № 4

Переход 1: Притереть отверстие

Инструмент: Притир самшитовый, Паста алмазная АСМ 60/40 НВТ С ГОСТ 25593-83, Паста алмазная АСМ 28/20 НВТ С ГОСТ 25593-83.

Операция № 5

Переход 1: Нанести покрытие твердый хром

Универсальный электролит: 250 хромового ангидрида CrO₃: 2,5 серной кислоты H₂SO₄

Стационарные условия

Выход по току: 13 - 15 %, Температура °С: 65 – 68, Плотность тока, А/дм²: 15 – 25.

10. Расчет режимов резания, выбор режущего инструмента и металлообрабатывающего оборудования для детали крышки корпуса насоса – дозатора

Операция № 0

Переход 1. Отрезка заготовки

Станок: J-350V

Скорость движения полотна $V = 30-80$ м/мин;

Инструмент: Биметаллическое ленточное полотно М42 13x0.65x1735 мм.

Операция № 1

Станок: GoodWay GLS - 1500

Переход 1. Подрезка торца

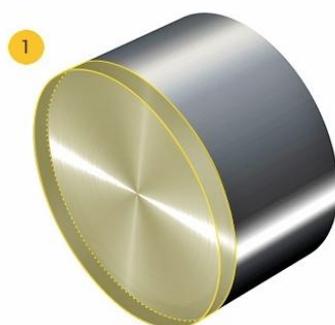


Рис. 20

Таблица 31 – Параметры режимов резания

V, м/мин	S, мм/об	i, шт.	t, мм	n, об/мин	N, кВт	M _{max} , Нм
218	0,2	1	2,1(ср)	1103	5,48	65

Инструмент: DSSNR 2020K 12; SNMG 12 04 16-XMR 2220

Переход 2. Наружное точение, черновое

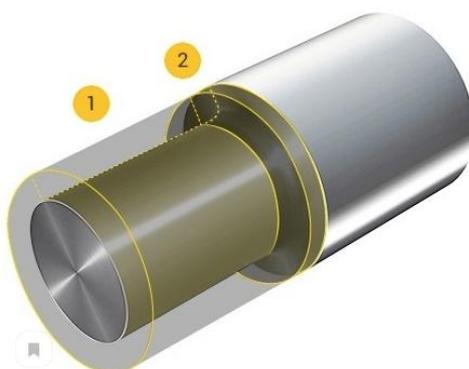


Рис. 21

Таблица 32 – Параметры режимов резания

V, м/мин	S, мм/об	i, шт.	t, мм	n, об/мин	N, кВт	M _{max} , Нм
146	0,5	2	3,5	962	0,232	2,03
242	0,29	1	0,44	1588	0,232	2,03

Инструмент: SCLCR 2020К 09; CCMT 09 T3 02-MF 1125

Переход 3. Наружное точение, чистовое

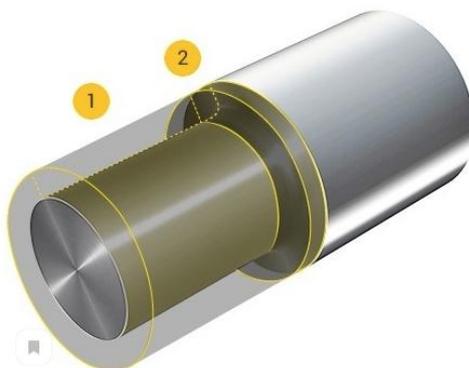


Рис. 22

Таблица 33 – Параметры режимов резания

V, м/мин	S, мм/об	i, шт.	t, мм	n, об/мин	N, кВт	M _{max} , Нм
287	0,144	1	0,28	1907	0,146	1

Инструмент: SCLCR 2020К 09; CCMT 09 T3 02-MF 1125

Переход 4. Точить фаску

Таблица 34 – Параметры режимов резания

V, м/мин	S, мм/об	i, шт.	t, мм	n, об/мин	N, кВт	M _{max} , Нм
242	0,144	1	0,28	1606	0,146	1

Инструмент: SCLCR 2020К 09; CCMT 09 T3 02-MF 1125

Операция № 2

Станок: Токарно – винторезный станок 1К62

Переход 1. Подрезка торца

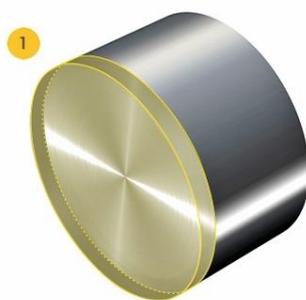


Рис. 23

Таблица 35 – Параметры режимов резания

V, м/мин	S, мм/об	i, шт.	t, мм	n, об/мин	N, кВт	M _{max} , Нм
162	0,5	1	1,8(ср)	819	4,75	56,3

Инструмент: DSSNR 2020K 12; SNMG 12 04 16-XMR 2220

Операция № 3

Станок: Плоскошлифовальный станок 3Г71М

Переход 1. Шлифовать торец

Предварительное шлифование

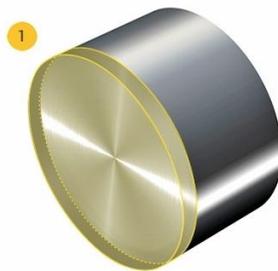


Рис. 24

Таблица 36 – Параметры режимов резания

Скорость круга V, м/мин	Скорость заготовки V _з , м/мин	S, мм/ход	i, шт.	t, мм	N, кВт	M _{max} , Нм
30-35	8	2	3	0,075	15,34	56,3

Инструмент: Круг 25А F46 L6V 35 250x40x76

Окончательное шлифование

Таблица 37 – Параметры режимов резания

Скорость круга V , м/мин	Скорость заготовки V_3 , м/мин	S , мм/ход	i , шт.	t , мм	N , кВт	M_{\max} , Нм
30-35	3	1,5	1	0,015	7,30	56,3

Инструмент: Круг 25А F46 L6V 35 250x40x76

Переход 2. Шлифовать торец

Предварительное шлифование

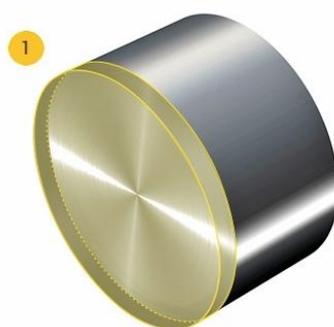


Рис. 25

Таблица 38 – Параметры режимов резания

Скорость круга V , м/мин	Скорость заготовки V_3 , м/мин	S , мм/ход	i , шт.	t , мм	N , кВт
30-35	8	2	2	0,045	14,38

Инструмент: Круг 25А F46 L6V 35 250x40x76

Окончательное шлифование

Таблица 39 – Параметры режимов резания

Скорость круга V , м/мин	Скорость заготовки V_3 , м/мин	S , мм/ход	i , шт.	t , мм	N , кВт

30-35	3	1,5	1	0,01	7,30
-------	---	-----	---	------	------

Инструмент: Круг 25А F46 L6V 35 250x40x76

Операция № 4

Станок: GoodWay GLS - 1500

Переход 1. Сверлить центровое отверстие

Таблица 40 – Параметры режимов резания

V, м/мин	S, мм/об	i, шт.	t, мм	n, об/мин	N, кВт	M _{max} , Нм
8	0,129	1	-	800	4,75	56,3

Инструмент: Сверло 2317-0164 ГОСТ 14952-75

Переход 2. Наружное точение, черновое

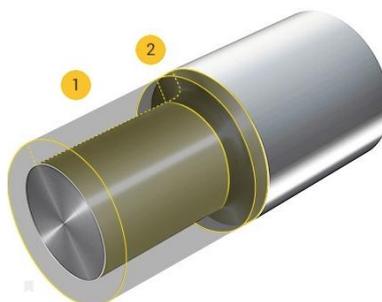


Рис. 26

Продольная обработка:

Таблица 41 – Параметры режимов резания

V, м/мин	S, мм/об	i, шт.	t, мм	n, об/мин	N, кВт	M _{max} , Нм
150	0,5	1	3	838	4,75	56,3
255	0,2	1	0,5	1451	4,75	56,3
150	0,5	5	3	838	4,75	56,3
265	0,144	1	0,6	3247	4,75	56,3

Инструмент: SCLCR 2020K 09; CCMT 09 T3 02-MF 1125

Переход 3. Наружное точение

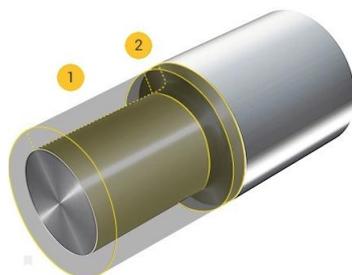


Рис. 27

Таблица 42 – Параметры режимов резания

V, м/мин	S, мм/об	i, шт.	t, мм	n, об/мин	N, кВт	M _{max} , Нм
179	0,3	3	3	3624	4,1	13,3
188	0,144	1	0,4	3900	4,1	13,3

Инструмент: QS-TR-V13JBL 2020HP; TR-VB1302-F 1125

Операция № 5

Станок: GoodWay GLS - 1500

Переход 1. Фрезерование паза

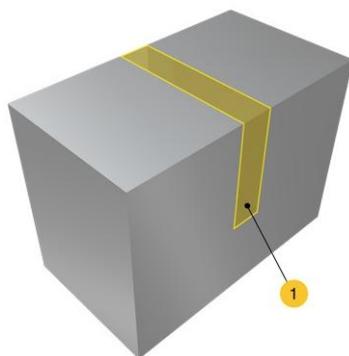


Рис. 28

Таблица 43 – Параметры режимов резания

V, м/мин	S, мм/зуб	i, шт.	t, мм	n, об/мин	N, кВт	B, мм
61,14	0,16	1	2,5	389	1,68	2,5

Инструмент: R331.35C-050A20DM080; N331.1A-05 45 08H-ML2030

Операция № 6

Переход 1. Притереть торец

Операция № 7

Переход 1: Нанести покрытие твердый хром

Универсальный электролит: 250 хромового ангидрида CrO₃: 2,5 серной кислоты H₂SO₄

Стационарные условия

Выход по току: 13 - 15 %, Температура °C: 65 – 68, Плотность тока, А/дм²: 15 – 25.

11. Нормирование технологического процесса

Нормы подготовительно – заключительного времени и нормы штучного времени являются составными частями нормы времени на выполнение станочной операции, которое определяется по формуле [6, с.5]:

$$N_{вр} = T_{шт} + \frac{t_{п.з}}{n},$$

где $t_{п.з}$ - подготовительно – заключительное время, принимается равным времени одной смены, мин; n - число деталей в партии.

Так как тип производства определен как мелкосерийный, то норма штучного времени определяется суммой времени на установку, снятие детали и основного времени на обработку поверхностей с учетом числа рабочих ходов.

$$T_{шт} = t_{ос} + t_{вс} + t_{техн} + t_{орг} + t_{пер},$$

где $T_{шт}$ - штучное время, мин;

$t_{ос}$ - основное время на обработку поверхности, мин;

t_{bc} - норматив вспомогательного времени на установку и снятие детали, при обработке деталей до 5 кг принимается 15 мин; [6, с.43]

$t_{орг}$ – время на подготовку станка к работе, равняется $t_{техн}$;

$t_{техн}$ – время на обслуживание станка, составляет 3-5% от суммы основного и вспомогательного времени;

$t_{пер}$ - время на перерывы оператора.

Основное время рассчитывается по формуле:

$$t_{oc} = \frac{L \cdot i}{S_M},$$

где L - длина обработки, мм;

i – число рабочих ходов;

S_M - минутная подача, мм/мин.

Длина обработки рассчитывается по формуле:

$$L = l + l_{п} + l_c + l_{вр}$$

где l – длина детали, мм;

$l_{п} = l_c$ – длина подвода и длина сбег соответственно, мм;

$l_{вр}$ - длина врезания, мм.

Минутная подача равна:

$$S_M = S \cdot n$$

где S – подача, мм/об;

n – частота вращения, об/мин.

Таблица 44 – Результаты расчетов

Номер перехода	S _м , мм/мин	l, мм	l _п /l _с , мм	l _{вп} , мм	L, мм	i	t _{ос} , мин
Корпус насоса - дозатора							
0,1	40	63	-	-	63	1	1,55
1,1	231	31	0	0,73	31,73	1	0,13
1,2	423,5	96,5	0	0	96,5	1	0,23
1,3	251,42	96,5	0	0	96,5	2	0,79
1,4	165,2	216	5	10	221	1	1,31
1,5	101,2	216	5	9	221	1	2,13
1,6	693,6	216	5	0,023	216,023	1	0,31
1,7	179,83	216	5	0,023	216,023	1	1,20
1,8	240	4	0	0,08	4,08	1	0,017
1,9	327,6	25	0	0	25	16	0,005
1,10	448,05	9,6	0	0	9,6	1	0,07
1,11	881	4,5	0	0	4,5	1	0,05
1,12	218,16	9,6	0	0	9,6	1	0,04
1,13	759	4,5	0	0	4,5	1	0,05
2,1	202,2	31	0	0,73	31,73	1	0,15
2,2	217,7	94,5	0	0	94,5	2	0,68
2,3	175,2	4	0	0,03	4,03	3	0,038
3,1	-	216	36	-	252	1	15
4,1	-	216	-	-	216	-	30
5,1	-	-	-	-	-	-	10
Крышка корпуса насоса - дозатора							
0,1	40	63	-	-	63	1	1,55
1,1	220,6	31	0	1,49	32,49	1	0,14
1,2	460,5	6,8	0	0,03	6,83	3	0,043
1,3	274,6	7	0	0,03	7,03	1	0,013
1,4	231,3	1,1	-	-	1,1	1	0,005
2,1	409,5	31	0	-	31	1	0,08
3,1	3-8 м/ми.	63	-	-	63	4	3
3,2	3-8 м/ми.	48	-	-	48	3	6,3
4,1	103,2	-	-	-	6,97	1	0,07
4,2	535	7,38	25	0,03	32,41	8	0,5

4,3	720	20,46	25	0,03	44,34	4	0,203
5,1	373,4	24,8	10	1	35,8	1	0,07
6,1	-	-	-	-	48	-	30
7,1	-	-	-	-	-	-	10
Итого для корпуса:							63,75
Итого для крышки:							52

Штучное время для корпуса насоса - дозатора составляет:

$$T_{шт} = 81,96 \text{ мин};$$

Штучное время для крышки корпуса насоса - дозатора составляет:

$$T_{шт} = 72,44 \text{ мин};$$

Норма времени для корпуса насоса - дозатора составляет:

$$N_{вр} = 82,36 \text{ мин};$$

Норма времени для крышки корпуса насоса - дозатора составляет:

$$N_{вр} = 72,73 \text{ мин};$$

12. Конструкторская часть

На операции хонингования необходимо обработать внутреннюю поверхность корпуса насоса – дозатора. Так как на базе предприятия нет хонинговального станка и в целях экономии бюджета, решено сконструировать оснастку для вертикального сверлильного станка, которая позволит закрепить хонинговальную головку в шпинделе станка. Оснастка представляет собой конус Морзе на конце, которого карданное соединение, в которое с другой стороны устанавливается вал хонинговальной головки Weldon соединением.

Конус Морзе № 4: Конусность $1:19,254 = 0,05194$; $D = 31,267$; $a = 6,5$;
 $D_1 = 31,6$ мм; $d_2 = 25,2$ мм; $l_{3 \max} = 117,5$; $b = 11,9$ мм; $e_{\max} = 24$ мм; $R_{\max} = 8$
 мм.

Средства контроля угла наружных конусов:

Синусная линейка 1 – го класса по ГОСТ 4046 с расстоянием между роликами $L = 300$ мм; плита поверочная 0 – го класса точности по ГОСТ 10905; концевые меры 1 – 2 класса по ГОСТ 9038; головки измерительные типа ИИПМ по ГОСТ 28798.

Для того чтобы соединить вал хонинговальной головки с вилкой карданного соединения, необходимо вставить вал и затянуть винты находящиеся на вилке.

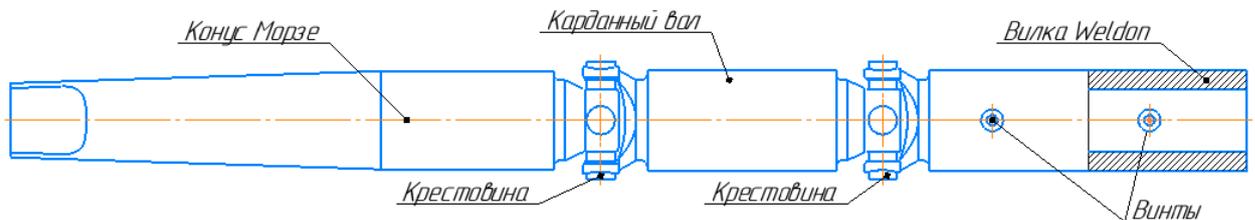


Рис. 29 – Схема технологической оснастки

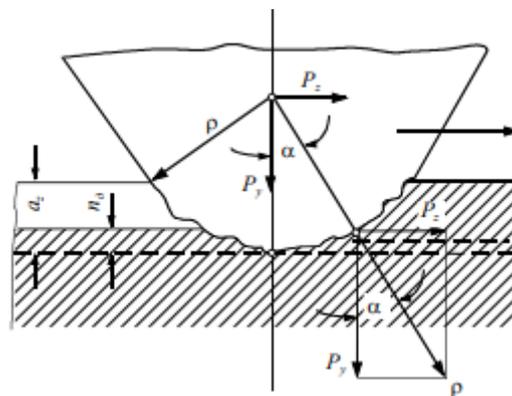


Рис. 30 – Схема сил резания при хонинговании

Сила закрепления W в Weldon соединении рассчитывается следующим образом:

Необходимо чтобы сила трения была больше или равна силе резания P_z :

$$F_{\text{тр}} \geq P_z ,$$

где $F_{\text{тр}}$ - сила трения

$$F_{\text{тр}} = W \cdot f ,$$

где W – сила закрепления; f – коэффициент трения.

Так как точек приложения силы закрепления, две, то:

$$W = \frac{F_{\text{тр}}}{2f} ,$$

Исходя из условий задачи принимаю $F_{\text{тр}} = P_z$, тогда:

$$W = \frac{P_z}{2f} ,$$

Для гарантированного закрепления детали введем коэффициент запаса k :

$$W = \frac{P_z}{2f} \cdot k ,$$

Сила P_z принимается наибольшей, для хонингования, таким образом необходимая сила закрепления равна:

$$W = \frac{60 \text{ Н}}{2 \cdot 0,15} \cdot 1,5 = 300 \text{ Н}$$

Зажим детали происходит путем вращения шестигранного ключа. Для этого к ключу необходимо приложить силу 300 Н.

Как правило, сила, прикладываемая к ключу $Q = 245 \text{ Н}$. Необходимо рассчитать плечо силы.

По ГОСТ 11737-93 (ИСО 2936-83) примем длину ключа L равной 63 мм.

Таким образом, момент на ключе составит:

$$M_{\text{кл1}} = Q \cdot L = 245 \text{ Н} \cdot 0,063 \text{ м} = 15,43 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

Найдем момент, который возникает при необходимом затягивании W со стандартной длиной ключа:

$$M_{\text{кл2}} = W \cdot L = 300 \text{ Н} \cdot 0,063 \text{ м} = 18,9 \text{ Н} \cdot \text{м};$$

Найдем длину ключа, необходимую для затягивания:

$$L = \frac{M_{\text{кл2}}}{Q} = \frac{18,9}{245} = 77 \text{ мм};$$

Таким образом, для того чтобы затянуть винты необходимо использовать ключ длиной 77 мм.

Вилка Weldon имеет зазор, который устраняется затяжкой винтов:

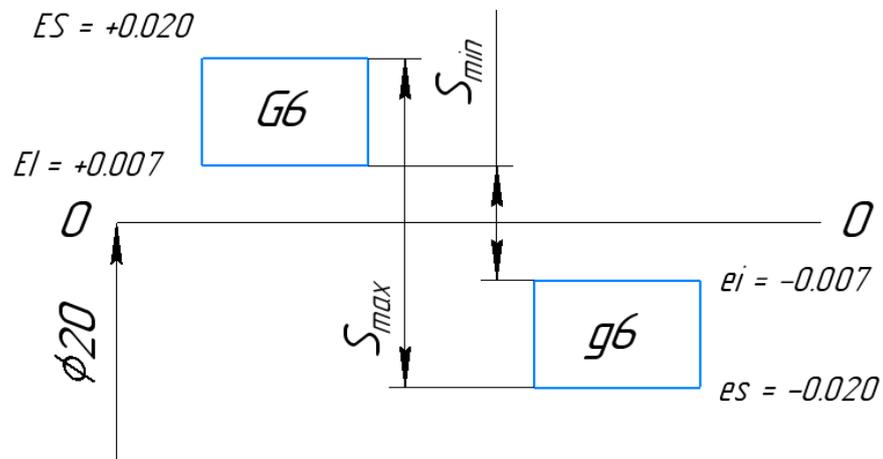


Рис. 31

Минимальный и максимальный зазоры равны соответственно:

$$S_{\min} = 0,014 \text{ мм}; S_{\max} = 0,04 \text{ мм};$$

Произведем проверку конуса Морзе:

Для того чтобы конус не выпал необходимо соблюсти условие:

$$F > Q;$$

где F - сила трения конуса, Q – выталкивающая сила.

Рассчитаем выталкивающую силу:

Выталкивающая сила равна сумме веса оснастки и силе трения брусков о поверхность отверстия:

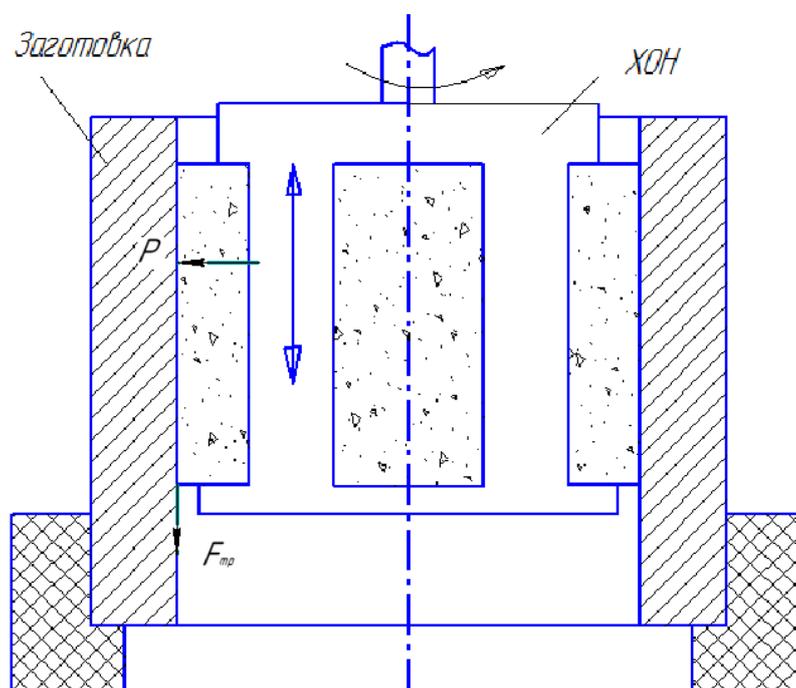


Рис. 32

$$Q = (M + F_{\text{тр}}) \cdot g;$$

где M – масса оснастки, $F_{\text{тр}}$ – сила трения, g – ускорение свободного падения.

$$F_{\text{тр}} = P \cdot f = 60 \text{ Н} \cdot 0,4 = 24 \text{ Н} = 2,4 \text{ кгс}$$

где P – давление брусков на деталь, f – коэффициент трения равный 0,4.

Масса оснастки равна: $M = 1,83 \text{ кг}$

Величина одной килограмм-силы равна весу тела массой один килограмм, отсюда:

$$Q = (1,83 + 2,4) \cdot 9,8 = 41,454 \text{ кгс} = 406 \text{ Н};$$

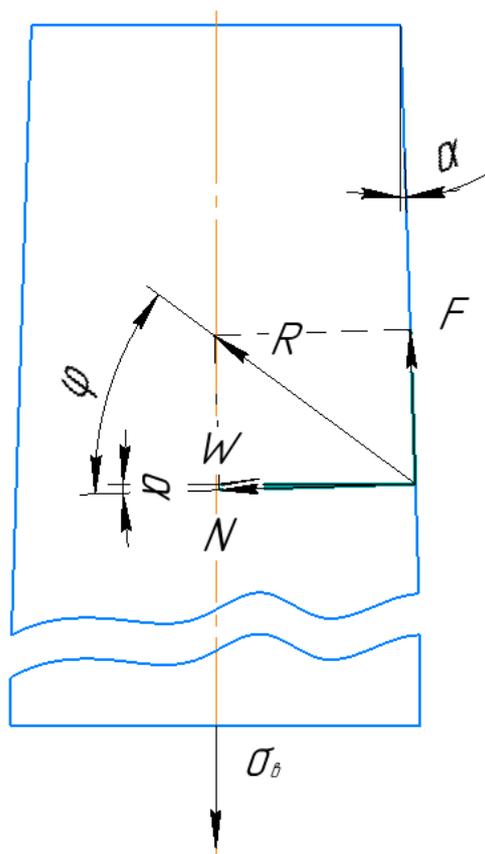


Рис. 33 – Схема для определения выталкивающей силы

Вертикальная составляющая W нормальной силы [8]:

$$W = \frac{Q}{\operatorname{tg}(\varphi - \alpha)} = \frac{406 \text{ Н}}{\operatorname{tg}(0,07)} = 5803,56 \text{ Н};$$

где $\varphi = 5^{\circ}43'$ [8], $\alpha = 1^{\circ}51'$.

Тогда согласно [8]:

$$F \cdot \cos(\alpha) = W \cdot \operatorname{tg}(\varphi);$$

Отсюда:

$$F = \frac{W \cdot \operatorname{tg}(\varphi)}{\cos(\alpha)} = \frac{5803,56 \text{ Н} \cdot 0,1}{0,99} = 586,2 \text{ Н}$$

Условие $F > Q$ соблюдено:

$$586,2 \text{ Н} > 406 \text{ Н}$$

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

Студенту:

Группа	ФИО
4А6Б	Колесников Павел Сергеевич

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

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:	
<i>1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	<i>Стоимость материальных ресурсов и специального оборудования определены в соответствии с рыночными ценами г. Томска Тарифные ставки исполнителей определены штатным расписанием НИ ТПУ</i>
<i>2. Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	<i>Норма амортизационных отчислений на специальное оборудование</i>
<i>3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	<i>Отчисления во внебюджетные фонды 30 %</i>
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
<i>1. Анализ конкурентных технических решений (НИ)</i>	<i>Расчет конкурентоспособности SWOT-анализ</i>
<i>2. Нормы расходов ресурсов</i>	<i>Норма амортизированных отчислений на специальное оборудование.</i>
<i>3. Составление бюджета инженерного проекта (НИ)</i>	<i>Расчет бюджетной стоимости НИ</i>
<i>4. Оценка ресурсной, финансовой, бюджетной эффективности (НИ)</i>	<i>Интегральный показатель ресурсоэффективности. Интегральный показатель эффективности.</i>
Перечень графического материала	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Оценка конкурентоспособности ИП 2. Матрица SWOT 3. Диаграмма Ганта 4. Бюджет НИ 5. Основные показатели эффективности НИ 	

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	16.12.2019
--	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН	Кащук И.В	к.т.н., доцент		16.12.2019

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4А6Б	Колесников Павел Сергеевич		16.12.2019

13. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

Введение

Задача данного раздела – оценить перспективность развития и планировать финансовую и коммерческую ценность конечного продукта, представленного в рамках исследовательской программы.

В данном разделе приводятся организация и планирование работ по составлению технологического процесса изготовления детали «корпус насоса – дозатора», оценка затрат на возможную реализацию технологического процесса. Так же необходимо провести коммерческий анализ технологии.

Коммерческая ценность определяется насколько быстро разработчик сможет ответить на следующие вопросы: какова будет цена продукта; будет ли продукт востребован на рынке; каков бюджет стоимости изготовления;

Так же коммерческая ценность определяется наличием более высоких технических характеристик над конкурентными разработками.

Достижение цели обеспечивается решением задач:

- Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований;
- Определение возможных альтернатив проведения научных исследований, отвечающих современным требованиям в области ресурсоэффективности и ресурсосбережения;
- Планирование научно – исследовательских работ;
- Определение ресурсной, финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности исследования.

Цель данной ВКР – проектирование и создание конкурентной технологии корпуса насоса - дозатора, которая отвечает современным требованиям ресурсоэффективности и ресурсосбережения.

13.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

13.1.1 Анализ конкурентных технических решений

Анализ конкурентных технических решений помогает внести коррективы в проект, чтобы активнее противостоять конкурентам. Так же позволяет провести оценку сравнительной эффективности научной разработки и определить направления для ее будущего улучшения.

Разумнее проводить данный анализ с помощью оценочной карты, которые представлены в таблице 45. Для сравнения выбран производитель – компания «Металлообработка», г. Томск.

Таблица 45 – Оценочная карта сравнения конкурентных разработок

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы		Конкурентоспособность	
		Б _ф	Б _к	К _ф	К _к
1	2	3	4	5	6
Технические критерии оценки ресурсоэффективности					
1. Производительность	0,12	4	3	0,57	0,47
2. Удобство в эксплуатации	0,15	5	4	0,50	0,40
3. Срок службы	0,10	4	5	0,65	0,59
4. Безопасность	0,15	5	4	0,52	0,49
Экономические критерии оценки эффективности					
1. Конкурентоспособность продукта	0,10	4	3	0,21	0,17
2. Уровень проникновения на рынок	0,05	3	3	0,19	0,22
3. Цена	0,13	2	3	0,41	0,32
4. Предполагаемый срок эксплуатации	0,09	5	4	0,37	0,21
5. Финансирование научной разработки	0,08	3	3	0,24	0,16
6. Срок выхода на рынок	0,03	3	4	0,17	0,14
Итого:	1	38	36	3,83	3,17

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum B_i \cdot B_i$$

Где B_i - вес показателя (в долях единицы); B_i - балл i -го показателя.

Данный анализ конкурентных технических решений помог выяснить, что исследование является перспективным и актуальным, так же имеет конкурентоспособность.

13.1.2 SWOT – анализ

Для исследования внешней и внутренней среды проекта, в этой работе проведен SWOT-анализ, таблица 46, с помощью которого можно оценить сильные и слабые стороны, а так же все возможности и угрозы.

Таблица 46 – Матрица SWOT – анализа

Сильные стороны проекта: С1. Высокое качество; С2. Большинство конструкторских размеров выдерживаются непосредственно; С3. Безопасность; С4. Функциональные возможности разработки	Слабые стороны проекта: Сл1. Наличие малопроизводительных методов обработки; Сл2. Длительность разработки; Сл3. Необходимость специального приспособления; Сл4. Узкая направленность изделия.	Возможности: В1. Низкий уровень конкуренции; В2. Появление дополнительного спроса на новый продукт; В3. Совершенствование технологии; В4. Экспорт разработки.	Угрозы: У1. Отсутствие спроса на продукт; У2. Появление новых технологий У3. Прекращение финансирования
---	--	--	---

На следующем этапе строятся интерактивные матрицы возможностей и угроз, позволяющие оценить эффективность проекта, а также надежность его реализации.

Таблица 47 – Интерактивная матрица проекта «Возможности проекта и сильные стороны»

Сильные стороны проекта					
		C1	C2	C3	C4
Возможности проекта	B1	-	-	-	-
	B2	+	+	+	+
	B3	+	+	+	+

	B4	+	+	-	-
--	----	---	---	---	---

Таблица 48 – Интерактивная матрица проекта «Возможности проекта и слабые стороны»

Слабые стороны проекта					
Возможности проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4
	B1	-	-	-	-
	B2	-	-	+	+
	B3	+	+	+	+
	B4	-	-	+	-

Таблица 49 – Интерактивная матрица проекта «Угрозы проекта и сильные стороны»

Сильные стороны проекта					
Угрозы проекта		C1	C2	C3	C4
	У1	-	-	-	+
	У2	-	-	-	+
	У3	-	+	-	-

Таблица 50 – Интерактивная матрица проекта «Угрозы проекта и слабые стороны»

Слабые стороны проекта					
Угрозы проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4
	У1	-	+	-	+
	У2	-	+	-	+
	У3	+	+	-	+

Результаты анализа представлены в итоговую таблицу 51.

Таблица 51 – Итоговая таблица SWOT-анализа

	<p>Сильные стороны проекта: С1. Высокое качество; С2. Большинство конструкторских размеров выдерживается непосредственно; С3. Безопасность; С4. Функциональные возможности разработки; С5. Невысокие требования точности.</p>	<p>Слабые стороны проекта: Сл1. Наличие малопроизводительных методов обработки; Сл2. Длительность разработки; Сл3. Наличие резьбы, как внешней, так и внутренней; Сл4. Необходимость специального приспособления; Сл5. Узкая направленность изделия.</p>
<p>Возможности: В1. Низкий уровень конкуренции; В2. Появление дополнительного спроса на новый продукт; В3. Совершенствование технологии; В4. Экспорт разработки.</p>	<ul style="list-style-type: none"> – В1; – В2С1С2С3С4; – В3С1С2С3С4; – В4С1С2. 	<ul style="list-style-type: none"> – В1; – В2С3Сл4; – В3Сл1Сл2Сл3Сл4; – В4.
<p>Угрозы: У1. Отсутствие спроса на продукт; У2. Появление новых технологий; У3. Прекращение финансирования.</p>	<ul style="list-style-type: none"> – У1С4; – У2С4; – У3С2. 	<ul style="list-style-type: none"> – У1Сл2Сл4; – У2Сл2Сл4; – У3Сл2Сл4.

В результате SWOT-анализа показано, что на преимущества разрабатываемой технологии преобладают над ее недостатками. Данные недостатки, которые на данный момент на практике не устранены, но в теории уже есть возможности для их устранения. Результаты анализа учтены в дальнейшей научно-исследовательской разработке.

13.2 Планирование научно-исследовательских работ

13.2.1 Структура работ в рамках научного исследования

Планирование работ по разработке технологии изготовления детали корпус насоса - дозатора. Для этого выделим основные этапы работ и исполнителей этих работ.

Таблица 52 – Перечень этапов, работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ работы	Содержание работы	Должность исполнителя
Разработка ТЗ	1	Составление и утверждение ТЗ	Руководитель НИ
Выбор направления исследования	2	Ознакомление с литературой	Инженер
	3	Консультирование по возникшим вопросам	Руководитель
Технологическая часть	4	Анализ технологичности конструкции	Инженер
	5	Предварительное определение типа производства	Инженер
	6	Выбор заготовки	Руководитель, инженер
	7	Разработка технологического маршрута изготовления детали	Инженер
	8	Размерный анализ и составления графа	Инженер
	9	Назначение допусков	Инженер
	10	Расчёт припусков	Инженер
	11	Размерный анализ	Инженер
	12	Уточнение оборудования, оснастки, инструмента	Руководитель, инженер
	13	Выбор режимов резания	Инженер
	14	Расчёт норм времени	Инженер
Конструкторская часть	15	Ознакомление с необходимой литературой	Инженер
	16	Проектирование приспособления	Инженер
	17	Расчёты	Инженер
Обобщение и оценка результатов	18	Оформление документации в виде операционных карт, пояснительной записки и приложений	Инженер

	19	Оценка эффективности полученных результатов	Руководитель, инженер
--	----	---	-----------------------

13.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ и разработка графика проведения

Трудовые затраты в большинстве случаев образуют основную часть стоимости разработки, поэтому важным моментом является определение трудоемкости работ каждого из участников научного исследования.

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

$$t_{ожi} = \frac{3t_{min i} + 2t_{max i}}{5}$$

где $t_{ожi}$ - ожидаемая трудоемкость выполнения i – ой работы, чел. – дни; $t_{min i}$ - минимально возможная трудоемкость выполнения заданной i – ой работы, чел. – дни; $t_{max i}$ - максимально возможная трудоемкость выполнения заданной i – ой работы, чел.-дни.

Определяем продолжительность каждой работы, в рабочих днях, зная $t_{ожi}$.

Данный расчет позволяет определить величину заработной платы.

$$T_{pi} = \frac{t_{ожi}}{Ч_i},$$

где T_{pi} - продолжительность одной работы, рабочие дни;

$t_{ожi}$ - ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел. – дни;

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

Для перевода длительности каждого этапа из рабочих в календарные дни, необходимо воспользоваться формулой:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{кал},$$

где T_{ki} - продолжительность выполнения i –й работы в календарных днях; T_{pi} - продолжительность выполнения i – й работы в рабочих днях; $k_{\text{кал}}$ - календарный коэффициент.

Календарный коэффициент определяется по формуле:

$$k_{\text{кал.инж}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}} = \frac{366}{366 - 104 - 14} = 1,48$$

где $T_{\text{кал}}$ - общее количество календарных дней в году; $T_{\text{вых}}$ - общее количество выходных дней в году; $T_{\text{пр}}$ - общее количество праздничных дней в году.

Расчеты временных показателей проведения научного исследования обобщены в таблице 53.

Таблица 53 – Временные показатели проведения научного исследования

Название работы	t_{mini} , чел.-дн.	t_{maxi} , чел.-дн.	$t_{\text{ож.}i}$, чел.-дн.	$Ч_i$, чел.	T_{pi} , раб.- дн.	T_{ki} , кл.-дн.
1. Составление и утверждение ТЗ	1	4	2,2	2	1,1	2
2. Ознакомление с литературой	3	7	4,6	1	4,6	7
3. Консультирование по возникшим вопросам	1	2	1,4	1	1,4	2
4. Анализ технологичности конструкции	1	3	1,8	1	1,8	3
5. Предварительное определение типа производства	1	2	1,4	1	1,4	2
6. Выбор заготовки	1	2	1,4	2	0,7	1
7. Разработка технологического маршрута изготовления детали	1	5	2,6	1	2,6	4
8. Размерный анализ и составление графа	1	2	1,4	1	1,4	2
9. Назначение допусков	1	2	1,4	1	1,4	2

10. Расчет припусков	2	5	3,2	1	3,2	5
11. Размерный анализ	4	7	5,2	1	5,2	8
12. Уточнение оборудования, оснастки, инструмента	1	3	1,8	2	0,9	1
13. Выбор режимов резания	2	6	3,6	1	3,6	5
14. Расчет норм времени	2	4	2,8	1	2,8	4
15. Ознакомление с необходимой литературой	2	5	3,2	1	3,2	5
16. Проектирование приспособления	1	3	1,8	1	1,8	3
17. Расчеты	5	10	7	1	7	10
18. Оформление документации в виде операционных карт, пояснительной записки и приложений	1	3	1,8	1	1,8	3
19. Оценка эффективности полученных результатов	2	3	2,4	2	1,2	2

На основе таблицы 53 составляем календарный план – график выполнения проекта представленный в виде таблицы 54.

№	Вид работ	Исполнитель	$T_{ки}$, кал. дн.	Месяц												
				Февр.			Март			Апр.			Май			
				1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
1	Составление и утверждение ТЗ	Рук.	2	■												
2	Ознакомление с литературой	Инж.	7	■	■	■										
3	Консультирование по возникшим вопросам	Рук.	2	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
4	Анализ технологичности конструкции	Инж.	3		■	■										

Примечание:  - Инженер,  - Научный руководитель

13.3 Бюджет научно-технического исследования

При планировании бюджета научно – технического исследования учитывались все виды расходов, связанных с его выполнением. В этой работе использовать следующую группировку затрат по следующим статьям:

- Материальные затраты;
- Затраты на специальное оборудование;
- Основная заработная плата исполнителей темы;
- Дополнительная заработная плата исполнителей темы;
- Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
- Накладные расходы

13.3.1 Расчет материальных затрат научно-технического исследования

Материальные затраты – это затраты на приобретение сырья и материалов для создания готовой продукции.

Данная часть включает в себя затраты всех материалов, используемых для изготовления детали «корпус насоса – дозатора» и «крышки корпуса насоса – дозатора». Результаты расчета затрат представлены в таблице 55 ниже.

Таблица 55 – Расчет затрат на материалы

Наименование материалов	Цена за ед., руб.	Кол-во	Сумма, руб.
Круг нержавеющей 12X18Н10Т, 63 мм.	261 руб./кг	2089 кг	545 229
СОЖ	300 руб./л	100	30 000
Бумага для принтера А4 (500 листов)	190 руб./пач.	2	380

Картридж для принтера	1200	1	1200
Сумма			576 809

13.3.2 Расчет амортизации специального оборудования

В данную статью расходов включают все затраты, связанные с приобретением специального оборудования (приборов, контрольно – измерительной аппаратуры, стендов, устройств и механизмов), необходимого для проведения работ по теме. При приобретении спецоборудования необходимо учесть затраты по его доставке и монтажу в размере 15% от его цены. Стоимость оборудования учитывается в калькуляции в виде амортизационных отчислений.

В этой статье приведены расходы на станки, которые используются при изготовлении детали, в реальности данные станки не закупались специально для этого проекта.

Таблица 56 - Стоимость специального оборудования

№	Наименование оборудования	Цена единицы оборудования, тыс. руб	Общая стоимость оборудования, тыс. руб.
1	Станок ЧПУ GoodWay GLS-1500	3500	3500
2	Дисковая фреза CoroMill 331 R331.35C-050A20DM080	19	19
3	СМП для дисковой фрезы CoroMill 331 N331.1A-05 45 08H-ML2030	4	4
4	Державка CoroTurn 107 SCLCR 2020K 12	1,854	1,854
5	СМП для CoroTurn 107 CCMT 12 04 08-MR 2220	9,547	9,547
6	Призматическая державка T-Max	3,715	3,715

	DCLNR 2525M 16		
7	СМП для T-Max CNMG 16 06 08-ММ 2220	9,419	9,419
8	СМП для T-Max CNMG 12 04 04-ХМ 2220	3,753	3,753
9	Шлифовальный круг 25А F46 L6V 35 250x40x76	1,140	2,280
10	СМП для T-Max SNMG 12 04 16-ХМР 2220	2,214	2,214
11	Державка CoroTurn 107 SCLCR 2020К 09	1,854	1,854
12	СМП для CoroTurn 107 CCMT 09 T3 02-MF 1125	3	3
13	Биметаллическое ленточное полотно M42 13x0.65x1735 мм	1,270	6,350
14	Хонинговальная головка Sunnen SNJ- 10	47,2	47,2
15	Брусok хонинговальный АБХ 100x 8x4x2 R20 АС6 200/160	0,669	10,704
16	Расточная оправка А32Т-SSKCR 12	21,424	21,424
17	СМП для расточной оправки SCMT 12 04 12-MR 2220	5,583	5,583
18	Державка CP-30AR-2020-11	3	3
19	СМП CP-A1104-L5 2025	2,8	2,8
20	Твердосплавное сверло CoroDrill 860.1-1000-029A0-GM X1BM	11,750	11,750
21	Твердосплавное сверло 860.1-0600- 016A0-GM X1BM	13,547	13,547
22	Головка для растачивания TR-SL- D13UCR-25	7	7
23	СМП для расточной головки TR- DC1308-F 2220	3,2	3,2
24	Антивибрационный переходник 570- 3С 25 330	70	70

25	СМП для расточной головки TR-DC1312-M 2025	7	7
26	Сверло с СМП 880-D3800L40-03	23,513	23,513
27	СМП для сверла 880-07 04 06H-C-LM 1144	4,4	4,4
28	СМП для сверла 880-07 04 W10H-P-MS 2044	6,212	6,212
29	Сверло со сменной головкой 870-2100-21LX1-10	10	10
30	Сменная головка для сверла 870-2100-21-MM 2334	1,5	15
31	Цековка <u>M12 20/13 мм</u>	3,550	3,550
32	Цековка <u>M8 15/8,4 мм</u>	2,682	2,682
Итого, тыс. руб.			3835,551

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

Расчет амортизации проводится следующим образом:

Норма амортизации рассчитывается по формуле:

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

где n – срок полезного использования в количестве лет.

Амортизация оборудования рассчитывается по формуле:

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

где И – итоговая сумма, тыс. руб.; m – время использования, мес.

Норму амортизации рассчитываем в общем виде по формуле:

$$A = \frac{И}{n \cdot 12} \cdot m$$

$$A = \frac{3\,835\,551}{10 \cdot 12} \cdot 2 = 63\,925,85 \text{ руб.}$$

13.3.3 Основная и дополнительная заработная плата исполнителей темы

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

Основная заработная плата одного работника рассчитывается по формуле:

$$З_{\text{осн}} = З_{\text{дн}} \cdot T_p,$$

где $З_{\text{дн}}$ - среднедневная заработная плата, руб.; T_p - продолжительность работ, выполняемых работником, раб. дн.

Должностной оклад работника за месяц:

$$З_{\text{м}} = З_{\text{мс}} \cdot (1 + k_{\text{пр}} + k_{\text{д}}) \cdot k_p = 26300 \cdot (1 + 0,3 + 0,2) \cdot 1,3 = 51285 \text{ руб.},$$

где $З_{\text{мс}}$ - заработная плата, согласно тарифной ставке, руб.; $k_{\text{пр}}$ - премиальный коэффициент, равен 0,3; $k_{\text{д}}$ - коэффициент доплат и надбавок, равен 0,2; k_p - районный коэффициент, равен 1,3 (для г. Томска).

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

Для шестидневной рабочей недели (рабочая неделя руководителя):

$$З_{\text{дн}} = \frac{З_{\text{м}} \cdot M}{F_{\text{д}}} = \frac{51285 \cdot 10,3}{365 - 93 - 43} = 2306 \text{ руб.},$$

где Z_m - месячный должностной оклад работника, руб.; F_d - действительный годовой фонд рабочего времени научно – технического персонала, раб. дней; M - количество месяцев работы без отпуска в течении года:

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

$$Z_{осн} = Z_{дн} \cdot T_p = 2306 \cdot 43 = 99158 \text{ руб.},$$

Дополнительная заработная плата определяется по формуле:

$$Z_{доп} = k_{доп} \cdot Z_{осн} = 0,15 \cdot 99158 = 14873,7 \text{ руб.},$$

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

Для пятидневной рабочей недели (рабочая неделя инженера):

$$Z_m = Z_{мс} \cdot (1 + k_{пр} + k_d) \cdot k_p = 1700 \cdot (1 + 0,3 + 0,2) \cdot 1,3 = 33150 \text{ руб.};$$

$$Z_{дн} = \frac{Z_m \cdot M}{F_d} = \frac{33150 \cdot 11,2}{365 - 93 - 63} = 1776 \text{ руб.};$$

$$Z_{осн} = Z_{дн} \cdot T_p = 1776 \cdot 63 = 111888 \text{ руб.};$$

$$Z_{доп} = k_{доп} \cdot Z_{осн} = 0,15 \cdot 111888 = 16783,2 \text{ руб.}.$$

Результаты расчета заработной платы представлены в таблице 57.

Таблица 57 – Расчет заработной платы

Исполнитель проекта	$Z_{мс}$, руб.	$k_{пр}$	k_d	k_p	Z_m руб.	$Z_{дн}$ руб.	T_p дн.	$Z_{осн}$ руб.	$k_{доп}$	$Z_{доп}$ руб.	Итого, руб.
Руководитель	26300	0,3	0,2	1,3	51285	2306	43	99158	0,15	14873	114031

Инженер	17000			33150	1776	63	111888		16783	128671
Всего:										242702

13.3.4 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

Отчисления во внебюджетные фонды определяется по формуле:

– для руководителя:

$$З_{внеб} = k_{внеб}(З_{осн} + З_{доп}) = 0,3 \cdot (99158 + 14873) = 34209 \text{ руб.}$$

– для инженера:

$$З_{внеб} = k_{внеб}(З_{осн} + З_{доп}) = 0,3 \cdot (111888 + 16783) = 38601 \text{ руб.}$$

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

13.3.5 Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не попавшие в предыдущие статьи расходов: печать и копирование материалов исследования, оплата услуг связи, электроэнергии, почтовые расходы и т.д.

Величина накладных расходов определяется по формуле:

$$З_{накл} = (\text{сумма статей } 1 \div 7) \cdot k_{пр},$$

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

13.3.6 Бюджетная стоимость

На основании полученных данных по отдельным статьям затрат составляется бюджет НИ «Разработка технологии изготовления корпуса насоса-дозатора» по таблице 58.

Таблица 58 – Группировка затрат по статьям

Материальные затраты	Амортизация	Основная з/п	Дополнительная з/п	Отчисления на соц. нужды	Итого без накладных расходов	Накладные расходы	Стоимость бюджета
576809	63925,85	211046	31656	72810,87	956248,62	152999,78	1 109 248,4

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

Для определения эффективности исследования рассчитан интегральный показатель эффективности научного исследования путем определения интегральных показателей финансовой эффективности и ресурсоэффективности.

Оценка ресурсоэффективности проекта, определяется по формуле:

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

где I_{pi} - интегральный показатель ресурсоэффективности; a_i - весовой коэффициент проекта; b_i - бальная оценка проекта, устанавливаемая опытным путем.

Таблица 59 – Оценка характеристик вариантов НИР

Критерии	Весовой коэффициент параметра	Оценка по 5-ти бальной шкале
1. Соответствие требованиям потребителей	0,30	5
2. Материалоемкость	0,15	3
3. Удобство в эксплуатации	0,10	2
4. Энергосбережение	0,10	4

5. Надежность	0,20	5
6. Длительность разработки	0,15	5
Итого	1	

Расчет интегрального показателя для разрабатываемого проекта:

$$I_{pi} = 0,30 \cdot 5 + 0,15 \cdot 3 + 0,10 \cdot 2 + 0,1 \cdot 4 + 0,20 \cdot 5 + 0,15 \cdot 5 = 4,3$$

По интегральному показателю можно сделать вывод что проект ресурсоэффективен.

Вывод по разделу

Произведено планирование и анализ проекта, построен график, по результатам которого, был установлен приблизительный срок выполнения проекта – 93 дня. Из них инженер работал 63 дня, руководитель 43. Определен бюджет на разработку проекта, он составил - 1 109 248,4 руб.

По результатам ресурсоэффективности, показатель, которого составил 4,3, можно сделать вывод, что проект ресурсоэффективен.

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
4А6Б	Колесников Павел Сергеевич

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

Тема ВКР:

Разработка технологии изготовления корпуса насоса - дозатора	
Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Объектом исследования: является корпус насоса - дозатора. Рабочее место представляет собой помещение, оборудованное для обработки заготовок резанием. Область применения – машиностроение.
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. 	<ul style="list-style-type: none"> - ТК РФ от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. От 27.12.2018), - ГОСТ 22615-77., ГОСТ 22902-78., ГОСТ EN 894-3-2012. Часть 3. Органы управления, - ГОСТ ИСО 14738-2007. (VDT). Часть 2. Требования к производственному заданию. - ГОСТ Р ИСО 9355-1-2009. Часть 1. Взаимодействие с человеком. - ГОСТ Р ИСО 9355-2-2009. Часть 2. Дисплей. - ГОСТ Р ИСО 9355-3-2010. Часть 3. Механизмы управления. - СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03.
2. Производственная безопасность: 2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов 2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия	<ul style="list-style-type: none"> - Отклонение показателей микроклимата - Превышение уровня шума - Отсутствие или недостаток освещения - Наличие в воздухе вредных веществ - Неподвижные режущие, колющие, обдирающие, разрывающие части твердых объектов - Движущиеся твердые, объекты
3. Экологическая безопасность:	<ul style="list-style-type: none"> - Выброс в атмосферу паров СОЖ, пыли, металлической пыли. Выброс отработанной СОЖ и масла в гидросферу. Загрязнение литосферы отходами производства (стружка,

	ветошь и т.д.)
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	- Пожар, взрыв, обрушение зданий, сооружений, аварии на электроэнергетических системах. - наиболее типичная ЧС - пожар

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	16.12.2019
---	------------

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Черемискина Мария Сергеевна	-		16.12.2019

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4А6Б	Колесников Павел Сергеевич		16.12.2019

Введение

В данном разделе рассмотрены организационные и правовые вопросы обеспечения безопасности в производственном цехе, приведены некоторые организационные мероприятия по компоновке рабочей зоны. В дополнение к этому проанализированы возможные чрезвычайные ситуации, которые могут возникнуть при производстве детали «Корпус насоса - дозатора» и предложены мероприятия по их предотвращению и устранению.

При проектировании рабочего места должны быть учтены освещенность, температура, шум, давление, наличие вредных или опасных веществ и другие санитарно - гигиенические требования, к организации рабочих мест.

Также следует обратить внимание на охрану окружающей среды, например, выброс вредных веществ в атмосферу и безотходное производство.

Данный анализ необходим для организации работ по производству вышеупомянутой детали, пользователями разрабатываемого техпроцесса являются предприятия, в планах которых производить деталь, и рабочий персонал цеха, который принимает непосредственное участие в изготовлении.

Работа отвечает современным запросам, так как при ее выполнении используются актуальные нормативные документы, предлагаются современные средства по устранению или предотвращению возможных вредных факторов и чрезвычайных ситуаций.

14. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.

14.1. Специальные правовые нормы трудового законодательства.

Регулирование отношений между работником и работодателем, касающихся оплаты труда, трудового распорядка и проч., осуществляется законодательством РФ, а именно Трудовым кодексом РФ.

Режим рабочего времени должен предусматривать продолжительность рабочей недели (пятидневная с двумя выходными днями, шестидневная с одним выходным днем, рабочая неделя с предоставлением выходных дней по скользящему графику, неполная рабочая неделя).

В Трудовом кодексе РФ предусмотрены следующие компенсации при работе во вредных условиях:

1. Уменьшение количества рабочих часов (36 часов в неделю и меньше).
2. Оплачиваемый отпуск, являющийся дополнительным и предоставляемым каждый год (не меньше 7 календарных дней).
3. Рост оплаты труда (не меньше 4% от оклада).
4. Бесплатное лечение и оздоровление.
5. Льготы для пенсионного обеспечения.

Так же режим рабочего времени регламентируется Трудовым кодексом РФ, посредством установления режима рабочего времени правилами внутреннего трудового распорядка:

1. Режим рабочего времени.
2. Ненормированный рабочий день.
3. Работа в режиме гибкого рабочего времени.
4. Сменная работа.
5. Суммированный учет рабочего времени.
6. Разделение рабочего дня на части.

Для обеспечения правильных и безопасных условий работы за станками с ЧПУ, необходимо руководствоваться, помимо Трудового кодекса РФ, следующими нормативными документами:

1. ГОСТ 22615-77. Система «человек-машина». Выключатели и переключатели типа «Тумблер». Общие эргономические требования.
2. ГОСТ 22902-78 Система «человек-машина». Отсчетные устройства индикаторов визуальных. Общие эргономические требования.
3. ГОСТ EN 894-3-2012. Безопасность машин. Эргономические требования к оформлению индикаторов и органов управления. Часть 3.

Органы управления.

4. ГОСТ Р ИСО 14738-2007. Безопасность машин. Антропометрические требования при проектировании рабочих мест машин. (VDT). Часть 2. Требования к производственному заданию.
5. ГОСТ Р ИСО 9355-1-2009. Эргономические требования к проектированию дисплеев и механизмов управления. Часть 1. Взаимодействие с человеком.
6. ГОСТ Р ИСО 9355-2-2009. Эргономические требования к проектированию дисплеев и механизмов управления. Часть 2. Дисплеи.
7. ГОСТ Р ИСО 9355-3-2010. Эргономические требования к проектированию дисплеев и механизмов управления. Часть 3. Механизмы управления.
8. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03. Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы.

14.2. Организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.

Рабочее место оператора станка с ЧПУ или слесаря, должно удовлетворять общим эргономическим требованиям при работе сидя и стоя.

При организации сидячего рабочего место необходимо учитывать антропометрические показатели работника. Оптимальное положение рабочего достигается регулированием рабочей поверхности или кресла, на котором сидит работник. Высота рабочей поверхности зависит от характера работы, например, при тонких работах, таких как контроль размеров детали, высоту рабочего места следует сделать равной 835-905 мм, ГОСТ 12.2.032-78 ССБТ.

На работе со станками с ЧПУ происходит работа стоя. Основная доля работ будет производиться без наклона оператора, за пультом управления станка. Категория работ разнообразная, поэтому высота рабочей поверхности должна быть 920мм как для тяжелой работы. Также у всех станков должны стоять помосты из дерева шириной 0,6 м. Для обслуживания станков необходим доступ к ним со всех сторон.

Должна быть оборудована вентиляция для проветривания помещения и вывода паров СОЖ и мелкой стружки, взвешенной в воздухе.

15. Профессиональная социальная ответственность

При анализе технологического процесса изготовления корпуса насоса-дозатора выявлены вредные и опасные факторы, которые могут возникнуть при разработке, изготовлении и эксплуатации детали (см. Таблица 60)

Таблица 60 – Возможные опасные и вредные факторы

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Этапы работ			Нормативные документы
	Разработка	Изготовление	Эксплуатация	
1.Отклонение показателей микроклимата	+	+	+	1. СП 52.13330.2016[12] 2. ГОСТ 12.1.007-76 ССБТ. [13] 3. ГОСТ 12.1.029-80 ССБТ. [14]
2.Превышение уровня	-	+	+	4. ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ. [15]

шума				5. ГОСТ 12.3.002-2014. [16]
3.Отсутствие или недостаток освещения	+	+	+	6. ГОСТ 12.2.003-91 ССБТ. [17] 7. СанПиН 2.2.4.548-96 [18]
4.Наличие в воздухе вредных веществ	-	+	-	8. ГОСТ 12.1.038-82 [19]
5.Неподвижные режущие, колющие, обдирающие, разрывающие части твердых объектов	-	+	-	
6. Движущиеся твердые объекты	-	+	+	
7. Протекание электрического тока через организм человека	-	+	+	

15.1. Анализ вредных и опасных факторов

При изготовлении корпуса насоса - дозатора возникают опасные и вредные факторы (см. Таблица 60). Сам по себе корпуса насоса – дозатора не создает вредные и опасные факторы, но так как в процессе эксплуатации он является частью другого механизма используемого в цеху, то корпус насоса – дозатора может нести вредные и опасные факторы. Их анализ приведен ниже.

15.1.01. Микроклиматические условия

Микроклимат в производственных условиях определяется следующими параметрами:

- 1) Температура воздуха;
- 2) Относительная влажность воздуха;

3) Скорость движения воздуха.

Оптимальные и допустимые показатели температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в рабочей зоне производственных помещений должны соответствовать значениям, приведенным в [ГОСТ 12.1.005-88].

Основными причинами отклонений показателей микроклимата от нормы являются станки с ЧПУ. А именно, работающие приводы подач и шпинделя. Также на отклонение параметров микроклимата влияет выделение тепла в процессе резания заготовки.

Для обеспечения оптимальных и допустимых показателей микроклимата в холодный период года применяются средства защиты рабочих мест от остекленных поверхностей оконных проемов, чтобы не было охлаждения, в частности используя жалюзи. В теплый период года предусмотрена защита от попадания прямых солнечных лучей. Также в цеху имеются кондиционеры, для поддержания необходимых условий.

Работы делятся на три категории тяжести на основе общих энергозатрат организма. Сложность работ операторов станков с ЧПУ относится к категории средних. Допустимые значения микроклимата для этого случая приведены в Таблице 61.

Таблица 61

Период года	Категория работы	Температура, °С	Относительная влажность, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	Средняя	19 — 24	15 — 75	≤ 0,1
Теплый	Средняя	20 — 28	15 — 75	≤ 0,1

Одним из основных мероприятий по оптимизации микроклимата и состава воздуха в производственных помещениях являются обеспечение надлежащего воздухообмена и отопления, тепловая изоляция нагретых поверхностей оборудования, воздухопроводов и гидротрубопроводов.

15.1.02. Уровень шума

В процессе изготовления корпуса насоса - дозатора, возникает повышенный уровень шума в результате работы приводов станка и вибраций, возникающих при резании.

Допустимый уровень шума ограничен ГОСТ 12.1.003-83 и СанПиН 2.2.4. Максимальный уровень звука постоянного шума на рабочих местах не должен превышать 80 дБА. В нашем случае этот параметр соответствовал значению 60 дБА.

При значениях выше допустимого уровня необходимо предусмотреть СКЗ и СИЗ.

Средства Коллективной Защиты:

- устранение причин шума или существенное его ослабление в источнике образования;
- изоляция источников шума от окружающей среды средствами звуко и виброизоляции, звуко и вибропоглощения;
- применение средств, снижающих шум и вибрацию на пути их распространения;

Средства Индивидуальной Защиты: применение защитных средств органов слуха: наушники, беруши, антифоны.

15.1.03. Освещенность

Согласно СП 52.13330.2016 освещенность в цехе должна быть не менее 300 Лк. Размеры рабочего цеха составляют 10х16х3,5м. Количество окон: 6, количество люминесцентных ламп 36. Уровень освещенности соответствует норме. Также на станках с ЧПУ предусмотрены лампы освещения.

Для защиты от слепящей яркости видимого излучения применяют защитные очки, щитки, шлемы. Очки не должны ограничивать поле зрения, должны быть легкими, не раздражать кожу, хорошо прилегать к лицу и не покрываться влагой.

15.1.04. Вредные вещества

В процессе изготовления корпуса насоса - дозатора на станках с ЧПУ ведется подача смазочно-охлаждающей жидкости (СОЖ). В составе современных СОЖ содержатся различные ингибиторы коррозии, присадки, эмульгаторы, индустриальные и минеральные масла, бактерицидные препараты. Безусловно, такое разнообразие химических веществ, входящих в состав СОЖ, определяет необходимость постоянного контроля их содержания и условий применения.

Вентиляция производственных помещений предназначена для уменьшения запыленности, задымленности и очистки воздуха от вредных выделений производства, а также для сохранности оборудования. Система вентиляции обеспечивает снижение содержания в воздухе помещения пыли, газов до концентрации, не превышающей ПДК: 6 мг/м^3 .

Проветривание помещения проводят, открывая форточки.

Проветривание помещений в холодный период года допускается не более одного в час, при этом нужно следить, чтобы не было снижения температуры внутри помещения ниже допустимой. Воздухообмен в помещении можно значительно сократить, если улавливать вредные вещества в местах их выделения, не допуская их распространения по помещению. Для этого используют приточно-вытяжную вентиляцию. Кратность воздухообмена не ниже 3.

В целях обеспечения безопасности работников на рабочих местах применяют СИЗ: защитные перчатки, очки, спец. одежда, респираторы.

15.1.05. Движущиеся части твердых веществ

При работе на станках с ЧПУ возникает угроза получения оператором травмы при обдужке рабочей зоны станка при снятии и закреплении заготовки, и при смене инструмента.

В целях обеспечения безопасности работников на рабочих местах применяют СИЗ: защитные перчатки, очки, спец. одежда. А также проводят инструктаж.

15.1.06. Неподвижные режущие, колющие и т.д. части твердых объектов

При изготовлении корпуса насоса - дозатора есть угроза получить порезы от острых кромок, заусенцев, шероховатости деталей и заготовок. В целях обеспечения безопасности работников на рабочих местах применяют СИЗ: защитные перчатки и спец. одежда, инструктаж по ТБ.

16. Экологическая безопасность

При производстве детали «корпус насоса – дозатора» происходит загрязнение гидросферы, атмосферы и литосферы.

Загрязнение атмосферы происходит в результате выбросов в воздух пыли, мелкой крошки металла, и СОЖ. Выбросы отходов производства в воздух регулируются следующими нормативными документами:

- ГН 2.2.5.3532–18. Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны
- ГН 2.2.5.2308–07. Ориентировочно безопасный уровень воздействия (ОБУВ) вредных веществ в воздухе рабочей зоны
- СанПиН 2.1.6.1032-01. Гигиенические требования к обеспечению качества атмосферного воздуха населенных мест
- ГН 2.1.6.3492–17. Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе городских и сельских поселений.
- ГН 2.1.6.2309–07. Ориентировочно безопасный уровень воздействия (ОБУВ) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест.

Методы борьбы с данным видом загрязнения следующие:

- Использование тканевых фильтров
- Использование электрических фильтров
- Использование циклонов
- Использование абсорбера и адсорбера

Загрязнение гидросферы происходит путем выброса отработанной СОЖ и масла. Нормирование происходит следующими нормативными документами:

- ГОСТ 17.1.3.13-86. Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к охране поверхностных вод от загрязнений.
- СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03. Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов (с изменениями на 25 апреля 2014 года.).

Методы предотвращения выбросов отходов в гидросферу следующие:

- Механический метод (фильтрация)
- Термический метод (выпаривание/дистилляция)
- Отделение воды от СОЖ в центрифуге

Загрязнение литосферы происходит за счет выброса отходов механической обработки деталей, а именно стружки. Нормы выбросов регулируются ПНООЛР.

Загрязнение литосферы сокращается путем сортировки отходов производства, использования безотходного производства и переработки отходов, которые не подлежат рециркуляции.

17. Безопасность при ЧС

Возможные чрезвычайные ситуации, которые могут возникнуть при разработке, производстве или эксплуатации корпуса насоса – дозатора:

- Пожар.
- Взрыв.
- Обрушение зданий, сооружений.
- Аварии на электроэнергетических системах.

Обрушение зданий, сооружений – чрезвычайная ситуация, которая может возникнуть по причине, допущенных ошибок при проектировании здания и нарушения правил в процессе строительных работ. А так же вследствие природной или техногенной катастрофы.

Аварии на электроэнергетических системах – аварии на электроэнергетических системах могут привести к долговременным перерывам электроснабжения, может привести к поражению людей электрическим током, нарушением микроклиматических условий в жаркие и холодные времена года,

Наиболее типичная чрезвычайная ситуация, пожар.

В любом рабочем цеху есть склад ГСМ, следовательно, есть опасность возникновения пожара.

В следующих документах приведены основные положения по безопасности при ЧС:

- ГОСТ Р 22.0.01-2016. Безопасность в ЧС. Основные положения.
- ГОСТ Р 22.3.03-94. Безопасность в ЧС. Защита населения. Основные положения.
- Федеральный закон от 21 декабря 1994 г. №68-ФЗ.

В ГОСТ Р 22.0.07-95 приведена классификация поражающих факторов при ЧС.

При возникновении пожара в рабочем цеху работник имеет инструкции по устранению ЧС. При возгорании работник обязан оповестить своего руководителя о возникновении ЧС и, по возможности, локализовать или ликвидировать пожар. В случае, когда это невозможно, работник должен отключить рабочее оборудование и проследовать в пункт сбора, по пути необходимо сообщать всем о возникновении ЧС. В здании, где производилась деталь, имеется план эвакуации при ЧС, проводится инструктаж персонала и, помещения обеспечены порошковыми огнетушителями.

Вывод по разделу

В ходе исследования места производства детали «корпус насоса-дозатора» было выявлено соответствие нормам следующих факторов: микроклимат, уровень шума, освещение, наличие в воздухе вредных веществ, неподвижные режущие, колющие, обдирающие, разрывающие части твердых объектов, движущиеся твердые объекты.

Параметры микроклимата соответствуют нормативным документам и создают комфортные условия в цеху.

18. Заключение

Целью данной выпускной квалификационной работы была разработка технологического процесса изготовления корпуса насоса – дозатора.

В ходе выполнения данной работы были изучены конструктивные особенности данной детали. Проведен ее анализ технологичности, который показал что технологичность данной детали низкая. Предложены решения для улучшения технологичности.

Разработан технологический процесс изготовления детали, который требует специальной технологической оснастки для операции хонингования на вертикально сверлильном станке. Составлена размерная схема технологического процесса, проведен размерный анализ.

Произведен расчет режимов резания в системе CoroPlus ToolGuide от компании Sandvic Coromant, так как для разработанного технологического процесса планируется использовать инструмент данной компании. В ходе расчета режимов резания можно сказать, что данные для расчета, используемые в справочнике технолога машиностроителя требуют обновления для современных материалов режущих инструментов и оборудования. Для обработки резанием выбран ЧПУ станок GoodWay GLS – 1500. Рассчитаны нормы времени.

Произведен анализ промышленной и экологической безопасности производства.

Произведен экономический расчет научно – исследовательской работы.

Разработанный технологический процесс рекомендован в рамках мелкосерийного производства.

19. Список литературы

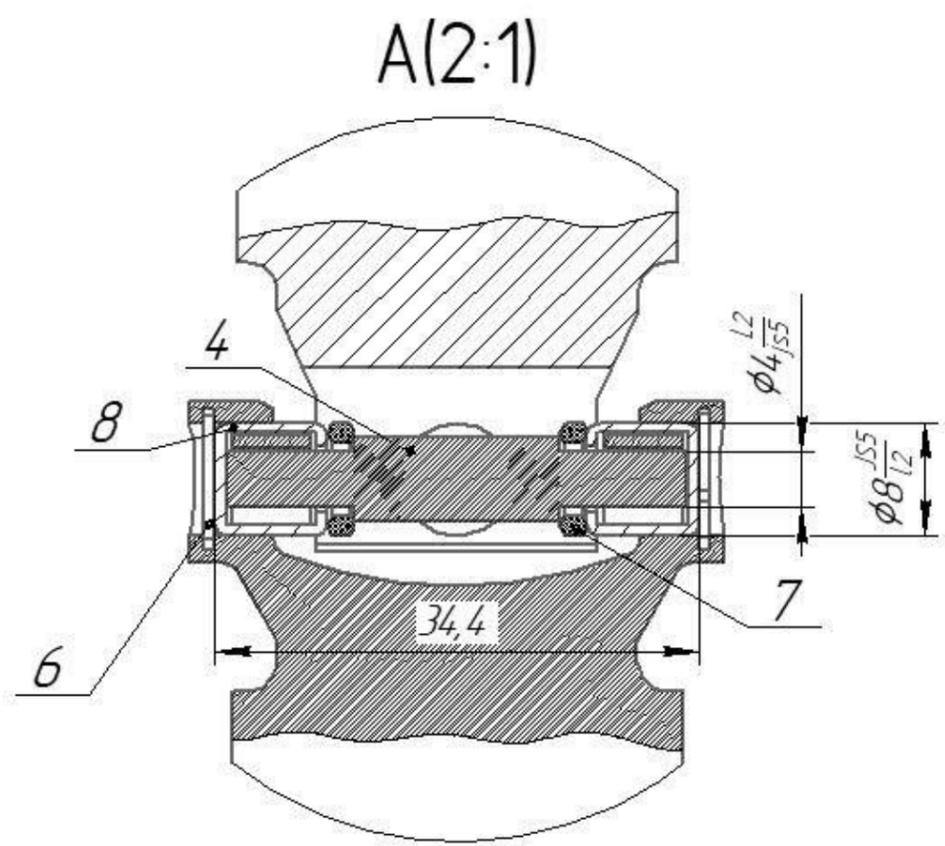
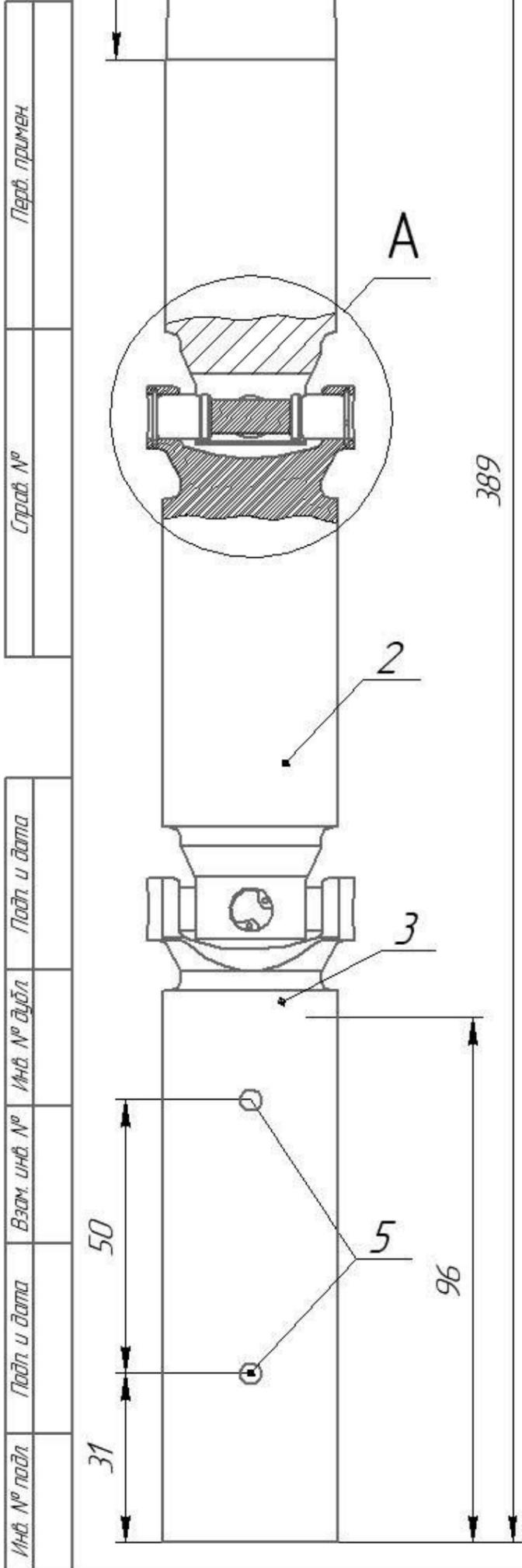
1. Скворцов В.Ф. Основы размерного анализа технологических процессов изготовления детали: Учебное пособие. – Томск: Изд. ТПУ, 2006. – 100 с.
2. Сайт SANDVIK Coromant [Электронный ресурс]. Электрон. дан. – Режим доступа: <https://www.sandvik.coromant.com>.
3. Справочник технолога машиностроителя. В 2-х т. С74 Т.1/Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова – 4-е изд., перераб. и доп. – М.:Машиностроение, 1986 656с., ил.
4. Справочник технолога машиностроителя. В 2-х т. С74 Т.2/Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова – 4-е изд., перераб. и доп. – М.:Машиностроение, 1986 496с., ил.
5. Размерный анализ технологических процессов /В.В. Матвеев, М.М. Тверской, Ф.И. Бойков и др. – М.:Машиностроение, 1982. – 264 с. ил. – (Б-ка технолога)
6. Общемашиностроительные укрупненные нормативы времени на работы, выполняемые на металлорежущих станках, часть 1.
7. Горбачевич А.Ф., Шкред В.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения. Перепечатка с четвертого издания 1983 г. – М.: ООО ИД «Альянс», 2007. – 256 с.
8. Приспособления для металлорежущих станков/ М.А. Ансеров, издание 4-е исправленное и дополненное, – Ленинград, Машиностроение, 1975. – 656 с.
9. Требования к освещению СП 52.13330.2016
10. Естественное и искусственное освещение. Актуализированная редакция СНиП 23–05–95.
11. ГОСТ 12.1.007-76 ССБТ. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности.
12. ГОСТ 12.1.029-80 ССБТ. Средства и методы защиты от шума. Классификация.

13. ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.
14. ГОСТ 12.3.002-2014 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Процессы производственные. Общие требования безопасности
15. ГОСТ 12.2.003-91 ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности
16. СанПиН 2.2.4.548-96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений/
17. ГОСТ Р 22.0.01-2016. Безопасность в ЧС. Основные положения.
18. ГОСТ Р 22.3.03-94. Безопасность в ЧС. Защита населения. Основные положения.
19. ГОСТ Р 22.0.07-95. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Источники техногенных чрезвычайных ситуаций. Классификация и номенклатура поражающих факторов и их параметров.
20. Федеральный закон от 21 декабря 1994 г. № 68-ФЗ. О защите населения и территорий от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера (с изменениями и дополнениями).
21. ГОСТ 12.0.003-2015 ССБТ. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация
22. ГОСТ 25347-82. Основные нормы взаимозаменяемости. ЕСДП Поля допусков и рекомендуемые посадки (с Изменениями N 1)
23. Сайт Центральный металлический портал РФ [Электронный ресурс]. Электрон. дан. – Режим доступа: http://metallicheckiy-portal.ru/marki_metallov/stk/12X18H10T

Приложение А

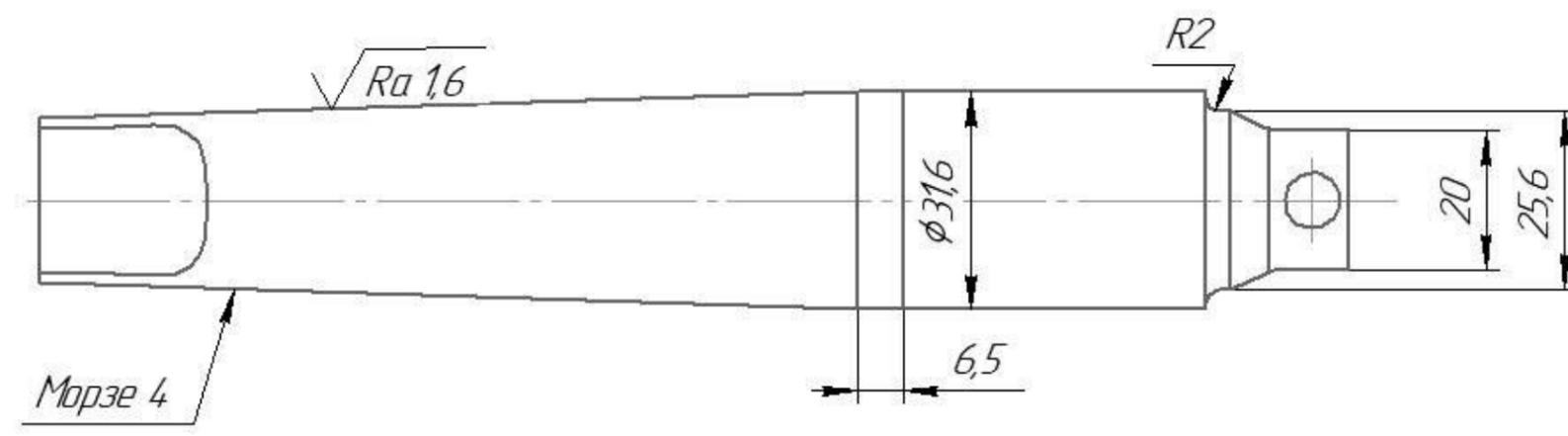
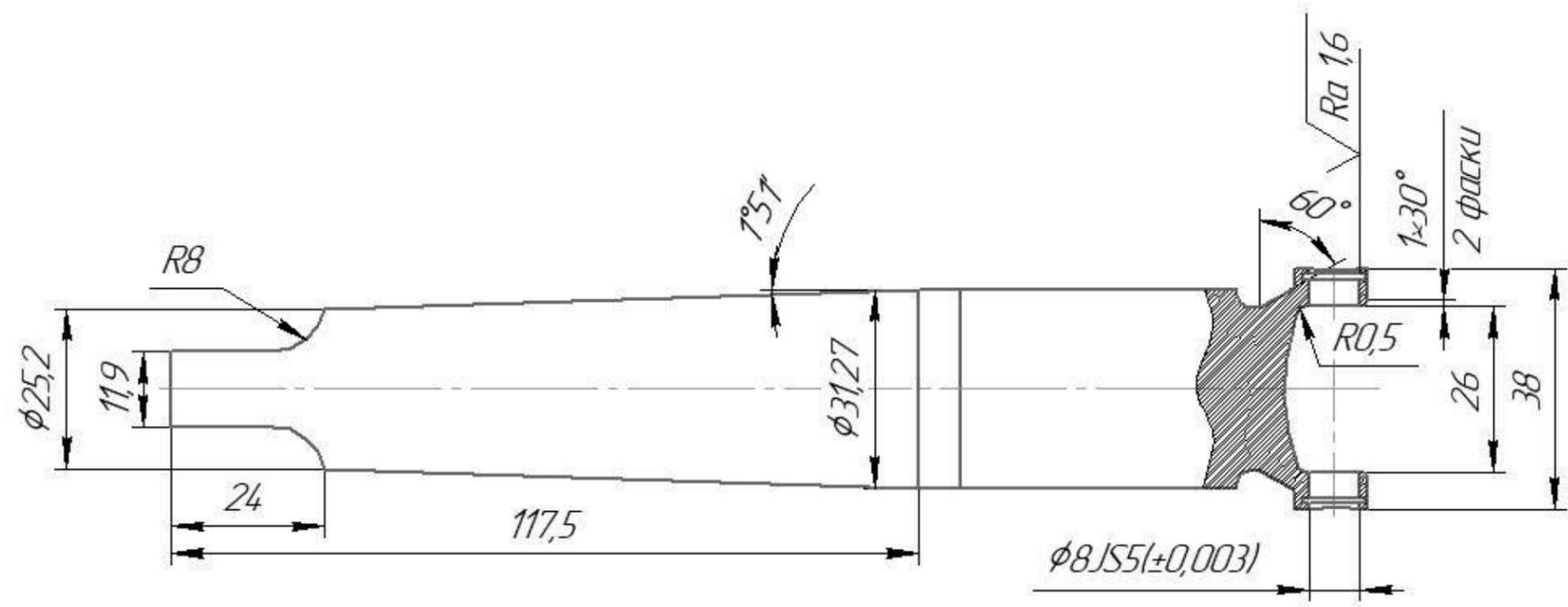
Комплект документации для технологической оснастки

Включает в себя одну спецификацию и шесть чертежей.



1 Общие допуски по ГОСТ 30893.1-Н14, h14, ± $\frac{IT14}{2}$.

				ИШНПТ-8/151333.00.00.00 СБ			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.	Колесников П.С.				У	1,83	1:1
Проб.	Арляпов А.Ю.				Лист	Листов	1
Т.контр.					ТПУ ИШНПТ		
Н.контр.					Группа 4А6Б		
Утв.					Формат А3		



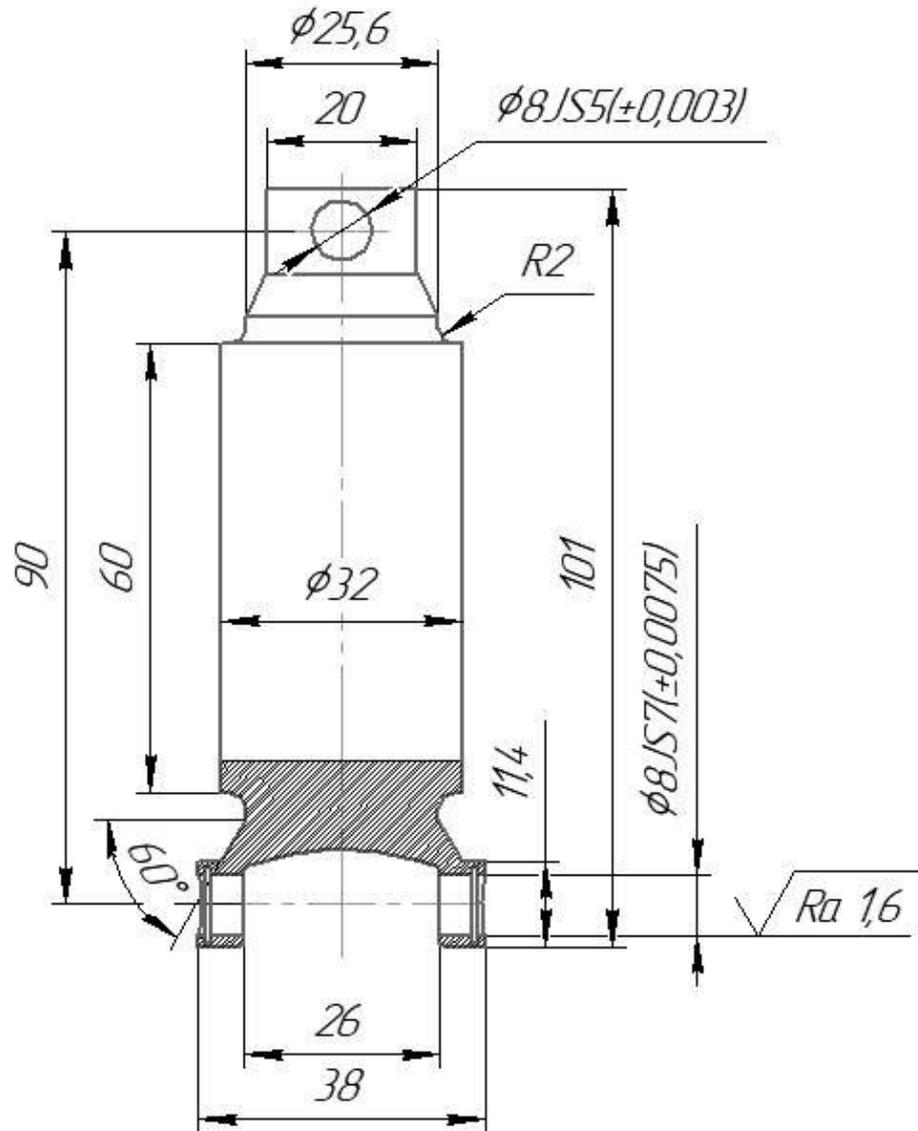
- 1 HRC 45...50
- 2 Отпустить лопку до 40 HRC
- 3 Общие допуски по ГОСТ 30893.1-Н14, h14, $\pm \frac{IT14}{2}$.

Перв. примен.	Справ. №	Подп. и дата	Инд. № докл.	Взам. инд. №	Подп. и дата	Инд. № подл.

				ИШНПТ-8/151333.00.00.01				
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Конус Морзе	Лист	Масса	Масштаб
Разраб.	Колесников П.С.					4	0,34	1:1
Проб.	Арляпов А.Ю.					Лист	Листов	1
Т.контр.								
И.контр.					Сталь 40Х ГОСТ 4543 - 2016	ТПУ ИШНПТ Группа 4А6Б		
Утв.					Копировал	Формат А3		

ИШНПТ-8/151333.00.00.02

$\sqrt{Ra\ 3,2\ (\checkmark)}$



1 HRC 40...44

2 Общие допуски по ГОСТ 30893.1-H14, h14, $\pm \frac{IT14}{2}$.

ИШНПТ-8/151333.00.00.02

Карданный вал

Сталь 40X ГОСТ 4543 - 2016

Лит.	Масса	Масштаб
У	0,48	1:1
Лист	Листов	1

ТПУ ИШНПТ
Группа 4А6Б

Копировал

Формат А4

Перв. примен.

Стр. №

Подп. и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

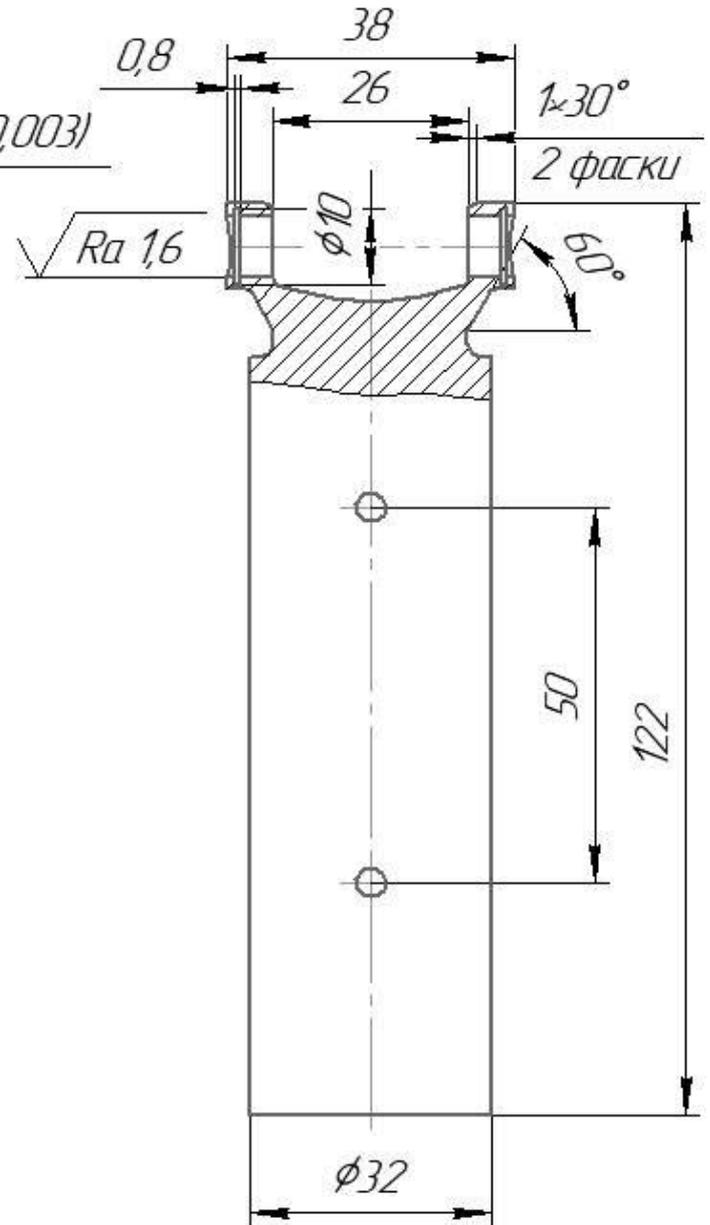
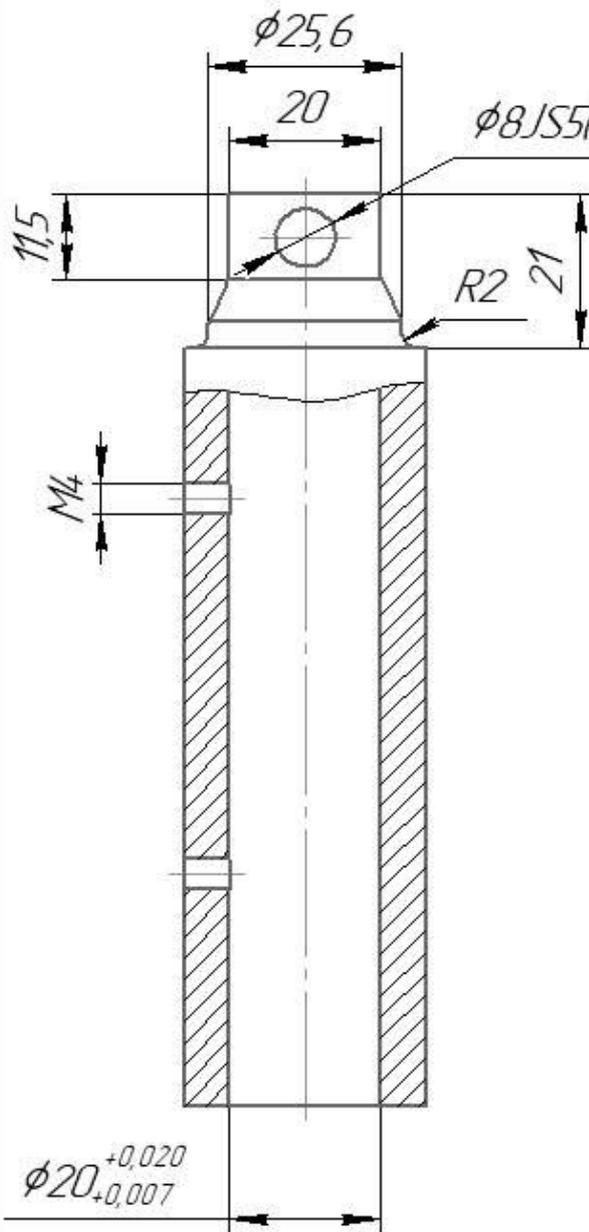
Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Колесников П.С.		
Проб.		Арляпов А.Ю.		
Т.контр.				
Н.контр.				
Утв.				

ИШНПТ-8/151333.00.00.03

$\sqrt{Ra\ 3,2}$ (\checkmark)



1 HRC 44...46

2 Общие допуски по ГОСТ 30893.1 -H14, h14, $\pm \frac{IT14}{2}$.

ИШНПТ-8/151333.00.00.03

Вулка Weldon

Сталь 40X ГОСТ 4543 - 2016

Лит.	Масса	Масштаб
	0,45	1:1
Лист	Листов	1

ТПУ ИШНПТ
Группа 4А6Б

Копировал

Формат А4

Перв. примен.

Справ. №

Подп. и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

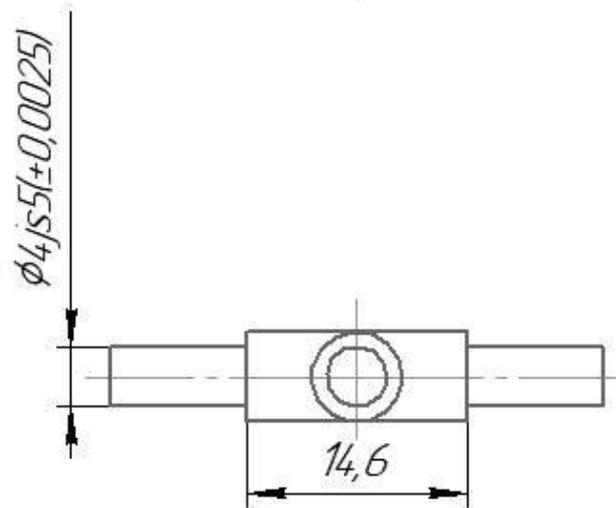
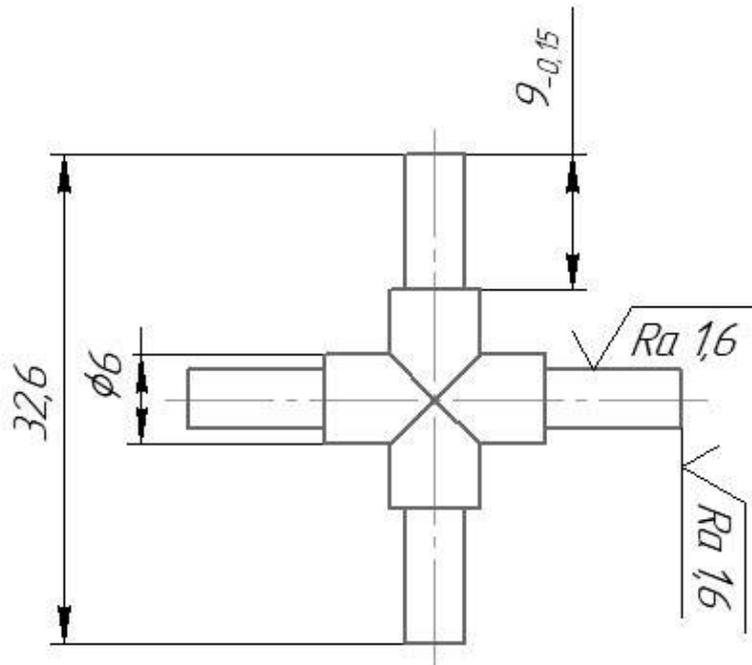
Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Колесников П.С.		
Проб.		Арляпов А.Ю.		
Т.контр.				
Н.контр.				
Утв.				

ИШНПТ-8/151333.00.00.04

$\sqrt{Ra\ 3.2}$ (\checkmark)



1 HRC 45...50

2 Общие допуски по ГОСТ 30893.1 -H14, h14, $\pm \frac{IT14}{2}$.

ИШНПТ-8/151333.00.00.04

Крестовина

Сталь ШХ15 ГОСТ 801-78

Лит.	Масса	Масштаб
У	0,01	2:1
Лист	Листов	1

ТПУ ИШНПТ
Группа 4А6Б

Копировал

Формат А4

Перв. примен.

Стр. №

Подп. и дата

Инв. № дудл

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Колесников П.С.		
Проб.		Арляпов А.Ю.		
Т.контр.				
Н.контр.				
Утв.				

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
<u>Документация</u>						
А3			ИШНПТ-8/151333.00.00.00 СБ	Технологическая оснастка		
<u>Детали</u>						
А3	1		ИШНПТ-8/151333.00.00.01	Конус Морзе	1	
А4	2		ИШНПТ-8/151333.00.00.02	Карданный вал	1	
А4	3		ИШНПТ-8/151333.00.00.03	Вилка Weldon	1	
А4	4		ИШНПТ-8/151333.00.00.04	Крестовина	2	
<u>Стандартные изделия</u>						
	5			Винт с цилиндрической головкой и шестигранным углублением под ключ М4 x 8		
				ГОСТ Р ИСО 4762	2	
	6			Кольцо А8.50 ХГА		
				ГОСТ 13943-86	8	
	7			Кольцо 005-008-19-1-0		
				ГОСТ 9833-73	8	
	8			Подшипник ВК 040808		
				ГОСТ 4060-78	8	
ИШНПТ-8/151333.00.00.00						
Изм. Лист				№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.				Колесников П.С.		
Проб.				Арляпов А.Ю.		
Н.контр.						
Утв.						
Спецификация				технологической оснастки		
				Лит.	Лист	Листов
				У	1	2
				ТПУ ИШНПТ Группа 4А6Б		

Приложение Б

Комплект документации для корпуса – насоса дозатора

Включает в себя одну спецификацию, четыре технологические карты и пять чертежей.

ИШНПТ-8/151333.01.00.00 СБ

Перв. примен.

Справ. №

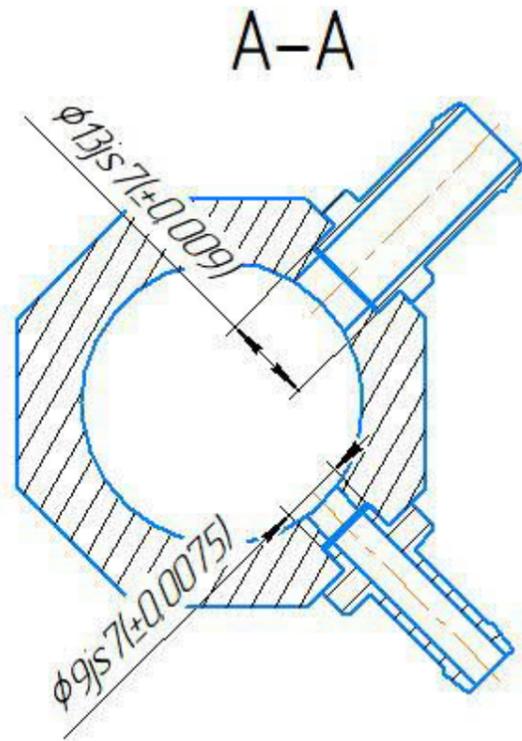
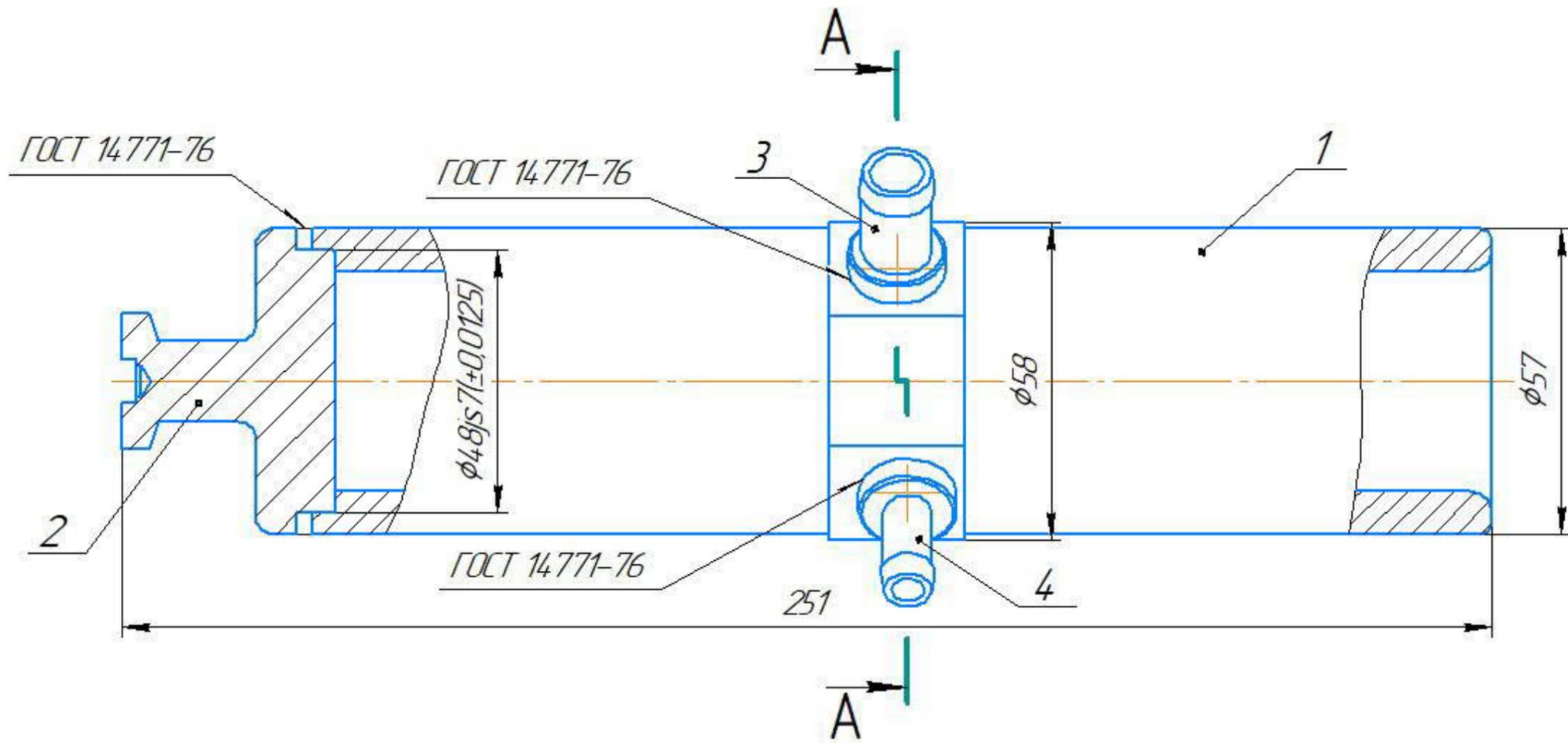
Подп. и дата

Изм. № докл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Изм. № подл.



1 Общие допуски по ГОСТ 30893.1-Н14, h14, ± $\frac{IT14}{2}$.

				ИШНПТ-8/151333.01.00.00 СБ				
Изм.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Сборочный чертеж насоса - дозатора	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.	Колесников П.	7.02.20				У	241	1:1
Проб.	Арляпов А.Ю.					Лист	Листов	1
Т.контр.								
Н.контр.								
Утв.								
12X18H10T ГОСТ 5632-72						ТПУ ИШНПТ Группа 4А6Б		

Копировал

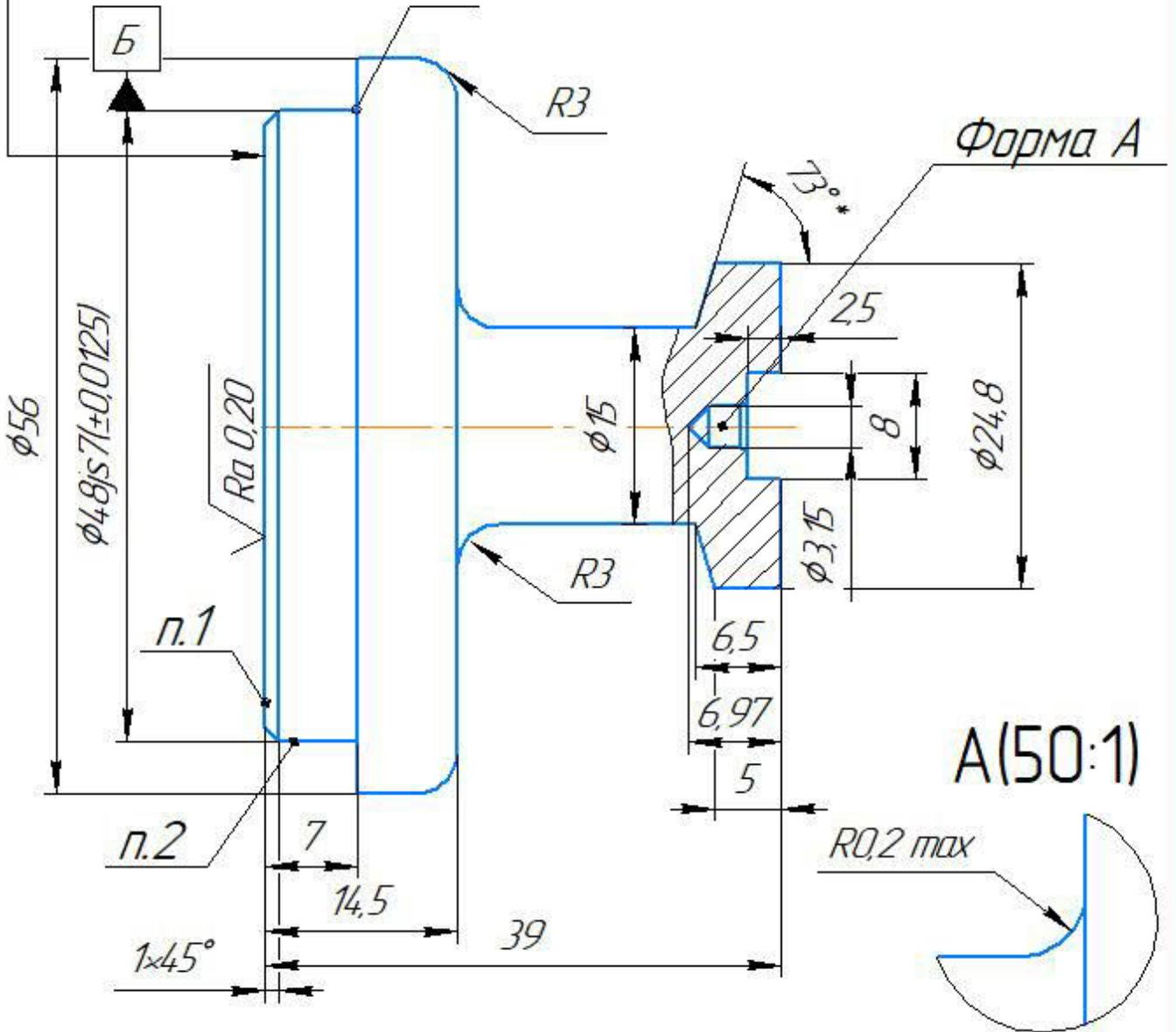
Формат А3

ИШНПТ-8/151333.01.00.02

$\sqrt{Ra\ 2,5}$ ($\sqrt{}$)

$\sqrt{Ra\ 0,20}$

0,02	Б
------	---



А(50:1)

1 Острые кромки на пересечении п.1 и п.2 не притуплять.

2 * Размеры для справок

3 Общие допуски по ГОСТ 30893.1-Н14, h14, $\pm \frac{IT14}{2}$.

ИШНПТ-8/151333.01.00.02

Крышка корпуса
насоса - дозатора

Сталь 12X18H10T ГОСТ 19277-2016

Лит.	Масса	Масштаб
У	0,29	2:1
Лист	Листов	1
ТПУ ИШНПТ		
Группа 4А6Б		

Перв. примен.

Справ. №

Подп. и дата

Инв. № докл.

Взам. инв. №

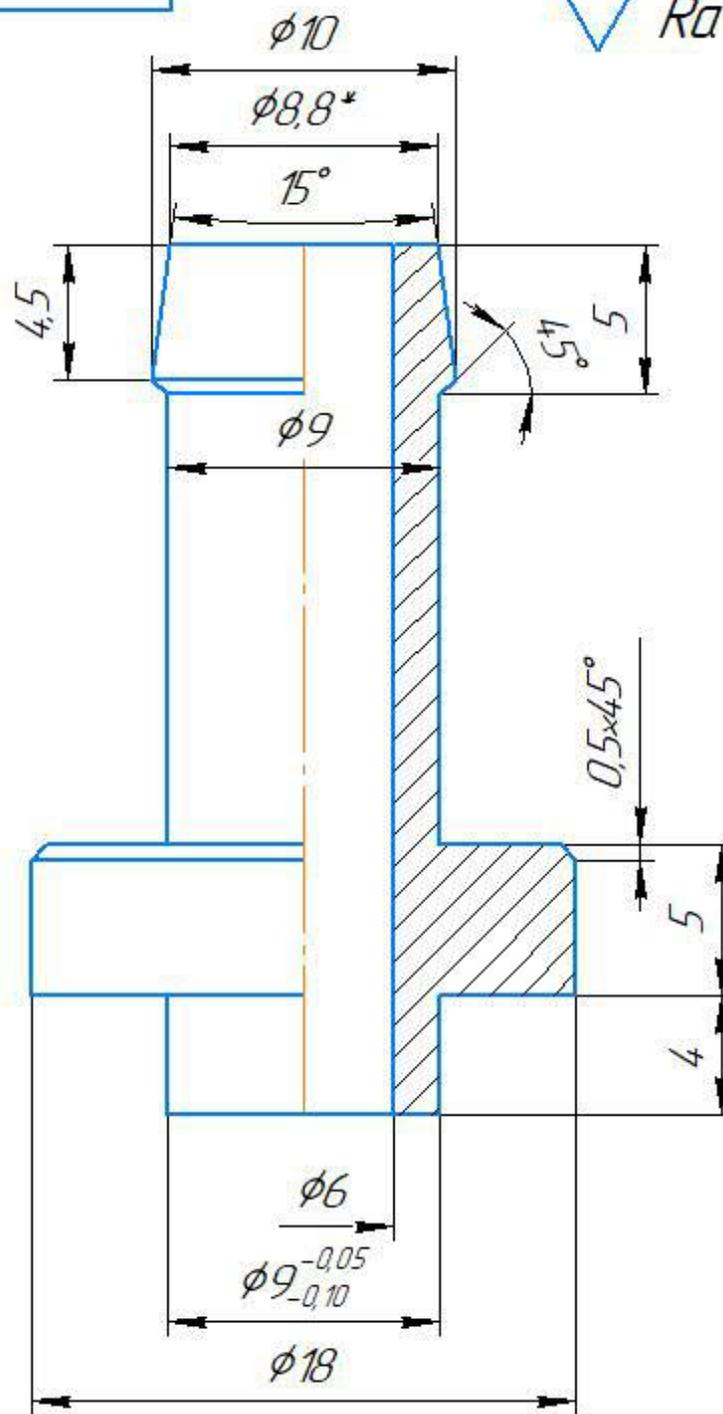
Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Колесников П.		7.02.20
Проб.		Арляпов А.Ю.		
Т.контр.				
Н.контр.				
Утв.				

ИШНПТ-8/151333.0100.04

$\sqrt{Ra\ 2,5\ (\sqrt{1})}$



1 Общие допуски по ГОСТ 30893.1 -H14, h14, $\pm \frac{IT14}{2}$.

ИШНПТ-8/151333.0100.04

Штуцер
маленький

Сталь 12X18H10T ГОСТ 19277-2016

Лит.	Масса	Масштаб
У	0,02	4:1
Лист	Листов	1
ТПУ ИШНПТ		
Группа 4А6Б		

Перв. примен.

Справ. №

Подп. и дата

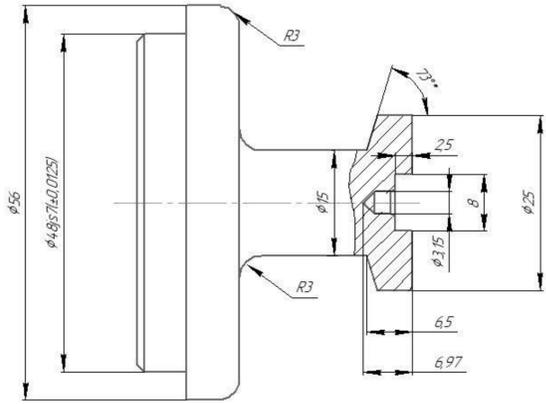
Инв. № вкл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Колесников П.		20.02.20
Проб.		Арляпов А.Ю.		
Т.контр.				
Н.контр.				
Утв.				



Карта технологического процесса

Материал		Код вл. величины	Масса детали, кг	Заготовка			
Наименование, марка				Код и вид	Профиль Размеры	Кол.	Масса, кг
Сталь 12Х18Н10Т ГОСТ 19277-2016			0,29	Прокат круглый	Круглый $\phi 63_{-0,3}^{+0,1}$	2089	1,08

Номер операции	перехода	Наименование операций и содержание переходов	Операционный эскиз	Оборудование	Приспособление	Инструмент		Наличие оснастки: отлад. деталей	Число рабочих ходов	Диаметр или ширина, мм	Длина в направлении подачи, мм	Глубина резания, мм	Режим обработки		Нормы времени					Разряд работы	
						режущий	измерительный						Подача	Частота, об/мин	Т ₀ , мин	Т _{ос}	Т _{п.з}	Т _{шт}	Т _{шт.к}		
0	A	Заготовительная Установить заготовку и закрепить. Отрезать, выдерживая размер 44,3 мм		J-350V					1	63	63		40	30	155	0,7	5	2,475	2,498	2	
1	A	Токарно - фрезерная с ЧПУ Установить заготовку и закрепить. Пофрезевать торец выдерживая размер 42,11 мм.		Токарно-фрезерный станок с ЧПУ GoodWay GLS - 1500			Держалка DSSMР 2020К 12 с ЧПУ ZWMB 12 04 16-МР 2220		1	63	31	2,1	0,2	1103	218	0,14	2,5	2,97	3,1	4	
1	A	Токарно - фрезерная с ЧПУ Черновое точение Точить поверхность выдерживая размеры 6,8±0,06 мм; $\phi 4,856 \pm 0,02$ мм R = 0,2 мм		Токарно-фрезерный станок с ЧПУ GoodWay GLS - 1500			Держалка SCLCR 2020K 09 с ЧПУ SMT 09 T3 02-МР 1025		2	48,56	6,8	3,5	0,5	962	146	0,028	-				4
1	A	Токарно - фрезерная с ЧПУ Чистовое точение Точить поверхность выдерживая размеры 7,14 ^{+0,07} мм; $\phi 4,8 \pm 0,02$ мм R = 0,2 мм		Токарно-фрезерный станок с ЧПУ GoodWay GLS - 1500			Держалка SCLCR 2020K 09 с ЧПУ SMT 09 T3 02-МР 1025		1	48	7	0,28	0,44	1907	287	0,013	-	14			4
1	A	Токарно - фрезерная с ЧПУ Точить фаску выдерживая размер 11 _{-0,07} мм.		Токарно-фрезерный станок с ЧПУ GoodWay GLS - 1500			Держалка SCLCR 2020K 09 с ЧПУ SMT 09 T3 02-МР 1025		1	48	11		0,44	1606	242	0,005	-				4
2	B	Токарная Подфрезевать торец выдерживая размер 32,34±0,325 мм.		Токарно-вытокарный станок №62			Держалка DSSMР 2020К 12 с ЧПУ ZWMB 12 04 16-МР 2220		1	63	31	1,8	0,5	819	162	0,08	2,5	7	2,838	2,849	3
3	B	Плоскошлифовальная Шлифовать торец выдерживая размеры 39,1±0,14 мм.		Плоскошлифовальный 3Г71М			Круже 250x40x16 25А F46 L6V 35 ГОСТ Р 52781-2007		3	63	63	0,075	2	Скорость крута 30-35 м/мин	Скорость заготовки 8 м/мин	13	2,5	26,73	26,75	3	
3	Г	Плоскошлифовальная Шлифовать торец выдерживая размер 39,±0,044 мм.		Плоскошлифовальный 3Г71М			Круже 250x40x16 25А F46 L6V 35 ГОСТ Р 52781-2007		1	63	63	0,015	15	Скорость крута 30-35 м/мин	Скорость заготовки 3 м/мин	6,3	2,5	26,73	26,75	3	
4	Д	Токарно - фрезерная с ЧПУ Сверлить центробочное отверстие выдерживая размеры 25 ^{+0,138} ; $\phi 3,5 \pm 0,015$ мм.		Токарно-фрезерный станок с ЧПУ GoodWay GLS - 1500	Трёхшпиндельный патрон ГОСТ-2675-80		Сверло 2317-0164 ГОСТ 14-952-75		1	3,15	6,97		0,129	800	8	0,07	2,5	14	3,68	3,77	4

Лист 1 из 1
Имя, № докум.
Подп. Дата
Имя, № докум.
Подп. Дата
Имя, № докум.
Подп. Дата

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23					
4	д	Токарно - фрезерная с ЧПУ Черновое точение		Токарно-фрезерный станок с ЧПУ GoodWay GLS - 1500	Трёхшлицевой патрон ГОСТ-2675-80	Державка SCLCR 2020K 09 с ЧПУ LCOM 09 T3 02-MF 1125	Глубиномер ГМ 25-1 ГОСТ 7470-92; Микрометр МК-50-2 ГОСТ 6507-90	1	57	25	3	0,5		838	150	0,06							4				
	2	Точить поверхность выдерживая размеры $7,38^{+0,02}$ мм; $\phi 24, 8 \pm 0,02$ мм; $\phi 56^{+0,04}$ мм и $R=3$ мм.										1	56	25	0,5	0,2		1451	255	0,09							
												5	26	24	3	0,5		838	150	0,3							
								1	24,8	24	0,6	0,144		3247	265	0,05											
4	д	Токарно - фрезерная с ЧПУ Черновое точение		Токарно-фрезерный станок с ЧПУ GoodWay GLS - 1500	Трёхшлицевой патрон ГОСТ-2675-80	Державка SCLCR 2020K 09 с ЧПУ LCOM 09 T3 02-MF 1125	Глубиномер ГМ 25-1 ГОСТ 7470-92; Микрометр МК-50-2 ГОСТ 6507-90		3	15,8	44,34	3	0,3		3624	179	0,123						4				
	3	Точить поверхность выдерживая размеры $7,11^{+0,05}$ мм; $18 \pm 0,028$ мм; $2,11 \pm 0,02$ мм и $R=3$ мм $\phi 15 \pm 0,04$ мм и 73° .										1	15	44,34	0,4	0,144		3900	188	0,08			14				
5	Е	Токарно - фрезерная с ЧПУ Фрезеровать паз выдерживая размеры $29,46^{+0,11}$ мм; $8 \pm 0,18$ мм.		Токарно-фрезерный станок с ЧПУ GoodWay GLS - 1500	Трёхшлицевой патрон ГОСТ-2675-80	Державка SCLCR 2020K 09 с ЧПУ LCOM 09 T3 02-MF 1125	Глубиномер ГМ 25-1 ГОСТ 7470-92; Микрометр МК-50-2 ГОСТ 6507-90		1	8	24,8	25	0,16		389	61,14	0,07					4					
	1																										
6	1	Доводочная Притереть торец		Токарно-фрезерный станок Ж62		Пласти самшитовый Пласти самшитовый АСМ 60/40 НВТ с ГОСТ 25593-83 Пласти самшитовый АСМ 28/20 НВТ с ГОСТ 25593-83		1	4,8	4,8	0,02					30	2,5	8	33,75	33,76	4						

Изм. № 001
Лист № 001
Взам. № 001
Лист № 001
Лист № 001