

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

### БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

<b>Тема работы</b>
<b>Разработка технологии изготовления детали «Опора барабана»</b>
УДК 621.81-2-047.84

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
4А6Б	Токтаров Ельжас Алибекович		05.06.2020

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Бознак А. О.	к.т.н.		05.06.2020

### КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Кашук Ирина Владимировна	к.т.н., доцент.		05.06.2020

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ассистент	Черемискина Мария Сергеевна	-		05.06.2020

### ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
15.03.01 Машиностроение	Ефременков Егор Алексеевич	к.т.н., доцент		

## 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: Инженерная школа новых производственных технологий  
 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	Токтаров Ельжас Алибекович

Тема работы:

Разработка технологии изготовления детали «Опора барабана»	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	№59-67/с от 28.02.2020 г.

Срок сдачи студентом выполненной работы:	04.06.2020 г.
--	---------------

**ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:**

<b>Исходные данные к работе</b> <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,</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– чертеж детали «Опора барабана»;</li> <li>– программа выпуска деталей N=1000шт./год;</li> <li>– материал детали – Дюралюминий Д16Т ГОСТ 4784 – 97;</li> </ul>
--	---

влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).		
<p><b>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</b> (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).</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>– технологический контроль чертежа;</li> <li>– технологичность конструкции;</li> <li>– тип производства;</li> <li>– технологический маршрут;</li> <li>– размерный анализ;</li> <li>– межоперационные размеры;</li> <li>– оборудование, инструменты;</li> <li>– режимы резания;</li> <li>– нормы времени;</li> <li>– проектирование приспособления;</li> <li>– финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение;</li> <li>– социальная ответственность;</li> <li>– заключение по работе.</li> </ul>
<p><b>Перечень графического материала</b> (с точным указанием обязательных чертежей)</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>– чертеж детали;</li> <li>– операционные карты;</li> <li>– Размерный анализ;</li> <li>– сборочный чертеж приспособления.</li> </ul>
<p><b>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</b> (с указанием разделов)</p>		
<b>Раздел</b>	<b>Консультант</b>	
<b>Технологический</b>	Бознак Алексей Олегович	
<b>Конструкторский</b>	Бознак Алексей Олегович	
<b>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</b>	Кащук Ирина Владимировна	
<b>Социальная ответственность</b>	Черемискина Мария Сергеевна	

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

**Задание выдал руководитель:**

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Доцент	Бознак А. О.	к.т.н.		16.12.2019

**Задание принял к исполнению студент:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
4А6Б	Токтаров Ельжас Алибекович		16.12.2019

## **Реферат**

Выпускная квалификационная работа состоит из 4 глав, изложенных на 110 страницах печатного текста, и содержит 34 рисунков, 19 таблиц, 10 чертежей. При написании было использовано 30 источников.

Ключевые слова: разработка технологического процесса, деталь, опора барабана, анализ технологичности, припуск, расчет режимов резания, нормы времени.

Объектом исследования является технология изготовления детали типа «Опора барабана».

Цель работы – Разработка технологического процесса изготовления детали типа «Опора барабана».

В результате исследования был проведен анализ технологичности конструкции детали, спроектирован технологический процесс ее изготовления, определен и рассчитан тип производства, подобраны средства технологического оснащения, инструменты, рассчитаны режимы резания, а также разработано специальное приспособление для сверлильной операций. Представлен путь решения вопроса по экологической безопасности, а также финансовый анализ технологии изготовления опоры барабана.

Степень внедрения: полученные результаты могут применяться в среднесерийном производстве.

Область применения: аппараты для выдачи карт.

## Содержание

Введение .....	8
1. Технологическая часть.....	9
1.1 Техническое задание .....	9
1.2 Анализ технологичности детали .....	10
1.3 Определение типа производства .....	10
1.4 Разработка маршрута изготовления детали .....	13
1.5 Размерный анализ разрабатываемого технологического процесса изготовления детали .....	26
1.6 Допуски на конструкторские размеры.....	32
1.7 Допуски на технологические размеры.....	34
1.8 Проверка обеспечения точности конструкторских размеров .....	36
1.9 Определение минимальных припусков на обработку и технологических размеров.....	39
1.10 Расчет диаметральных технологических размеров .....	40
1.11 Расчет осевых технологических размеров .....	41
1.12 Выбор оборудования для выполнения технологических операции .....	54
1.13 Расчет и назначение режимов обработки на операциях .....	55
1.14 Нормирование технологических операции .....	66
Вывод по разделу.....	76
2. Конструкторская часть.....	77
2.1 Описание гидравлической-кинематической схемы .....	77
2.2 Расчет силы закрепления .....	78
Вывод по разделу.....	81
3. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение .....	83
4. Социальная ответственность.....	98
Заключение.....	108
Список литературы.....	109
ПРИЛОЖЕНИЕ .....	111

## **Введение**

Эффективность производства, его техническое активно прогрессирующее развитие, качество выпускаемой продукции во многом зависит от быстрого темпа развития производства новейшего оборудования, машин, станков и аппаратов, от всемирного введения методов техника–экономического анализа, позволяющего решить технические вопросы и приводит к экономической результативности технологических и конструкторских разработок. Нынешнему машиностроению характерно неизменное усложнение конструкции и увеличение номенклатуры выпускаемых изделий, частая смена объектов производства, сокращение сроков изучения новой продукции. Уровень машиностроения предопределяет качество и количество изделий выпускаемых промышленностью, аэрокосмическим комплексом и другими отраслями, обеспечивающими функционирование нормальной экономики.

Поэтому эффективному развитию машиностроения уделялся интерес во всех странах. Значимое воздействие на современное машиностроение оказало развитие вычислительной техники, гибкие производственные системы, созданные на основе управляющих вычислительных машин, станков с ЧПУ и ПР, стабильно проявив себя в работе вошла в структуру оборудование современных машиностроительных заводов.

Целью данной выпускной квалификационной работы является разработка технологического процесса изготовления детали типа «Опора барабана».

В процессе разработки технологии изготовления опоры были решены следующие задачи:

- технологический контроль чертежа и анализ технологичности конструкции;
- разработка технологического маршрута;
- размерный анализ;
- расчет межоперационных размеров;
- уточнение оборудования и инструмента;
- назначение режимов резания;
- расчет норм времени.

Данная выпускная квалификационная работа может найти применение в условиях среднесерийного производства деталей подобных опоре барабана, а также стать примером для разработки новых технологических процессов. Разработанный технологический процесс обязан удовлетворять запросам экономичности изготовления детали.





## 1.2 Анализ технологичности детали

Деталь – опора барабана из дюралюминия Д16Т ГОСТ 4784-2019. Деталь имеет достаточно не сложную конструкцию на первый взгляд, механическую обработку можно выполнять на станках с ЧПУ и использовать простые инструменты. Деталь имеет совокупность поверхностей, которые могут быть использованы в качестве технологических баз.

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

Существуют какие-либо специальные требования к форме и взаимному расположению геометрических элементов. Особые требования к точности и шероховатости размеров появляется на эти поверхности  $\varnothing 35^{+0,025}$   $R_a=2,0$ , допуск на параллельность относительно базы Г и Д не более 0,03;  $\varnothing 35^{+0,02}$  допуск на параллельность относительно базы Г не более 0,03; и  $\varnothing 35^{+0,02}$  допуск на параллельность относительно базы Г и Д не более 0,03,  $\varnothing 5^{+0,02}$   $R_a=1,6$ .

Предназначена данная деталь для установки на него 2-х валов и 2-х шаговых приводных двигателей.. Используется в банкоматах, в узле аппарата выдачи карты.

Данные о материале детали сведены в таблицы 1.1 и 1.2.

Таблица 1.1 – Химический состав дюралюминия Д16Т по ГОСТ 4784-2019

Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Zn	Ti	Zr	Al
Массовая доля элементов не более, %:									
0,50	0,50	3,8-4,9	0,30-0,9	1,2-1,8	0,10	0,25	0,15	0,05	90,8-94,7

Таблица 1.2 – Механические свойства дюралюминия Д16Т

$\sigma_{вр}$ , МПа	НВ	Термическая обработка		
		Температура закалки	Среда закалки	Естественное старение
440	130	495-505 °С	В холодной воде.	4-5 дней.

## 1.3 Определение типа производства

Тип производства определяется с помощью коэффициента закрепления операций, который определяется с помощью формулы: [2, с.19]

$$K_{з.о.} = \frac{t_e}{T_{cp.}}$$

Где:  $t_e$  – такт выпуска детали, мин.;

$T_{cp.}$  – среднее штучное время операций, мин.

Такт выпуска детали определяем по формуле:

$$t_6 = \frac{60 \cdot F_2}{N_2},$$

Где:  $F_2$  – годовой фонд времени работы оборудования, мин.;

$N_2$  – годовая программа выпуска деталей.

Годовой фонд времени работы оборудования при двусменном режиме работа:

$$F_2 = 4140 \text{ ч.}$$

Тогда:

$$t_6 = \frac{F_2}{N_2} = \frac{4140 \cdot 60}{1000} = 248,4 \text{ мин};$$

Среднее штучно-калькуляционное время на выполнение операции технологического процесса:

$$T_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^n T_{ш.к.i}}{n}$$

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

$n$  – количество основных операций.

$$T_{ш.i} = \varphi_{к.i} \cdot T_{o.i}$$

Где:  $\varphi_{к.i}$  – коэффициент  $i$ -ой основной операции, зависящий от вида станка и типа предполагаемого производства;

$T_{o.i}$  – основное технологическое время  $i$ -ой операции, мин.

Для фрезерных операции (фрезерных с ЧПУ):  $\varphi_{к.1} = 1,84$ .

Основное технологическое время определяем по рекомендациям приложения [2, с.19], где время зависит от длины и диаметра обрабатываемой поверхности, а также от вида обработки.

Значения переменных определяем приближенно по чертежу рисунок 1.1.

Формулы для расчетов берутся из [2, с.146].

**Отрезание:**

$$T_{o.4} = 0,007 \cdot 130 = 0,91 \text{ мин}$$

$$T_{o.0} = 0,00019 \cdot (130 + 120)^2 = 11,875 \text{ мин}$$

$$T_{o.5} = 0,004 \cdot 130 = 0,52 \text{ мин}$$

**Фрезерование:**

$$T_{o.6} = 0,004 \cdot 130 = 0,52 \text{ мин}$$

$$T_{o.1} = 0,004 \cdot 120 = 0,48 \text{ мин}$$

$$T_{o.7} = 0,004 \cdot 49 = 0,196 \text{ мин}$$

$$T_{o.2} = 0,004 \cdot 120 = 0,48 \text{ мин}$$

$$T_{o.8} = 0,004 \cdot 49 = 0,196 \text{ мин}$$

$$T_{o.3} = 0,007 \cdot 130 = 0,91 \text{ мин}$$

$$T_{o.9} = 0,004 \cdot 5 = 0,02 \text{ мин}$$

$$T_{o.10} = 0,004 \cdot 5 = 0,02 \text{ мин}$$

$$T_{o.11} = 0,004 \cdot 15 = 0,06 \text{ мин}$$

$$T_{o.12} = 0,004 \cdot 11,5 = 0,046 \text{ мин}$$

$$T_{o.13} = 0,004 \cdot 15 = 0,06 \text{ мин}$$

**Сверление центровочных отверстий:**

$$T_{o.14} = (0,00052 \cdot 2 \cdot 1) \cdot 9 = 0,00936 \text{ мин}$$

**Сверление:**

$$T_{o.15} = (0,00052 \cdot 12 \cdot 15) = 0,0936 \text{ мин}$$

$$T_{o.16} = (0,00052 \cdot 3 \cdot 8) \cdot 8 = 0,09984 \text{ мин}$$

**Фрезерование:**

$$T_{o.17} = (0,004 \cdot 15) \cdot 8 = 0,48 \text{ мин}$$

$$T_{o.18} = 0,004 \cdot 80 = 0,32 \text{ мин}$$

$$T_{o.19} = 0,004 \cdot 12 = 0,048 \text{ мин}$$

$$T_{o.20} = 0,004 \cdot 13 = 0,052 \text{ мин}$$

$$T_{o.21} = 0,004 \cdot 12 = 0,048 \text{ мин}$$

**Сверление:**

$$T_{o.22} = (0,00052 \cdot 5 \cdot 11) \cdot 4 = 0,1144 \text{ мин}$$

**Шлифование:**

$$T_{o.23} = 0,0025 \cdot 120 \cdot 130 = 39 \text{ мин}$$

Рассчитав основное технологическое время каждой операции переходим к расчету штучно-калькуляционного времени каждой операции:

$$T_{ш.i} = \varphi_{к.i} \cdot T_{o.i}$$

$$T_{ш.0} = 1,5 \cdot 11,875 = 17,81 \text{ мин}$$

$$T_{ш.1} = 1,84 \cdot 0,48 = 0,88 \text{ мин}$$

$$T_{ш.2} = 1,84 \cdot 0,48 = 0,88 \text{ мин}$$

$$T_{ш.3} = 1,84 \cdot 0,91 = 1,67 \text{ мин}$$

$$T_{ш.4} = 1,84 \cdot 0,91 = 1,67 \text{ мин}$$

$$T_{ш.5} = 1,84 \cdot 0,52 = 0,96 \text{ мин}$$

$$T_{ш.6} = 1,84 \cdot 0,52 = 0,96 \text{ мин}$$

$$T_{ш.7} = 1,84 \cdot 0,196 = 0,36 \text{ мин}$$

$$T_{ш.8} = 1,84 \cdot 0,196 = 0,36 \text{ мин}$$

$$T_{ш.9} = 1,84 \cdot 0,02 = 0,04 \text{ мин}$$

$$T_{ш.10} = 1,84 \cdot 0,02 = 0,04 \text{ мин}$$

$$T_{ш.11} = 1,84 \cdot 0,06 = 0,11 \text{ мин}$$

$$T_{ш.12} = 1,84 \cdot 0,046 = 0,08 \text{ мин}$$

$$T_{ш.13} = 1,84 \cdot 0,06 = 0,11 \text{ мин}$$

$$T_{ш.14} = 1,72 \cdot 0,00936 = 0,02 \text{ мин}$$

$$T_{ш.15} = 1,72 \cdot 0,0936 = 0,16 \text{ мин}$$

$$T_{ш.16} = 1,72 \cdot 0,09984 = 0,17 \text{ мин}$$

$$T_{ш.17} = 1,84 \cdot 0,48 = 0,88 \text{ мин}$$

$$T_{ш.18} = 1,84 \cdot 0,32 = 0,6 \text{ мин}$$

$$T_{ш.19} = 1,84 \cdot 0,048 = 0,09 \text{ мин}$$

$$T_{ш.20} = 1,84 \cdot 0,052 = 0,1 \text{ мин}$$

$$T_{ш.21} = 1,84 \cdot 0,048 = 0,09 \text{ мин}$$

$$T_{ш.22} = 1,72 \cdot 0,1144 = 0,20 \text{ мин}$$

$$T_{ш.23} = 2,1 \cdot 39 = 82 \text{ мин}$$

Теперь можно определить среднее штучно-калькуляционное время на выполнение операции технологического процесса:

$$T_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^n T_{ш.к.i}}{n} = \frac{110,24}{5} = 22,048$$

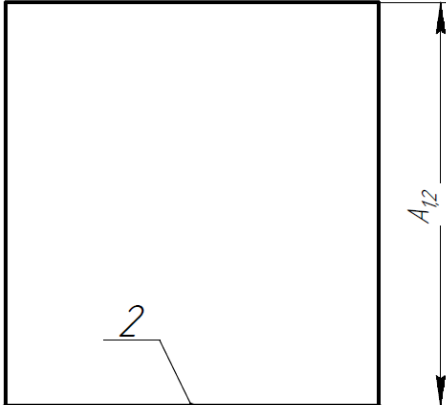
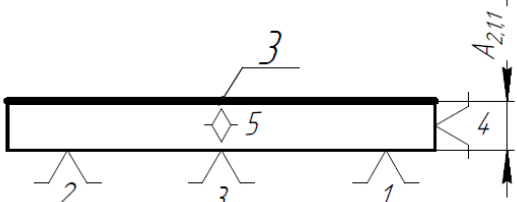
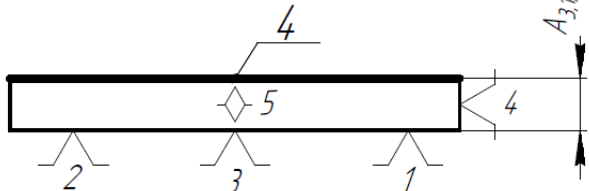
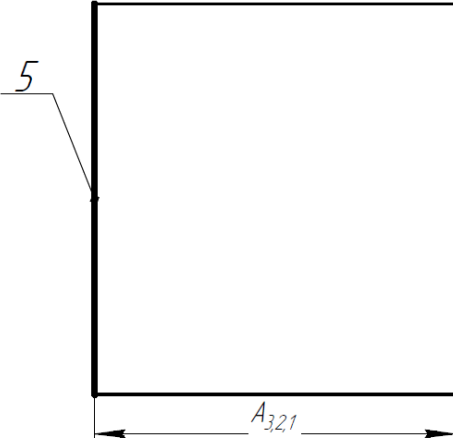
$$K_{з.о.} = \frac{t_6}{T_{cp.}} = \frac{248,4}{22,048} = 11,3$$

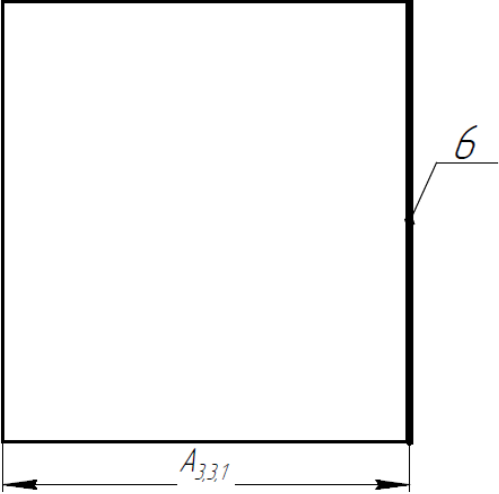
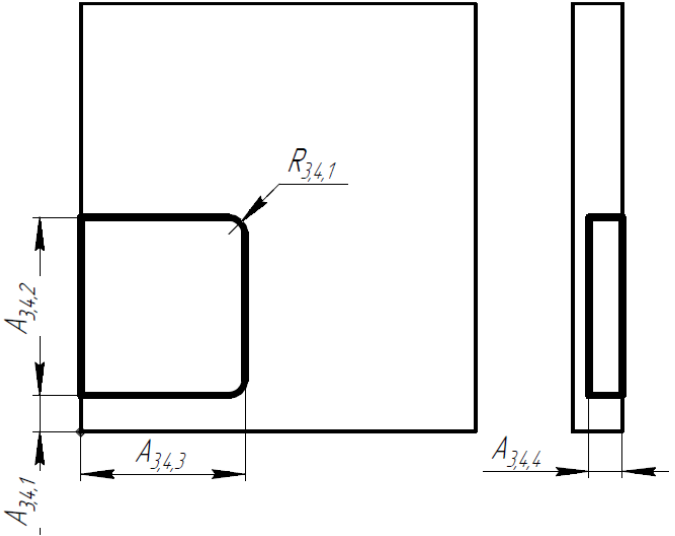
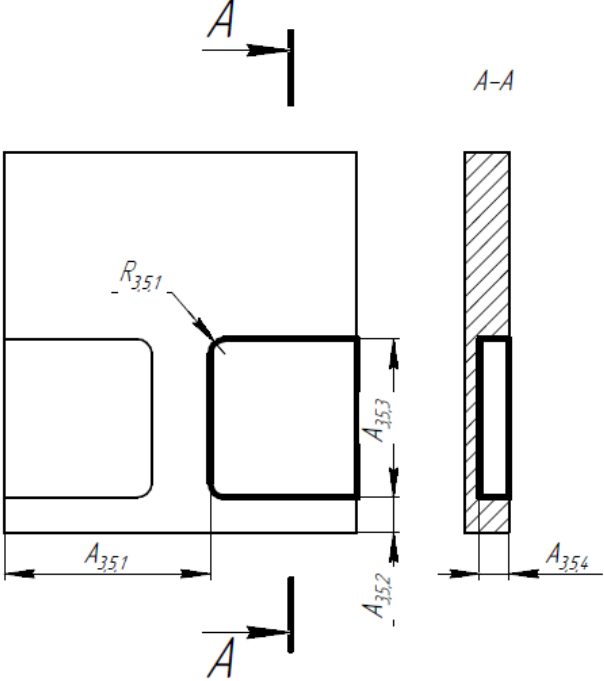
Так как по расчетным данным  $K_{з.о.}$  находится в диапазоне от 10 до 20, то тип производства для изготовления данной детали является – среднесерийный.

#### 1.4 Разработка маршрута изготовления детали

Таблица 1.3 – маршрут изготовления детали «Опора барабана»

Номер		Наименование операций и содержание переходов	Операционный эскиз
Операция	Переходы		
1	2	3	4
0	A 1	<u>Отрезная</u>  Установить и снять заготовку.  Отрезать, выдерживая размеры $A_{0.1}, A_{0.2}$ .	
5	A 1	<u>Фрезерная</u>  Установить и снять заготовку.  Фрезеровать поверхность 1, выдерживая размер $A_{1.1}$ .	

	2	Фрезеровать поверхность 2, выдерживая размер $A_{1.2}$ .	
10	A	<u>Фрезерная</u> Установить и снять заготовку.	
	1	Фрезеровать поверхность 3, выдерживая размер $A_{2.1.1}$ .	
15	A	<u>Фрезерная с ЧПУ</u> Установить и снять заготовку.	
	1	Фрезеровать поверхность 4, выдерживая размер $A_{3.1.1}$ .	
	2	Фрезеровать поверхность 5, выдерживая размер $A_{3.2.1}$ .	

3	<p>Фрезеровать поверхность 6, выдерживая размер <math>A_{3.3.1}</math>.</p>	
4	<p>Фрезеровать карман, выдерживая размеры <math>A_{3.4.1}</math>, <math>A_{3.4.2}</math>, <math>A_{3.4.3}</math>, <math>A_{3.4.4}</math>, <math>R_{3.4.1}</math>.</p>	
5	<p>Фрезеровать карман, выдерживая размеры <math>A_{3.5.1}</math>, <math>A_{3.5.2}</math>, <math>A_{3.5.3}</math>, <math>A_{3.5.4}</math>, <math>R_{3.5.1}</math>.</p>	

6	<p>Фрезеровать отверстие, выдерживая размеры <math>A_{3.6.1}</math>, <math>A_{3.6.2}</math>, <math>D_{3.6.1}</math>.</p>	
7	<p>Фрезеровать отверстие, выдерживая размеры <math>A_{3.7.1}</math>, <math>A_{3.7.2}</math>, <math>D_{3.7.1}</math>.</p>	



8	<p>Фрезеровать отверстие, выдерживая размеры <math>A_{3.8.1}</math>, <math>A_{3.8.2}</math>, <math>D_{3.8.1}</math>.</p>	
9	<p>Фрезеровать отверстие, выдерживая размеры <math>A_{3.9.1}</math>, <math>A_{3.9.2}</math>, <math>A_{3.9.3}</math>, <math>D_{3.9.1}</math>.</p>	

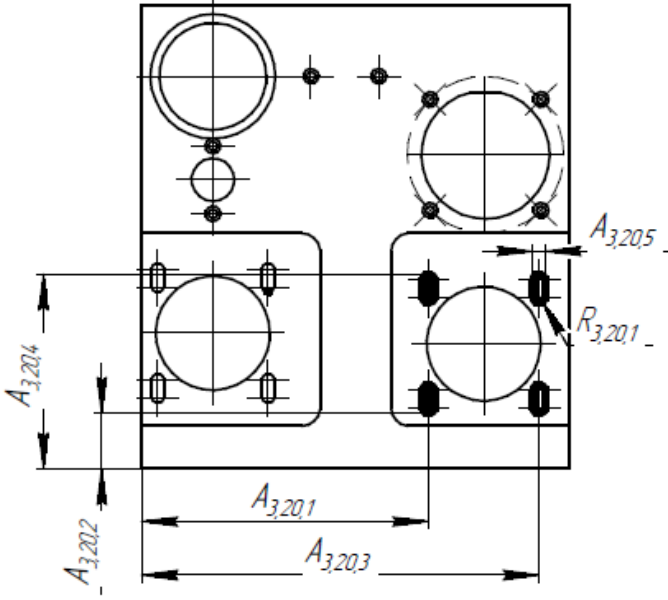
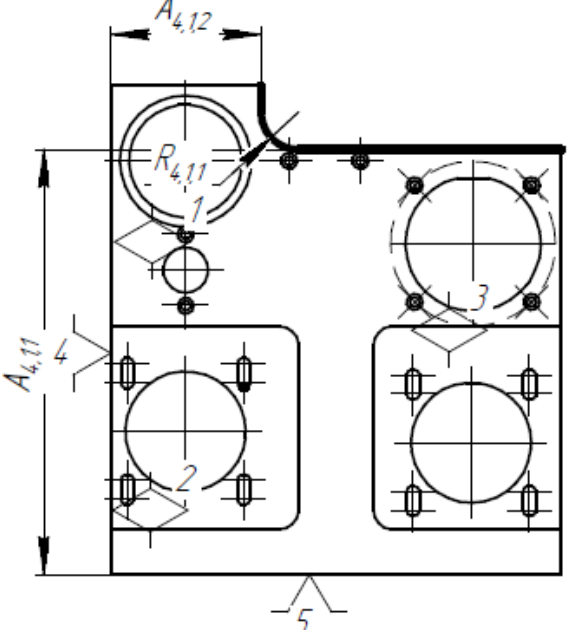
10	<p>Фрезеровать отверстие, выдерживая размеры <math>A_{3.10.1}</math>, <math>A_{3.10.2}</math>, <math>A_{3.10.3}</math>, <math>A_{3.10.4}</math>, <math>D_{3.9.1}</math>, <math>R_{3.10.1}</math>.</p>	
11	<p>Сверлить центровочное отверстие, выдерживая размеры <math>A_{3.11.1}</math>, <math>A_{3.11.2}</math>, <math>A_{3.11.3}</math>, <math>D_{3.11.1}</math>, <math>D_{3.11.2}</math>.</p>	

12	<p>Сверлить центровочные отверстия, выдерживая размеры <math>A_{3.12.1}</math>, <math>A_{3.12.2}</math>, <math>A_{3.12.3}</math>, <math>A_{3.12.4}</math>, <math>D_{3.12.1}</math>, <math>D_{3.12.2}</math>.</p>	
13	<p>Сверлить центровочные отверстия, выдерживая размеры <math>A_{3.13.1}</math>, <math>A_{3.13.2}</math>, <math>A_{3.13.3}</math>, <math>A_{3.13.4}</math>, <math>D_{3.13.1}</math>, <math>D_{3.13.2}</math>.</p>	

14	<p>Сверлить центровочные отверстия, выдерживая размеры <math>A_{3.14.1}</math>, <math>A_{3.14.2}</math>, <math>A_{3.14.3}</math>, <math>D_{3.14.1}</math>, <math>D_{3.14.2}</math>, <math>D_{3.14.3}</math>.</p>	
15	<p>Сверлить отверстие, выдерживая размеры <math>A_{3.15.1}</math>, <math>A_{3.15.2}</math>, <math>D_{3.15.1}</math>.</p>	

16	<p>Сверлить отверстия, выдерживая размеры <math>A_{3.16.1}</math>, <math>A_{3.16.2}</math>, <math>A_{3.16.3}</math>, <math>A_{3.16.4}</math>, <math>A_{3.16.5} \times 60^\circ</math>, <math>D_{3.16.1}</math>.</p>	
17	<p>Сверлить отверстия, выдерживая размеры <math>A_{3.17.1}</math>, <math>A_{3.17.2}</math>, <math>A_{3.17.3}</math>, <math>A_{3.17.4}</math>, <math>A_{3.17.5} \times 60^\circ</math>, <math>D_{3.17.1}</math>.</p>	

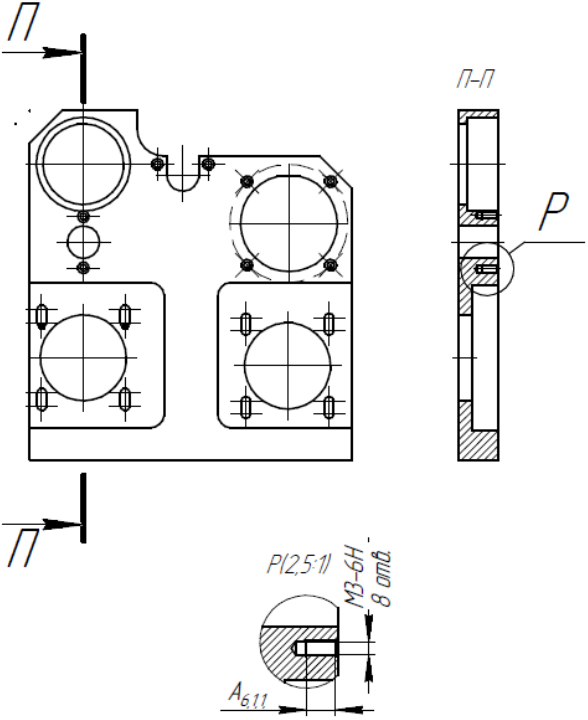
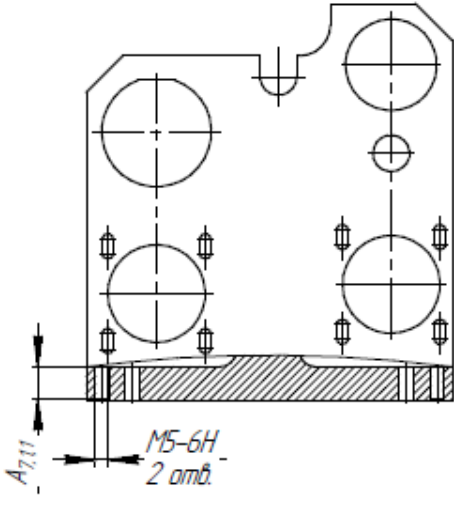
18	<p>Сверлить отверстия, выдерживая размеры <math>A_{3.18.1}</math>, <math>A_{3.18.2}</math>, <math>A_{3.18.3}</math>, <math>A_{3.18.4} \times 60^\circ</math>, <math>D_{3.18.1}</math>, <math>D_{3.18.2}</math>.</p>	
19	<p>Фрезеровать пазы, выдерживая размеры <math>A_{3.19.1}</math>, <math>A_{3.19.2}</math>, <math>A_{3.19.3}</math>, <math>A_{3.19.4}</math>, <math>A_{3.19.5}</math>, <math>A_{3.19.6}</math>, <math>A_{3.19.7}</math>, <math>R_{3.19.1}</math>.</p>	

	20	<p>Фрезеровать пазы, выдерживая размеры <math>A_{3.20.1}</math>, <math>A_{3.20.2}</math>, <math>A_{3.20.3}</math>, <math>A_{3.20.4}</math>, <math>A_{3.20.5}</math>, <math>R_{3.20.1}</math>.</p>	 <p>Technical drawing showing a top view of a part with two circular features. Dimensions are indicated: <math>A_{3.20.1}</math> (width of the lower section), <math>A_{3.20.2}</math> (height of the lower section), <math>A_{3.20.3}</math> (width of the upper section), <math>A_{3.20.4}</math> (height of the upper section), <math>A_{3.20.5}</math> (width of the upper section), and <math>R_{3.20.1}</math> (radius of a fillet).</p>
	20	<p><u>Фрезерная с ЧПУ</u></p> <p>A Установить и снять заготовку.</p> <p>1 Фрезеровать торец, выдерживая размеры <math>A_{4.1.1}</math>, <math>A_{4.1.2}</math>, <math>R_{4.1.1}</math>.</p>	 <p>Technical drawing showing a top view of a part with two circular features. Dimensions are indicated: <math>A_{4.1.1}</math> (height of the lower section), <math>A_{4.1.2}</math> (width of the upper section), and <math>R_{4.1.1}</math> (radius of a fillet). The drawing is numbered 1, 2, 3, 4, and 5.</p>

2	<p>Фрезеровать фаску, выдерживая размеры <math>A_{4.2.1}</math>, <math>A_{4.2.2} \times 45^\circ</math>.</p>	
3	<p>Фрезеровать паз, выдерживая размеры <math>A_{4.3.1}</math>, <math>A_{4.3.2}</math>.</p>	
4	<p>Фрезеровать фаску, выдерживая размеры <math>A_{4.4.1}</math>, <math>A_{4.4.2} \times 45^\circ</math>.</p>	



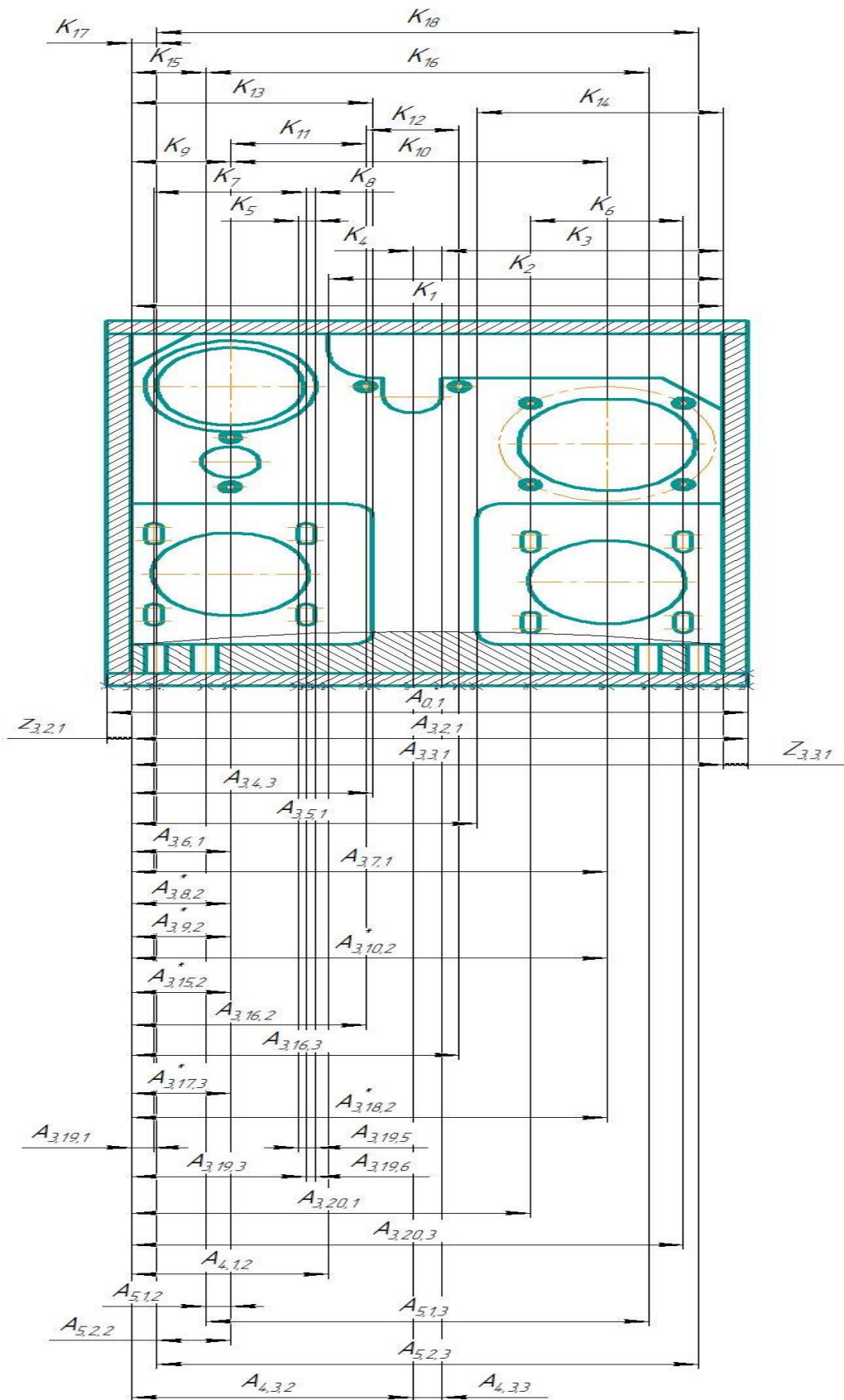
25	<p><u>Фрезерная с ЧПУ</u></p> <p><i>A</i> Установить и снять заготовку.</p> <p><i>I</i> Сверлить отверстия, выдерживая размеры <math>A_{5.1.1}</math>, <math>A_{5.1.2}</math>, <math>A_{5.1.3}</math>, <math>D_{5.1.1}</math>.</p>	
	<p><i>2</i> Сверлить отверстия, выдерживая размеры <math>A_{5.2.1}</math>, <math>A_{5.2.2}</math>, <math>A_{5.2.3}</math>, <math>D_{5.2.1}</math>.</p>	
30	<p><u>Слесарная</u></p> <p><i>1</i> Снять заусенцы, острые кромки притупить фаска 0,5</p>	

35	A 1	<p><u>Слесарная</u></p> <p>Установить и снять заготовку.</p> <p>Нарезать резьбы в 8 отв. на глубине <math>A_{6.1.1}</math>.</p>	
40	A 1	<p><u>Слесарная</u></p> <p>Установить и снять заготовку.</p> <p>Нарезать резьбы в 2 отв. на глубине <math>A_{7.1.1}</math>.</p>	

### 1.5 Размерный анализ разрабатываемого технологического процесса изготовления детали

Размерная схема изготовления изделия представляет собой совокупность технологических размерных цепей. Замыкающими звеньями в операционных технологических цепях являются припуски на обработку поверхностей и конструкторские размеры, непосредственно взятые с чертежа. Помимо замыкающих звеньев в технологической цепи есть составляющие звенья, которыми являются технологические размеры, получаемые на всех операциях (переходах) обработки изделия. [3, с.23]

На основании маршрута изготовления опоры, составляется расчетная схема (представлена на рис. 1.2, 1.3, 1.4), которые содержат все технологические размеры, припуски на обработку и конструкторские размеры.



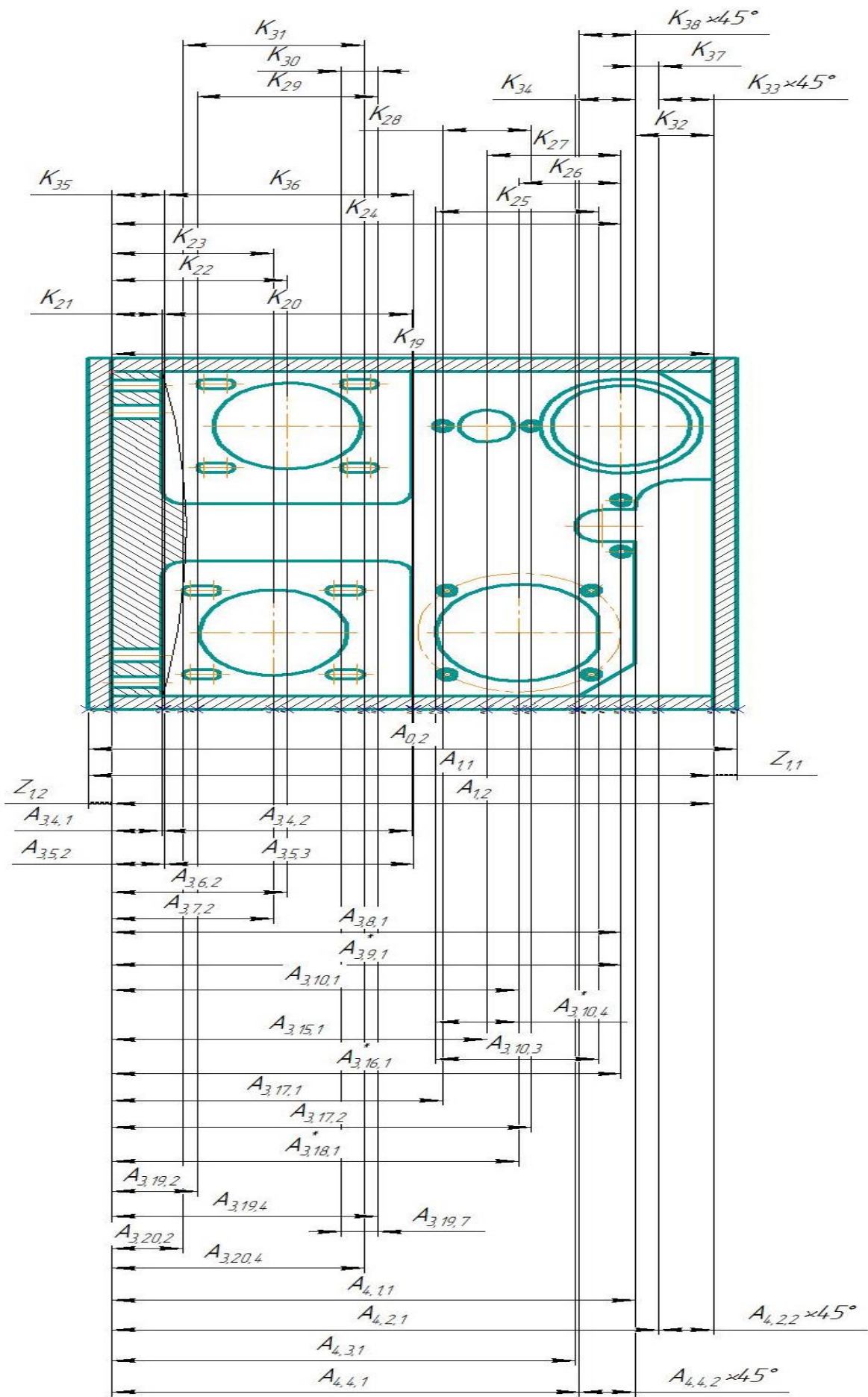


Рисунок 1.2 – Размерная схема 1

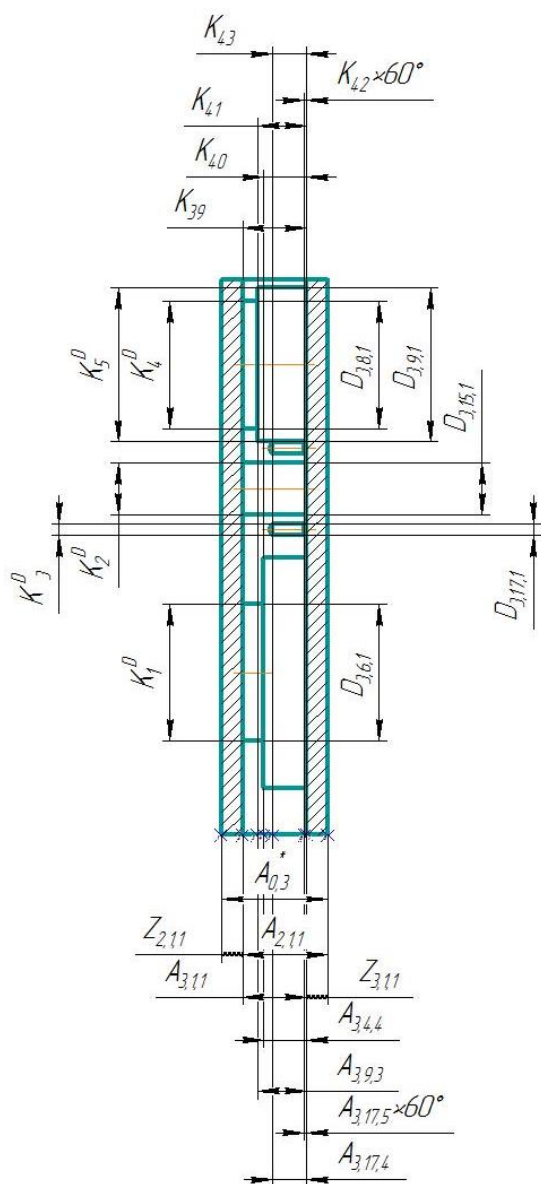


Рисунок 1.3 – Размерная схема 2

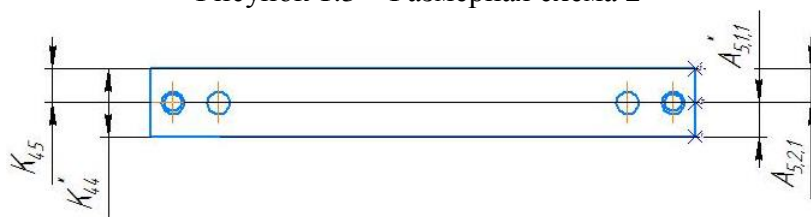


Рисунок 1.4 – Размерная схема 3

С целью облегчения составления размерных цепей, на базе расчетной схемы строится граф технологических размерных цепей. Методика построения граф – дерева подробно излагается в [3, с.24]. Граф дерева для расчетной схемы изготовления опоры (представлены на рис. 1.5, 1.6, 1.7, 1.8).





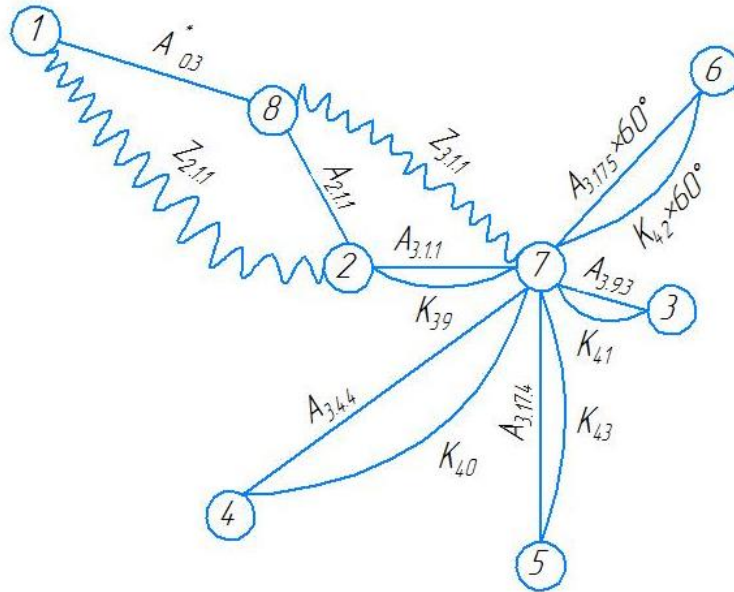


Рисунок 1.7 – Граф технологических размерных цепей 3, для размерной схемы 2

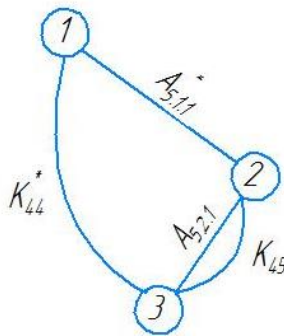


Рисунок 1.8 – Граф технологических размерных цепей 4, для размерной схемы 3

### 1.6 Допуски на конструкторские размеры

Из чертежа выписываем допуски на конструкторские размеры, общие допуски по ГОСТ 30893.1 – *m*.

$$K_1 = 120_{-1}; TK_1 = 1\text{мм};$$

$$K_6 = 31 \pm 0,1; TK_6 = 0,2\text{мм};$$

$$K_2 = 80_{-0,87}; TK_2 = 0,87\text{мм};$$

$$K_7 = K_6; TK_7 = 0,2\text{мм};$$

$$K_3 = 57_{-0,74}; TK_3 = 0,74\text{мм};$$

$$K_8 = 1,5^{+0,15}; TK_8 = 0,15\text{мм};$$

$$K_4 = R6^{+0,30}; TK_4 = 0,30\text{мм};$$

$$K_9 = 20 \pm 0,02; TK_9 = 0,04\text{мм};$$

$$K_5 = 3,5^{-0,30}; TK_5 = 0,30\text{мм};$$

$$K_{10} = 76,5 \pm 0,02; TK_{10} = 0,04\text{мм};$$



$$K_{11} = 27,5 \pm 0,1; TK_{11} = 0,2 \text{ мм};$$

$$K_{12} = 19 \pm 0,1; TK_{12} = 0,2 \text{ мм};$$

$$K_{13} = 49^{+0,62}; TK_{13} = 0,62 \text{ мм};$$

$$K_{14} = 50 \pm 0,3; TK_{14} = 0,6 \text{ мм};$$

$$K_{15} = 15 \pm 0,02; TK_{15} = 0,04 \text{ мм};$$

$$K_{16} = 90 \pm 0,01; TK_{16} = 0,02 \text{ мм};$$

$$K_{17} = 5 \pm 0,02; TK_{17} = 0,04 \text{ мм};$$

$$K_{18} = 110 \pm 0,1; TK_{18} = 0,2 \text{ мм};$$

$$K_{19} = 130_{-1}; TK_{19} = 1 \text{ мм};$$

$$K_{20} = 54^{+0,74}; TK_{20} = 0,74 \text{ мм};$$

$$K_{21} = 11_{-0,43}; TK_{21} = 0,43 \text{ мм};$$

$$K_{22} = 38 \pm 0,62; TK_{22} = 1,24 \text{ мм};$$

$$K_{23} = 35 \pm 0,62; TK_{23} = 1,24 \text{ мм};$$

$$K_{24} = 110 \pm 0,02; TK_{24} = 0,04 \text{ мм};$$

$$K_{25} = 35^{+0,02}; TK_{25} = 0,02 \text{ мм};$$

$$K_{26} = 22 \pm 0,02; TK_{26} = 0,04 \text{ мм};$$

$$K_{27} = 29 \pm 0,52; TK_{27} = 1,04 \text{ мм};$$

$$K_{28} = 19 \pm 0,1; TK_{28} = 0,2 \text{ мм};$$

$$K_{29} = 39 \pm 0,62; TK_{29} = 1,24 \text{ мм};$$

$$K_{30} = 8^{+0,36}; TK_{30} = 0,36 \text{ мм};$$

$$K_{31} = K_{29}; TK_{31} = 1,24;$$

$$K_{32} = 17^{+0,45}; TK_{32} = 0,45 \text{ мм};$$

$$K_{33} \times 45^\circ = (12 \times 45^\circ) \pm 0,2;$$

$$TK_{33} \times 45^\circ = 0,4 \text{ мм};$$

$$K_{34} = 13^{+0,43}; TK_{34} = 0,43 \text{ мм};$$

$$K_{35} = K_{21}; TK_{35} = 0,43 \text{ мм};$$

2 отверстия.

$$K_{36} = K_{20}; TK_{36} = 0,74 \text{ мм};$$

$$K_{37} = R10 \pm 1; TK_{37} = 2 \text{ мм};$$

$$K_{38} \times 45^\circ = K_{33} \times 45^\circ;$$

$$TK_{38} \times 45^\circ = 0,4 \text{ мм};$$

$$K_{39} = 15_{-0,43}; TK_{39} = 0,43 \text{ мм};$$

$$K_{40} = 10^{+0,36}; TK_{40} = 0,36 \text{ мм};$$

$$K_{41} = 11,5^{+0,43}; TK_{41} = 0,43 \text{ мм};$$

$$K_{42} \times 60^\circ = (0,5 \times 60^\circ) \pm 0,2;$$

$$TK_{42} \times 60^\circ = 0,4 \text{ мм};$$

8 отверстий.

$$K_{43} = 8^{+0,36}; TK_{43} = 0,36 \text{ мм};$$

$$K_{44}^* = K_{39}; TK_{44}^* = 0,43 \text{ мм};$$

$$K_{45} = 7,5^{+0,18}; TK_{45} = 0,18 \text{ мм};$$

$$K_{46} = R5 \pm 0,5; TK_{46} = 1 \text{ мм};$$

$$K_{47} = 6 \pm 0,1; TK_{47} = 0,2 \text{ мм};$$

$$K_1^D = 32^{+0,62}; TK_1^D = 0,62 \text{ мм};$$

2 отверстия

$$K_2^D = (12)^{+0,43}; TK_2^D = 0,43 \text{ мм};$$

$$K_3^D = 3^{+0,25}; TK_3^D = 0,25 \text{ мм};$$

8 отверстий.

$$K_4^D = 30^{+0,52}; TK_4^D = 0,52 \text{ мм};$$

$$K_5^D = 35^{+0,025}; TK_5^D = 0,025 \text{ мм};$$

$$K_6^D = 5^{+0,02}; TK_6^D = 0,02 \text{ мм};$$

$$TK_7^D = 36^{+0,02}; TK_7^D = 0,02 \text{ мм};$$

$$K_8^D = 44 \pm 0,1; TK_8^D = 0,2 \text{ мм};$$

$$K_9^D = 5^{+0,02}; TK_9^D = 0,02 \text{ мм};$$

2 отверстия.

## 1.7 Допуски на технологические размеры

Отклоняясь от стандартов и справочных материалов, назначаются допуски размеров исходной заготовки. Данные допуски размеров, принятые на операциях механической обработки, находятся с применением таблиц точности. Данные таблицы содержат статистические данные по погрешностям размера заготовок, обрабатываемых на различных металлорежущих станках. Вид и метод обработки, используемое оборудование, число рабочих ходов и размер обрабатываемой поверхности, естественно влияет на величину допусков.

Определение допусков на линейные и осевые технологические размеры, мм: [3, с.34]

$$TA_i = \omega_{ci} + \rho_{II} + \varepsilon_{\delta}$$

Где:  $\omega_{ci}$  – средне статистическая погрешность механической обработки;

$\rho_{II}$  – пространственное отклонение измерительной базы;

$\varepsilon_{\delta}$  – погрешность базирования.

$$TA_{0,1} = 1 + 1 + 0,5 = 2,5 \text{ мм};$$

$$TA_{3,5,4} = \omega_c = 0,36 \text{ мм};$$

$$TA_{0,2} = 2,5 \text{ мм};$$

$$TA_{3,6,1} = \omega_c = 0,02 \text{ мм};$$

$$TA_{0,3}^* = 1,5 \text{ мм};$$

$$TA_{3,6,2} = \omega_c = 1,24 \text{ мм};$$

$$TA_{1,1} = 0,25 + 0,04 + 0,12 = 0,41 \text{ мм};$$

$$TA_{3,7,1} = \omega_c = 0,02 \text{ мм};$$

$$TA_{1,2} = 0,41 \text{ мм};$$

$$TA_{3,7,2} = \omega_c = 1,24 \text{ мм};$$

$$TA_{2,1,1} = 0,20 + 0,20 + 0,18 = 0,58 \text{ мм};$$

$$TA_{3,8,1} = \omega_c = 0,02 \text{ мм};$$

$$TA_{3,1,1} = 0,43 \text{ мм};$$

$$TA_{3,8,2}^* = \omega_c = 0,02 \text{ мм};$$

$$TA_{3,2,1} = 0,47 \text{ мм};$$

$$TA_{3,9,1}^* = \omega_c = 0,04 \text{ мм};$$

$$TA_{3,3,1} = \omega_c + \rho_{II} + \varepsilon_{\delta} = 0,47 \text{ мм};$$

$$TA_{3,9,2}^* = \omega_c = 0,02 \text{ мм};$$

$$TA_{3,4,1} = \omega_c = 0,43 \text{ мм};$$

$$TA_{3,9,3} = \omega_c = 0,43 \text{ мм};$$

$$TA_{3,4,2} = \omega_c = 0,74 \text{ мм};$$

$$TA_{3,10,1} = \omega_c = 0,02 \text{ мм};$$

$$TA_{3,4,3} = \omega_c = 0,62 \text{ мм};$$

$$TA_{3,10,2}^* = \omega_c = 0,02 \text{ мм};$$

$$TA_{3,4,4} = \omega_c = 0,36 \text{ мм};$$

$$TA_{3,10,3} = \omega_c = 0,02 \text{ мм};$$

$$TA_{3,5,1} = \omega_c = 0,13 \text{ мм};$$

$$TA_{3,10,4}^* = \omega_c = 0,01 \text{ мм};$$

$$TA_{3,5,2} = \omega_c = 0,43 \text{ мм};$$

$$TA_{3,15,1} = \omega_c = 0,52 \text{ мм};$$

$$TA_{3,5,3} = \omega_c = 0,74 \text{ мм};$$

$$TA_{3,15,2}^* = \omega_c = 0,02 \text{ мм};$$

$$TA_{3.16.1}^* = \omega_c = 0,02\text{мм};$$

$$TA_{3.16.2} = \omega_c = 0,10\text{мм};$$

$$TA_{3.16.3} = \omega_c = 0,10\text{мм};$$

$$TA_{3.16.4} = \omega_c = 0,36\text{мм};$$

$$TA_{3.16.5} \times 60^\circ = \omega_c = 0,4\text{мм};$$

$$TA_{3.17.1} = \omega_c = 0,1\text{мм};$$

$$TA_{3.17.2} = \omega_c = 0,1\text{мм};$$

$$TA_{3.17.3}^* = \omega_c = 0,02\text{мм};$$

$$TA_{3.17.4} = \omega_c = 0,36\text{мм};$$

$$TA_{3.17.5} \times 60^\circ = \omega_c = 0,4\text{мм};$$

$$TA_{3.18.1}^* = \omega_c = 0,02\text{мм};$$

$$TA_{3.18.2}^* = \omega_c = 0,02\text{мм};$$

$$TA_{3.18.3} = \omega_c = 0,44\text{мм};$$

$$TA_{3.18.4} \times 60^\circ = \omega_c = 0,4\text{мм};$$

$$TA_{3.19.1} = \omega_c = 0,1\text{мм};$$

$$TA_{3.19.2} = \omega_c = 0,62\text{мм};$$

$$TA_{3.19.3} = \omega_c = 0,1\text{мм};$$

$$TA_{3.19.4} = \omega_c = 0,62\text{мм};$$

$$TA_{3.19.5} = \omega_c = 0,30\text{мм};$$

$$TA_{3.19.6} = \omega_c = 0,15\text{мм};$$

$$TA_{3.19.7} = \omega_c = 0,36\text{мм};$$

$$TA_{3.20.1} = \omega_c = 0,1\text{мм};$$

$$TA_{3.20.2} = \omega_c = 0,62\text{мм};$$

$$TA_{3.20.3} = \omega_c = 0,1\text{мм};$$

$$TA_{3.20.4} = \omega_c = 0,62\text{мм};$$

$$TA_{3.20.5} = \omega_c = 0,30\text{мм};$$

$$TA_{4.1.1} = \omega_c = 0,04\text{мм};$$

$$TA_{4.1.2} = \omega_c = 0,40\text{мм};$$

$$TA_{4.2.1} = \omega_c = 1\text{мм};$$

$$TA_{4.2.2} \times 45^\circ = \omega_c = 0,4\text{мм};$$

$$TA_{4.3.1} = \omega_c = 0,30\text{мм};$$

$$TA_{4.3.2} = \omega_c = 0,15\text{мм};$$

$$TA_{4.3.3} = \omega_c = 0,30\text{мм};$$

$$TA_{4.4.1} = \omega_c = 0,4\text{мм};$$

$$TA_{4.4.2} \times 45^\circ = \omega_c = 0,4\text{мм};$$

$$TA_{5.1.1} = \omega_c = 0,18\text{мм};$$

$$TA_{5.1.2} = \omega_c = 0,36\text{мм};$$

$$TA_{5.1.3} = \omega_c = 0,02\text{мм};$$

$$TA_{5.2.1} = \omega_c = 0,18\text{мм};$$

$$TA_{5.2.2} = \omega_c = 0,02\text{мм};$$

$$TA_{5.2.3} = \omega_c = 0,2\text{мм}.$$

Определение допусков на радиальные технологические размеры:

$$TR_{3.4.1} = \omega_c = 0,1\text{мм};$$

$$TR_{3.19.1} = \omega_c = 0,25\text{мм};$$

$$TR_{4.1.1} = \omega_c = 2\text{мм};$$

$$TR_{3.5.1} = \omega_c = 0,1\text{мм};$$

$$TR_{3.20.1} = \omega_c = 0,25\text{мм};$$

$$TR_{4.3.1} = \omega_c = 0,30\text{мм}.$$

Определение допусков на диаметральные технологические размеры, мм:

$$TD_i = \omega_{ci}$$

где  $\omega_{ci}$  – средне статистическая погрешность механической обработки.

$$TD_{3.6.1} = \omega_c = 0,62\text{мм};$$

$$TD_{3.7.1}^* = \omega_c = 0,62\text{мм};$$

$$TD_{3.8.1} = \omega_c = 0,52\text{мм};$$

$$\begin{array}{lll}
TD_{3.9.1} = \omega_c = 0,025\text{мм}; & TD_{3.16.1}^* = \omega_c = 0,25\text{мм}; & TD_{3.18.2}^* = \omega_c = 0,25\text{мм}; \\
TD_{3.10.1} = \omega_c = 0,02\text{мм}; & TD_{3.17.1} = \omega_c = 0,25\text{мм}; & TD_{5.1.1} = \omega_c = 0,02\text{мм}; \\
TD_{3.15.1} = \omega_c = 0,43\text{мм}; & TD_{3.18.1} = \omega_c = 0,2\text{мм}; & TD_{5.2.1} = \omega_c = 0,02\text{мм}.
\end{array}$$

### 1.8 Проверка обеспечения точности конструкторских размеров

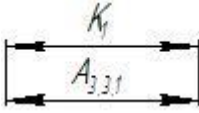
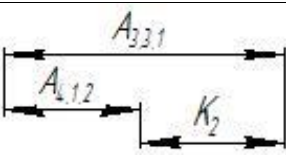
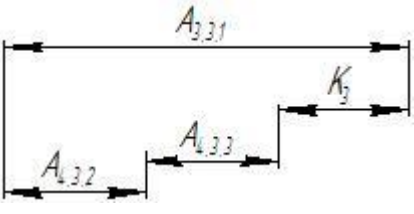
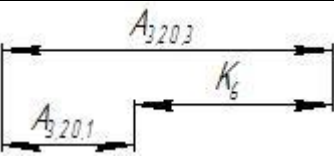
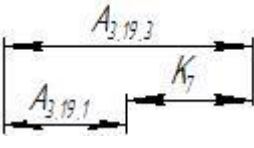
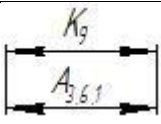
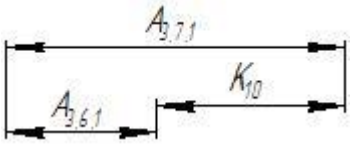
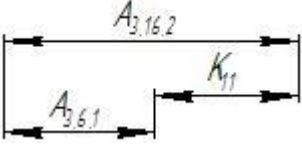
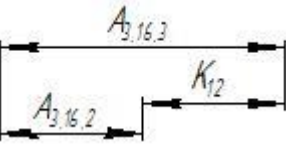
Для проверки обеспечения точности конструкторских размеров нужно построить размерную схему отдельно в осевом и радиальном направлениях. На схему размещения всех технологических размеров, припуски на обработку, а также конструкторские размеры. На основании построенной размерной схемы, определяем обеспечение точности конструкторских размеров.

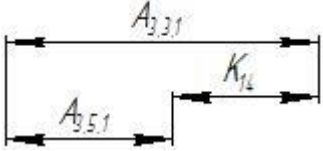
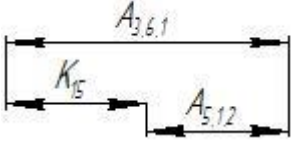
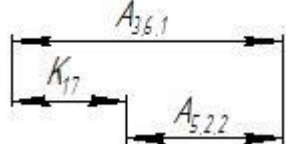
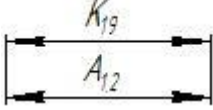
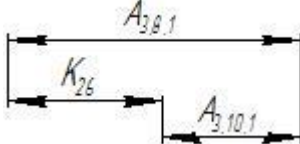
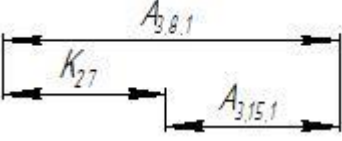
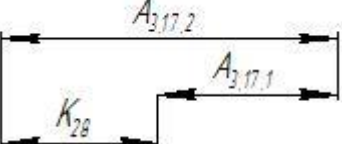
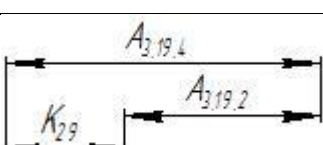
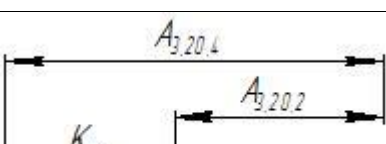
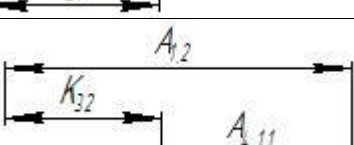
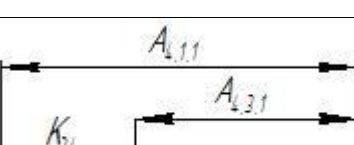
Конструкторские размеры, выдерживающийся непосредственно.

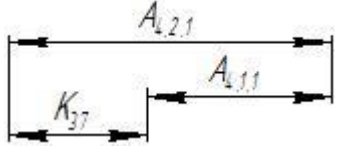
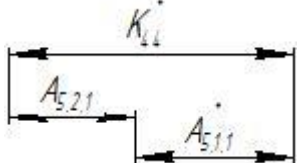
$$\begin{array}{ll}
TK_4 = TA_{4.3.3} = 0,30\text{мм}; & TK_{40} = TA_{3.4.4} = 0,36; \\
TK_5 = TA_{3.19.5} = 0,30\text{мм}; & TK_{41} = TA_{3.9.3} = 0,43\text{мм}; \\
TK_8 = TA_{3.19.6} = 0,25\text{мм}; & TK_{42} \times 60^\circ = TA_{3.17.5} \times 60^\circ = 0,4\text{мм}; \\
TK_{13} = TA_{3.4.3} = 0,62\text{мм}; & 8 \text{ отверстий} \\
TK_{16} = TA_{5.1.3} = 0,02\text{мм}; & TK_{43} = TA_{3.17.4} = 0,36; \\
TK_{18} = TA_{5.2.3} = 0,2\text{мм}; & TK_{45} = TA_{5.2.1} = 0,18\text{мм}; \\
TK_{20} = TA_{3.4.2} = 0,74\text{мм}; & TK_1^D = TD_{3.6.1} = 0,62\text{мм}; \\
TK_{21} = TA_{3.4.1} = 0,43\text{мм}; & 2 \text{ отверстия} \\
TK_{22} = TA_{3.6.2} = 1,24\text{мм}; & TK_2^D = TD_{3.15.1} = 0,43\text{мм}; \\
TK_{23} = TA_{3.7.2} = 1,24\text{мм}; & TK_3^D = TD_{3.17.1} = 0,25\text{мм}; \\
TK_{24} = TA_{4.1.1} = 0,04\text{мм}; & 8 \text{ отверстий} \\
TK_{25} = TA_{3.10.3} = 0,02\text{мм}; & TK_4^D = TD_{3.8.1} = 0,52; \\
TK_{30} = TA_{3.19.7} = 0,36\text{мм}; & TK_5^D = TD_{3.9.1} = 0,025\text{мм}; \\
TK_{33} \times 45^\circ = TA_{4.2.2} \times 45^\circ = 0,4\text{мм}; & TK_6^D = TD_{5.1.1} = 0,02\text{мм}; \\
TK_{35} = TA_{3.5.2} = 0,43\text{мм}; & 2 \text{ отверстия} \\
TK_{36} = TA_{3.5.3} = 0,74\text{мм}; & TK_7^D = TD_{3.10.1} = 0,02\text{мм}; \\
TK_{38} \times 45^\circ = TA_{4.4.2} \times 45^\circ = 0,4\text{мм}; & TK_8^D = TD_{3.18.1} = 0,2\text{мм}; \\
TK_{39} = TA_{3.1.1} = 0,43\text{мм}; & TK_9^D = TD_{5.2.1} = 0,02; \\
& 2 \text{ отверстия}
\end{array}$$

Руководствуясь правилами, расчета размерных цепей методом максимума – минимума и вероятностным методом.

Таблица 1.4 – Проверка допусков конструкторских размеров, непосредственно не выдерживаемых

Схемы размерных цепей	Проверка допусков конструкторских размеров
	$TK_1 = 1\text{мм};$ $TK_1 = TA_{3,3,1} = 0,47\text{мм};$ $TK_1 \geq \sum TA$
	$TK_2 = 0,87\text{мм};$ $TK_2 = TA_{4,1,2} + TA_{3,3,1} = 0,40 + 0,47 = 0,87\text{мм};$ $TK_2 \geq \sum TA$
	$TK_3 = 0,74\text{мм};$ $TK_3 = \sqrt{\sum TA_i^2} = \sqrt{TA_{4,3,2}^2 + TA_{3,3,1}^2 + TA_{4,3,3}^2} =$ $= \sqrt{0,15^2 + 0,47^2 + 0,30^2} = 0,57\text{мм};$ $TK_3 \geq \sum TA$
	$TK_6 = 0,2\text{мм};$ $TK_6 = TA_{3,2,0,1} + TA_{3,2,0,3} = 0,1 + 0,1 = 0,2\text{мм};$ $TK_6 \geq \sum TA$
	$TK_7 = 0,2\text{мм};$ $TK_7 = TA_{3,19,1} + TA_{3,19,3} = 0,1 + 0,1 = 0,2\text{мм};$ $TK_7 \geq \sum TA$
	$TK_9 = 0,04\text{мм};$ $TK_9 = TA_{3,6,1} = 0,02\text{мм};$ $TK_9 \geq \sum TA$
	$TK_{10} = 0,04\text{мм};$ $TK_{10} = TA_{3,6,1} + TA_{3,7,1} = 0,02 + 0,02 = 0,04\text{мм};$ $TK_{10} \geq \sum TA$
	$TK_{11} = 0,2\text{мм};$ $TK_{11} = TA_{3,6,1} + TA_{3,16,2} = 0,02 + 0,10 = 0,12\text{мм};$ $TK_{11} \geq \sum TA$
	$TK_{12} = 0,2\text{мм};$ $TK_{12} = TA_{3,16,2} + TA_{3,16,3} = 0,10 + 0,10 = 0,2\text{мм};$ $TK_{12} \geq \sum TA$

	$TK_{14} = 0,6\text{мм};$ $TK_{14} = TA_{3,5,1} + TA_{3,3,1} = 0,13 + 0,47 = 0,6\text{мм};$ $TK_{14} \geq \sum TA$
	$TK_{15} = 0,04\text{мм};$ $TK_{15} = TA_{3,6,1} + TA_{5,1,2} = 0,02 + 0,02 = 0,04\text{мм};$ $TK_{15} \geq \sum TA$
	$TK_{17} = 0,04\text{мм};$ $TK_{17} = TA_{3,6,1} + TA_{5,2,2} = 0,02 + 0,02 = 0,04\text{мм};$ $TK_{17} \geq \sum TA$
	$TK_{19} = 1\text{мм};$ $TK_{19} = TA_{1,2} = 0,41\text{мм};$ $TK_{19} \geq \sum TA$
	$TK_{26} = 0,04\text{мм};$ $TK_{26} = TA_{3,10,1} + TA_{3,8,1} = 0,02 + 0,02 = 0,04\text{мм};$ $TK_{26} \geq \sum TA$
	$TK_{27} = 1,04\text{мм};$ $TK_{27} = TA_{3,15,1} + TA_{3,8,1} = 0,52 + 0,02 = 0,54\text{мм};$ $TK_{27} \geq \sum TA$
	$TK_{28} = 0,2\text{мм};$ $TK_{28} = TA_{3,17,1} + TA_{3,17,2} = 0,01 + 0,1 = 0,2\text{мм};$ $TK_{28} \geq \sum TA$
	$TK_{29} = 1,24\text{мм};$ $TK_{29} = TA_{3,19,2} + TA_{3,19,4} = 0,62 + 0,62 = 1,24\text{мм};$ $TK_{29} \geq \sum TA$
	$TK_{31} = 1,24\text{мм};$ $TK_{31} = TA_{3,20,2} + TA_{3,20,4} = 0,62 + 0,62 = 1,24\text{мм};$ $TK_{31} \geq \sum TA$
	$TK_{32} = 0,45\text{мм};$ $TK_{32} = TA_{1,2} + TA_{4,1,1} = 0,41 + 0,04 = 0,45\text{мм};$ $TK_{32} \geq \sum TA$
	$TK_{34} = 0,43\text{мм};$ $TK_{34} = TA_{4,1,1} + TA_{4,3,1} = 0,04 + 0,30 = 0,34\text{мм};$ $TK_{34} \geq \sum TA$

	$TK_{37} = 2 \text{ мм};$ $TK_{37} = TA_{4,1,1} + TA_{4,2,1} = 0,04 + 1 = 1,04 \text{ мм};$ $TK_{37} \geq \sum TA$
	$TK_{44}^* = 0,43 \text{ мм};$ $TK_{44}^* = TA_{5,2,1} + TA_{5,1,1} = 0,18 + 0,18 = 0,36 \text{ мм};$ $TK_{44}^* \geq \sum TA$

## 1.9 Определение минимальных припусков на обработку и технологических размеров

Расчет минимальных припусков. Для определения минимальных припусков существует два метода определения минимальных припусков на обработку: нормативный и расчетно-аналитический. [3, с.35]

При нормативном методе значения  $z_{i\min}$  находят непосредственно по таблицам, которые составлены путем обобщения и систематизации производственных данных.

При расчетно-аналитическом методе  $z_{i\min}$  находят путем суммирования отдельных составляющих, что позволяет наиболее полно учесть конкретные условия обработки.

Расчет минимальных значений припусков на обработку плоских поверхностей производим, пользуясь формулой:

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

Где:  $z_{i\min}$  – минимальный припуск на плоскость для рассматриваемой обработки, мкм;

$Rz_{i-1}$  – шероховатость поверхности после предыдущей обработки, мкм; [3, с.72 Приложение 2]

$h_{i-1}$  – толщина дефектного слоя после предыдущей обработки, мкм; [3, с.72 Приложение 2]

$\rho_{i-1}^{\Sigma}$  – суммарное пространственное отклонение формы и расположение поверхности, полученное на предыдущем переходе, мкм; [3, с.74 Приложение 3]

$\varepsilon_i$  – погрешность установки и закрепления перед рассматриваемой обработкой. [3, с.82 Приложение 4 табл.4]

Для плоскости векторы  $\rho_{\phi_{i-1}}$  и  $\rho_{p_{i-1}}$  коллинеарные. Поэтому

$$\rho_{i-1}^{\Sigma} = \rho_{\phi_{i-1}} + \rho_{p_{i-1}};$$

Где:  $\rho_{\phi_{i-1}}$  – погрешность формы поверхности, полученная на предыдущем переходе. [2, с.63 табл.4]

$\rho_{p_{i-1}}$  – погрешность расположения поверхности, полученная на предыдущем переходе. [2, с.63 табл.4]

Составляем таблицу для расчета припусков:

$Z_{imin}$ мм	$Rz_{i-1}$ мм	$h_{i-1}$ мм	$\rho_{i-1}^2$ мм	$\varepsilon_i$ мм	Результат мм
$z_{3.3.1}^{min}$	0,32	0,40	1,13	0,15	2
$z_{3.2.1}^{min}$	0,32	0,40	1,13	0,15	2
$z_{1.2}^{min}$	0,32	0,40	1,13	0,15	2
$z_{1.1}^{min}$	0,32	0,40	1,13	0,15	2
$z_{3.1.1}^{min}$	0,15	0,15	1,55	0,15	2
$z_{2.1.1}^{min}$	0,15	0,15	1,55	0,15	2

Считаем:

$$z_{3.3.1}^{min} = 0,32 + 0,40 + 1,13 + 0,15 = 2 \text{ мм};$$

$$z_{3.2.1}^{min} = 0,32 + 0,40 + 1,13 + 0,15 = 2 \text{ мм};$$

$$z_{1.2}^{min} = 0,32 + 0,40 + 1,13 + 0,15 = 2 \text{ мм};$$

$$z_{1.1}^{min} = 0,32 + 0,40 + 1,13 + 0,15 = 2 \text{ мм};$$

$$z_{3.1.1}^{min} = 0,15 + 0,15 + 1,55 + 0,15 = 2 \text{ мм};$$

$$z_{2.1.1}^{min} = 0,15 + 0,15 + 1,55 + 0,15 = 2 \text{ мм};$$

### 1.10 Расчет диаметральных технологических размеров

Запишем сначала непосредственно выдерживаемые диаметральные технологические размеры:

$$D_{3.6.1} = 32^{+0,62} \text{ мм};$$

2 отверстия

$$D_{3.8.1} = 30^{+0,52} \text{ мм};$$

$$D_{3.9.1} = 35^{+0,025} \text{ мм};$$

$$D_{3.10.1} = 36^{+0,02} \text{ мм};$$

$$D_{3.15.1} = 12^{+0,43} \text{ мм};$$

$$D_{3.11.1} = 2 \text{ мм};$$

9 отверстий

$$D_{3.11.2} = 2,5 \text{ мм};$$

8 отверстий

$$D_{3.16.1} = 3^{+0,25} \text{ мм};$$

8 отверстий

$$D_{3.18.1} = 44^{+0,2} \text{ мм};$$



$$D_{5.1.1} = 5^{+0,02} \text{ мм};$$

2 отверстия

$$D_{5.2.1} = 5^{+0,02} \text{ мм};$$

2 отверстия

### 1.11 Расчет осевых технологических размеров

Запишем сначала непосредственно выдерживаемые осевые технологические размеры:

$$A_{4.3.3} = 6^{+0,15} \text{ мм};$$

$$A_{5.2.3} = 110^{+0,2}_{-0,2} \text{ мм};$$

$$A_{5.1.3} = 90^{+0,02}_{-0,02} \text{ мм};$$

$$A_{3.20.1} = 81^{+0,1}_{-0,1} \text{ мм};$$

$$A_{3.19.6}^* = 1,75_{-0,15} \text{ мм};$$

$$A_{3.19.5}^* = 3,5_{-0,30} \text{ мм};$$

$$A_{3.19.1} = 4,5^{+0,1}_{-0,1} \text{ мм};$$

$$A_{3.6.1} = 20^{+0,02}_{-0,02} \text{ мм};$$

$$A_{3.4.3} = 49_{-0,62} \text{ мм};$$

$$A_{3.3.1} = 120_{-0,47} \text{ мм};$$

$$A_{3.8.2}^* = 20^{+0,02}_{-0,02} \text{ мм};$$

$$A_{3.9.2}^* = 20^{+0,02}_{-0,02} \text{ мм};$$

$$A_{3.15.2}^* = 20^{+0,02}_{-0,02} \text{ мм};$$

$$A_{3.17.3}^* = 20^{+0,02}_{-0,02} \text{ мм};$$

$$A_{3.10.2}^* = 96,5_{-0,02} \text{ мм};$$

$$A_{3.18.2}^* = 96,5_{-0,02} \text{ мм};$$

$$A_{4.4.2} \times 45^\circ = 12_{-0,4} \text{ мм};$$

$$A_{4.2.2} \times 45^\circ = 12_{-0,4} \text{ мм};$$

$$A_{3.20.2} = 15,5^{+0,62} \text{ мм};$$

$$A_{3.19.7} = 8_{-0,36} \text{ мм};$$

$$A_{3.19.2} = 18,5^{+0,62} \text{ мм};$$

$$A_{3.17.1} = 71,5^{+0,1}_{-0,1} \text{ мм};$$

$$A_{3.10.3} = 35^{+0,02}_{-0,02} \text{ мм};$$

$$A_{3.10.4}^* = 18^{+0,01} \text{ мм};$$

$$A_{3.8.1} = 110^{+0,02}_{-0,02} \text{ мм};$$

$$A_{3.7.2} = 35^{+1,24}_{-1,24} \text{ мм};$$

$$A_{3.6.2} = 38^{+1,24}_{-1,24} \text{ мм};$$

$$A_{3.5.2} = 11^{+0,43}_{-0,43} \text{ мм};$$

$$A_{3.5.3} = 54^{+0,74}_{-0,74} \text{ мм};$$

$$A_{3.4.1} = 11^{+0,43}_{-0,43} \text{ мм};$$

$$A_{3.4.2} = 54^{+0,74}_{-0,74} \text{ мм};$$

$$A_{1.2} = 130_{-0,41} \text{ мм};$$

$$A_{3.9.1}^* = 110^{+0,02}_{-0,02} \text{ мм};$$

$$A_{3.16.1}^* = 110^{+0,02}_{-0,02} \text{ мм};$$

$$A_{3.18.1}^* = 88^{+0,02}_{-0,02} \text{ мм};$$

$$A_{3.17.4} = 8^{+0,36} \text{ мм};$$

8 отверстий

$$A_{3.17.5} \times 60^\circ = 0,5^{+0,4} \text{ мм};$$

8 отверстий

$$A_{3.9.3} = 11,5^{+0,43} \text{ мм};$$

$$A_{3.4.4} = 10^{+0,36} \text{ мм};$$

$$A_{3.5.4} = 10^{+0,36} \text{ мм};$$

$$A_{3.1.1} = 15_{-0,43} \text{ мм};$$

$$A_{3.11.3} = 2 \text{ мм};$$

9 отверстий

$$A_{5.2.1} = 7,5_{-0,18}^{+0,18} \text{ мм};$$

2 отверстия

$$A_{5.1.1}^* = 7,5_{-0,18}^{+0,18} \text{ мм};$$

2 отверстия

Расчет технологических размеров которые непосредственно не выдерживаются.

Найдем технологический размер  $A_{4.3.2}$

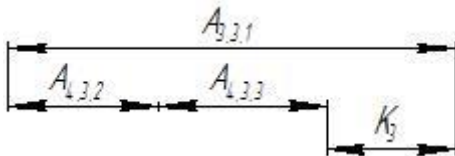


Рисунок 1.9 – Размерная цепь

Из цепи составляем уравнение для замыкающего звена. Далее находим среднее значение размера  $A_{4.3.2}$

$$K_3^{cp} = A_{3.3.1}^{cp} - A_{4.3.2}^{cp} - A_{4.3.3}^{cp}$$

$$A_{3.3.1}^{cp} = 120 \text{ мм}$$

$$A_{4.3.3}^{cp} = 6 \text{ мм}$$

$$K_3^{cp} = 57 \text{ мм}$$

$$A_{4.3.2}^{cp} = A_{3.3.1}^{cp} - A_{4.3.3}^{cp} - K_3^{cp}$$

$$A_{4.3.2}^{cp} = 120 - 6 - 57 = 57 \text{ мм}$$

Принимаем  $A_{4.3.2} = 57_{-0,15}^{+0,15} \text{ мм}$ .

Найдем технологический размер  $A_{5.2.2}$

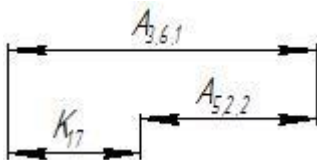


Рисунок 1.10 – Размерная цепь

Из цепи составляем уравнение для замыкающего звена. Далее находим среднее значение размера  $A_{5.2.2}$

$$K_{17}^{cp} = A_{3.6.1}^{cp} - A_{5.2.2}^{cp}$$

$$A_{3.6.1}^{cp} = 20 \text{ мм}$$

$$K_{17}^{cp} = 5 \text{ мм}$$

$$A_{5.2.2}^{cp} = A_{3.6.1}^{cp} - K_{17}^{cp}$$

$$A_{5.2.2}^{cp} = 20 - 5 = 15 \text{ мм}$$

Принимаем  $A_{5.2.2} = 15_{-0.02}^{+0.02} \text{ мм}$ .

Найдем технологический размер  $A_{5.1.2}$

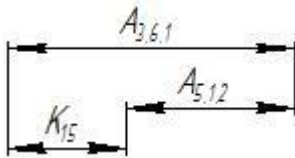


Рисунок 1.11 – Размерная цепь

Из цепи составляем уравнение для замыкающего звена. Далее находим среднее значение размера  $A_{5.1.2}$

$$K_{15}^{cp} = A_{3.6.1}^{cp} - A_{5.1.2}^{cp}$$

$$A_{3.6.1}^{cp} = 20 \text{ мм}$$

$$K_{15}^{cp} = 15 \text{ мм}$$

$$A_{5.1.2}^{cp} = A_{3.6.1}^{cp} - K_{15}^{cp}$$

$$A_{5.1.2}^{cp} = 20 - 15 = 5 \text{ мм}$$

Принимаем  $A_{5.1.2} = 5_{-0.36}^{+0.36} \text{ мм}$ .

Найдем технологический размер  $A_{4.1.2}$

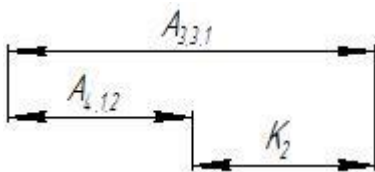


Рисунок 1.12 – Размерная цепь

Из цепи составляем уравнение для замыкающего звена. Далее находим среднее значение размера  $A_{4.1.2}$

$$K_2^{cp} = A_{3.3.1}^{cp} - A_{4.1.2}^{cp}$$

$$A_{3.3.1}^{cp} = 120 \text{ мм}$$

$$K_2^{cp} = 80 \text{ мм}$$

$$A_{4.1.2}^{cp} = A_{3.3.1}^{cp} - K_2^{cp}$$

$$A_{4.1.2}^{cp} = 120 - 80 = 40 \text{ мм}$$

Принимаем  $A_{4.1.2} = 40_{-0.2}^{+0.2} \text{ мм}$ .

Найдем технологический размер  $A_{3.20.3}$

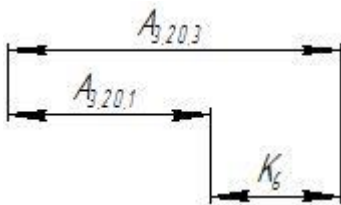


Рисунок 1.13 – Размерная цепь

Из цепи составляем уравнение для замыкающего звена. Далее находим среднее значение размера  $A_{3.20.3}$

$$K_6^{cp} = A_{3.20.3}^{cp} - A_{3.20.1}^{cp}$$

$$A_{3.20.1}^{cp} = 81 \text{ мм}$$

$$K_6^{cp} = 31 \text{ мм}$$

$$A_{3.20.3}^{cp} = A_{3.20.1}^{cp} + K_6^{cp}$$

$$A_{3.20.3}^{cp} = 81 + 31 = 112 \text{ мм}$$

Принимаем  $A_{3.20.3} = 112_{-0.1}^{+0.1} \text{ мм}$ .

Найдем технологический размер  $A_{3.19.3}$

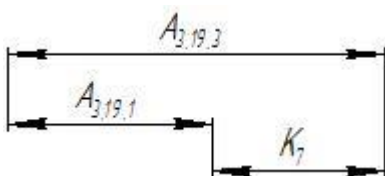


Рисунок 1.14 – Размерная цепь

Из цепи составляем уравнение для замыкающего звена. Далее находим среднее значение размера  $A_{3.19.3}$

$$K_7^{cp} = A_{3.19.3}^{cp} - A_{3.19.1}^{cp}$$

$$A_{3.19.1}^{cp} = 4,5 \text{ мм}$$

$$K_7^{cp} = 31 \text{ мм}$$

$$A_{3.19.3}^{cp} = A_{3.19.1}^{cp} + K_7^{cp}$$

$$A_{3.19.3}^{cp} = 31 + 4,5 = 35,5 \text{ мм}$$

Принимаем  $A_{3.19.3} = 35,5_{-0.1}^{+0.1} \text{ мм}$ .

Найдем технологический размер  $A_{3.16.2}$

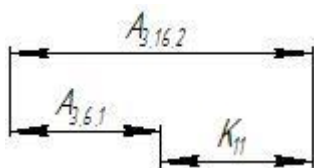


Рисунок 1.15 – Размерная цепь

Из цепи составляем уравнение для замыкающего звена. Далее находим среднее значение размера  $A_{3.16.2}$

$$K_{11}^{cp} = A_{3.16.2}^{cp} - A_{3.6.1}^{cp}$$

$$A_{3.6.1}^{cp} = 20 \text{ мм}$$

$$K_{11}^{cp} = 27,5 \text{ мм}$$

$$A_{3.16.2}^{cp} = A_{3.16.2}^{cp} + K_{11}^{cp}$$

$$A_{3.16.2}^{cp} = 20 + 27,5 = 47,5 \text{ мм}$$

Принимаем  $A_{3.16.2} = 47,5_{-0,10}^{+0,10} \text{ мм}$ .

Найдем технологический размер  $A_{3.16.3}$

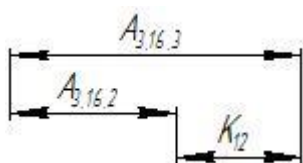


Рисунок 1.16 – Размерная цепь

Из цепи составляем уравнение для замыкающего звена. Далее находим среднее значение размера  $A_{3.16.3}$

$$K_{12}^{cp} = A_{3.16.3}^{cp} - A_{3.16.2}^{cp}$$

$$A_{3.16.2}^{cp} = 47,5 \text{ мм}$$

$$K_{12}^{cp} = 19 \text{ мм}$$

$$A_{3.16.3}^{cp} = A_{3.16.3}^{cp} + K_{12}^{cp}$$

$$A_{3.16.3}^{cp} = 47,5 + 19 = 66,5 \text{ мм}$$

Принимаем  $A_{3.16.3} = 66,5_{-0,10}^{+0,10} \text{ мм}$ .

Найдем технологический размер  $A_{3.7.1}$

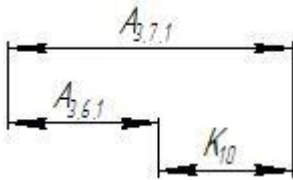


Рисунок 1.17 – Размерная цепь

Из цепи составляем уравнение для замыкающего звена. Далее находим среднее значение размера  $A_{3,7,1}$

$$K_{10}^{cp} = A_{3,7,1}^{cp} - A_{3,6,1}^{cp}$$

$$A_{3,6,1}^{cp} = 20 \text{ мм}$$

$$K_{10}^{cp} = 76,5 \text{ мм}$$

$$A_{3,7,1}^{cp} = A_{3,6,1}^{cp} + K_{10}^{cp}$$

$$A_{3,7,1}^{cp} = 20 + 76,5 = 96,5 \text{ мм}$$

Принимаем  $A_{3,7,1} = 96,5_{-0,02}^{+0,02} \text{ мм}$ .

Найдем технологический размер  $A_{3,5,1}$

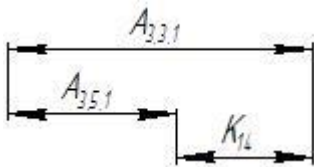


Рисунок 1.18 – Размерная цепь

Из цепи составляем уравнение для замыкающего звена. Далее находим среднее значение размера  $A_{3,5,1}$

$$K_{14}^{cp} = A_{3,3,1}^{cp} - A_{3,5,1}^{cp}$$

$$A_{3,3,1}^{cp} = 120 \text{ мм}$$

$$K_{14}^{cp} = 50 \text{ мм}$$

$$A_{3,5,1}^{cp} = A_{3,3,1}^{cp} - K_{14}^{cp}$$

$$A_{3,5,1}^{cp} = 120 - 50 = 70 \text{ мм}$$

Принимаем  $A_{3,5,1} = 70_{-0,06}^{+0,06} \text{ мм}$ .

Найдем технологический размер  $A_{3,2,1}$

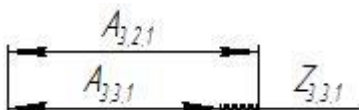


Рисунок 1.19 – Размерная цепь

Из цепи составляем уравнение для замыкающего звена. Далее находим среднее значение размера  $A_{3,2,1}$

$$z_{3,3,1}^{cp} = A_{3,2,1}^{cp} - A_{3,3,1}^{cp}$$

$$A_{3,2,1}^{cp} = z_{3,3,1}^{cp} + A_{3,3,1}^{cp}$$

$$z_{3,3,1}^{cp} = \frac{z_{3,3,1}^{\min} + (z_{3,3,1}^{\min} + TA_{3,2,1} + TA_{3,3,1})}{2} = \frac{2 + (2 + 0,47 + 0,47)}{2} = 2,47 \text{ мм}$$

$$A_{3,2,1}^{cp} = 2,47 + 120 = 122,47 \text{ мм}$$

Принимаем  $A_{3,2,1} = 122,5_{-0,40}^{+0,40} \text{ мм}$ .

Находим припуск  $z_{3,3,1}$

$$z_{3,3,1} = A_{3,2,1} - A_{3,3,1} = 122,5_{-0,40}^{+0,40} - 120_{-0,47} = 2,5_{-0,40}^{+0,87} \text{ мм}$$

Найдем технологический размер  $A_{0,1}$



Рисунок 1.20 – Размерная цепь

Из цепи составляем уравнение для замыкающего звена. Далее находим среднее значение размера  $A_{0,1}$

$$z_{3,2,1}^{cp} = A_{0,1}^{cp} - A_{3,2,1}^{cp}$$

$$A_{0,1}^{cp} = z_{3,2,1}^{cp} + A_{3,2,1}^{cp}$$

$$z_{3,2,1}^{cp} = \frac{z_{3,2,1}^{\min} + (z_{3,2,1}^{\min} + TA_{3,2,1} + TA_{0,1})}{2} = \frac{2 + (2 + 0,47 + 2,5)}{2} = 3,49 \text{ мм}$$

$$A_{0,1}^{cp} = 3,49 + 122,5 = 125,99 \text{ мм}$$

Принимаем  $A_{0,1} = 126_{-1,25}^{+1,25} \text{ мм}$ .

Находим припуск  $z_{3,3,1}$

$$z_{3,2,1} = A_{0,1} - A_{3,2,1} = 126_{-1,25}^{+1,25} - 122,5_{-0,40}^{+0,40} = 3,5_{-1,65}^{+1,65} \text{ мм}$$

Найдем технологический размер  $A_{4,4,1}$

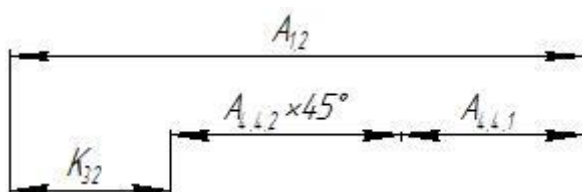


Рисунок 1.21 – Размерная цепь

Из цепи составляем уравнение для замыкающего звена. Далее находим среднее значение размера  $A_{4.4.1}$

$$K_{32}^{cp} = A_{1.2}^{cp} - A_{4.4.2}^{cp} \times 45^\circ - A_{4.4.1}$$

$$A_{1.2}^{cp} = 130 \text{ мм}$$

$$K_{32}^{cp} = 17 \text{ мм}$$

$$A_{4.4.2}^{cp} \times 45^\circ = 12 \text{ мм}$$

$$A_{4.4.1}^{cp} = A_{1.2}^{cp} - K_{32}^{cp} - A_{4.4.2}^{cp} \times 45^\circ$$

$$A_{4.4.1}^{cp} = 130 - 17 - 12 = 101 \text{ мм}$$

Принимаем  $A_{4.4.1} = 101_{-0.2}^{+0.2} \text{ мм}$ .

Найдем технологический размер  $A_{4.2.1}$

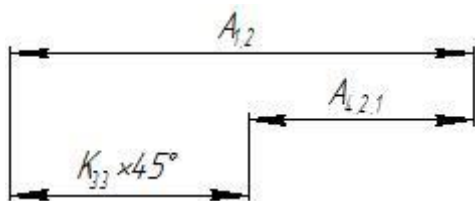


Рисунок 1.22 – Размерная цепь

Из цепи составляем уравнение для замыкающего звена. Далее находим среднее значение размера  $A_{4.2.1}$

$$A_{4.2.2}^{cp} \times 45^\circ = A_{1.2}^{cp} - A_{4.2.1}$$

$$A_{1.2}^{cp} = 130 \text{ мм}$$

$$K_{33}^{cp} \times 45^\circ = 12 \text{ мм}$$

$$A_{4.2.1}^{cp} = A_{1.2}^{cp} - K_{33}^{cp} \times 45^\circ$$

$$A_{4.2.1}^{cp} = 130 - 12 = 118 \text{ мм}$$

Принимаем  $A_{4.2.1} = 118_{-0.5}^{+0.5} \text{ мм}$ .

Найдем технологический размер  $A_{4.1.1}$

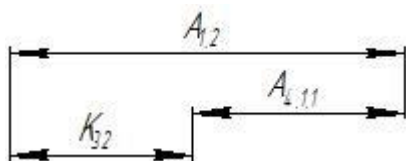


Рисунок 1.23 – Размерная цепь



Из цепи составляем уравнение для замыкающего звена. Далее находим среднее значение размера  $A_{4.1.1}$

$$K_{32}^{cp} = A_{1.2}^{cp} - A_{4.1.1}^{cp}$$

$$A_{1.2}^{cp} = 130 \text{ мм}$$

$$K_{32}^{cp} = 17 \text{ мм}$$

$$A_{4.1.1}^{cp} = A_{1.2}^{cp} - K_{32}^{cp}$$

$$A_{4.1.1}^{cp} = 130 - 17 = 113 \text{ мм}$$

Принимаем  $A_{4.1.1} = 113_{-0.02}^{+0.02} \text{ мм}$ .

Найдем технологический размер  $A_{4.3.1}$

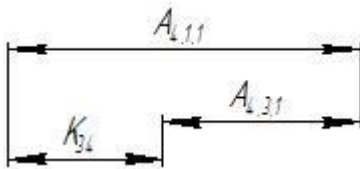


Рисунок 1.24 – Размерная цепь

Из цепи составляем уравнение для замыкающего звена. Далее находим среднее значение размера  $A_{4.3.1}$

$$K_{34}^{cp} = A_{4.1.1}^{cp} - A_{4.3.1}$$

$$A_{4.1.1}^{cp} = 113 \text{ мм}$$

$$K_{34}^{cp} = 13 \text{ мм}$$

$$A_{4.3.1} = A_{4.1.1}^{cp} - K_{34}^{cp}$$

$$A_{4.3.1} = 113 - 13 = 100 \text{ мм}$$

Принимаем  $A_{4.3.1} = 100_{-0.15}^{+0.15} \text{ мм}$ .

Найдем технологический размер  $A_{3.20.4}$

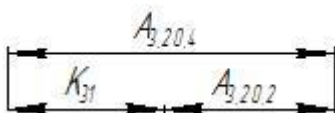


Рисунок 1.25 – Размерная цепь

Из цепи составляем уравнение для замыкающего звена. Далее находим среднее значение размера  $A_{3.20.4}$

$$K_{31}^{cp} = A_{3.20.4}^{cp} - A_{3.20.2}^{cp}$$

$$K_{31}^{cp} = 39 \text{ мм}$$

$$A_{3.20.2}^{cp} = 15,5 \text{ мм}$$

$$A_{3.20.4}^{cp} = K_{31}^{cp} + A_{3.20.2}^{cp}$$

$$A_{3.20.4}^{cp} = 39 + 15,5 = 54,5 \text{ мм}$$

Принимаем  $A_{3.20.4} = 54,5_{-0,31}^{+0,31} \text{ мм}$ .

Найдем технологический размер  $A_{3.19.4}$

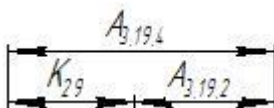


Рисунок 1.26 – Размерная цепь

Из цепи составляем уравнение для замыкающего звена. Далее находим среднее значение размера  $A_{3.19.4}$

$$K_{29}^{cp} = A_{3.19.4}^{cp} - A_{3.19.2}^{cp}$$

$$K_{29}^{cp} = 39 \text{ мм}$$

$$A_{3.19.2}^{cp} = 18,5 \text{ мм}$$

$$A_{3.19.4}^{cp} = K_{29}^{cp} + A_{3.19.2}^{cp}$$

$$A_{3.19.4}^{cp} = 39 + 18,5 = 57,5 \text{ мм}$$

Принимаем  $A_{3.19.4} = 57,5_{-0,31}^{+0,31} \text{ мм}$ .

Найдем технологический размер  $A_{3.17.2}$

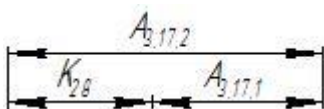


Рисунок 1.27 – Размерная цепь

Из цепи составляем уравнение для замыкающего звена. Далее находим среднее значение размера  $A_{3.17.2}$

$$K_{28}^{cp} = A_{3.17.2}^{cp} - A_{3.17.1}^{cp}$$

$$K_{28}^{cp} = 19 \text{ мм}$$

$$A_{3.17.1}^{cp} = 71,5 \text{ мм}$$

$$A_{3.17.2}^{cp} = K_{28}^{cp} + A_{3.17.1}^{cp}$$

$$A_{3.17.2}^{cp} = 19 + 71,5 = 90,5 \text{ мм}$$

Принимаем  $A_{3.17.2} = 90,5_{-0,1}^{+0,1} \text{ мм}$ .

Найдем технологический размер  $A_{3.15.1}$

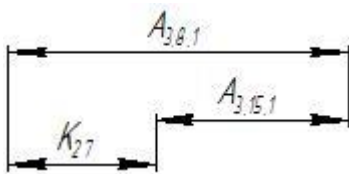


Рисунок 1.28 – Размерная цепь

Из цепи составляем уравнение для замыкающего звена. Далее находим среднее значение размера  $A_{3.15.1}$

$$K_{27}^{cp} = A_{3.8.1}^{cp} - A_{3.15.1}$$

$$A_{3.8.1}^{cp} = 110 \text{ мм}$$

$$K_{27}^{cp} = 29 \text{ мм}$$

$$A_{3.15.1}^{cp} = A_{3.8.1}^{cp} - K_{27}^{cp}$$

$$A_{3.15.1}^{cp} = 110 - 29 = 81 \text{ мм}$$

Принимаем  $A_{3.15.1} = 81_{-0,52}^{+0,52} \text{ мм}$ .

Найдем технологический размер  $A_{3.10.1}$

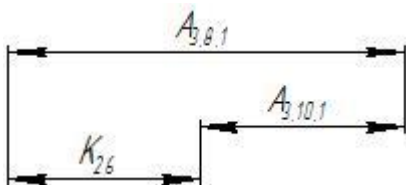


Рисунок 1.29 – Размерная цепь

Из цепи составляем уравнение для замыкающего звена. Далее находим среднее значение размера  $A_{3.10.1}$

$$K_{26}^{cp} = A_{3.8.1}^{cp} - A_{3.10.1}$$

$$A_{3.8.1}^{cp} = 110 \text{ мм}$$

$$K_{26}^{cp} = 22 \text{ мм}$$

$$A_{3.10.1}^{cp} = A_{3.8.1}^{cp} - K_{26}^{cp}$$

$$A_{3.10.1}^{cp} = 110 - 22 = 88 \text{ мм}$$

Принимаем  $A_{3.10.1} = 88_{-0,02}^{+0,02} \text{ мм}$ .

Найдем технологический размер  $A_{1.1}$



Рисунок 1.30 – Размерная цепь

Из цепи составляем уравнение для замыкающего звена. Далее находим среднее значение размера  $A_{1,1}$

$$z_{1,2}^{cp} = A_{1,1}^{cp} - A_{1,2}^{cp}$$

$$A_{1,1}^{cp} = z_{1,2}^{cp} + A_{1,2}^{cp}$$

$$z_{1,2}^{cp} = \frac{z_{1,2}^{\min} + (z_{1,2}^{\min} + TA_{1,1} + TA_{1,2})}{2} = \frac{2 + (2 + 0,41 + 0,41)}{2} = 2,41 \text{ мм}$$

$$A_{3,2,1}^{cp} = 2,41 + 130 = 132,41 \text{ мм}$$

Принимаем  $A_{1,1} = 132,5^{+0,21}_{-0,21} \text{ мм}$ .

Находим припуск  $z_{1,2}$

$$z_{1,2} = A_{1,1} - A_{1,2} = 132,5^{+0,21}_{-0,21} - 130_{-0,41} = 2,5^{+0,62}_{-0,21} \text{ мм}$$

Найдем технологический размер  $A_{0,2}$

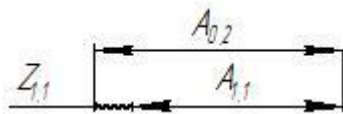


Рисунок 1.31 – Размерная цепь

Из цепи составляем уравнение для замыкающего звена. Далее находим среднее значение размера  $A_{0,2}$

$$z_{1,1}^{cp} = A_{0,2}^{cp} - A_{1,1}^{cp}$$

$$A_{0,2}^{cp} = z_{1,1}^{cp} + A_{1,1}^{cp}$$

$$z_{1,1}^{cp} = \frac{z_{1,1}^{\min} + (z_{1,1}^{\min} + TA_{0,2} + TA_{1,1})}{2} = \frac{2 + (2 + 2,5 + 0,41)}{2} = 3,45 \text{ мм}$$

$$A_{0,2}^{cp} = 3,45 + 132,41 = 135,86 \text{ мм}$$

Принимаем  $A_{0,2} = 136^{+1,25}_{-1,25} \text{ мм}$ .

Находим припуск  $z_{1,1}$

$$z_{1,1} = A_{0,2} - A_{1,1} = 136^{+1,25}_{-1,25} - 132,5_{-0,41} = 3,5^{+1,72}_{-1,25} \text{ мм}$$

Найдем технологический размер  $A_{2,1,1}$

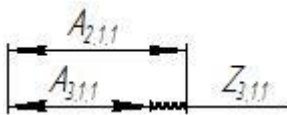


Рисунок 1.32 – Размерная цепь

Из цепи составляем уравнение для замыкающего звена. Далее находим среднее значение размера  $A_{2.1.1}$

$$z_{3.1.1}^{cp} = A_{2.1.1}^{cp} - A_{3.1.1}^{cp}$$

$$A_{2.1.1}^{cp} = z_{3.1.1}^{cp} + A_{3.1.1}^{cp}$$

$$z_{3.1.1}^{cp} = \frac{z_{3.1.1}^{\min} + (z_{3.1.1}^{\min} + TA_{2.1.1} + TA_{3.1.1})}{2} = \frac{2 + (2 + 0,58 + 0,43)}{2} = 2,51 \text{ мм}$$

$$A_{2.1.1}^{cp} = 2,51 + 15 = 17,51 \text{ мм}$$

Принимаем  $A_{2.1.1} = 17,5_{-0,29}^{+0,29} \text{ мм}$ .

Находим припуск  $z_{3.1.1}$

$$z_{3.1.1} = A_{2.1.1} - A_{3.1.1} = 17,5_{-0,29}^{+0,29} - 15_{-0,43} = 2,5_{-0,29}^{+0,72} \text{ мм}$$

Найдем технологический размер  $A_{0.3}^*$

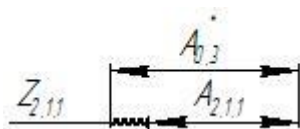


Рисунок 1.33 – Размерная цепь

Из цепи составляем уравнение для замыкающего звена. Далее находим среднее значение размера  $A_{0.3}^*$

$$z_{2.1.1}^{cp} = A_{0.3}^{cp} - A_{2.1.1}^{cp}$$

$$A_{0.3}^{cp} = z_{2.1.1}^{cp} + A_{2.1.1}^{cp}$$

$$z_{2.1.1}^{cp} = \frac{z_{2.1.1}^{\min} + (z_{2.1.1}^{\min} + TA_{0.3}^* + TA_{2.1.1})}{2} = \frac{2 + (2 + 0,58 + 1,5)}{2} = 3,04 \text{ мм}$$

$$A_{0.3}^{cp} = 3,04 + 17,51 = 20,55 \text{ мм}$$

Принимаем  $A_{0.3}^* = 20_{-0,75}^{+0,75} \text{ мм}$ .

Находим припуск  $z_{3.1.1}$

$$z_{2.1.1} = A_{0.3}^* - A_{2.1.1} = 20_{-0,75}^{+0,75} - 17,5_{-0,43} = 2,5_{-0,75}^{+1,18} \text{ мм}$$

### 1.12 Выбор оборудования для выполнения технологических операции

Операция 0 Отрезная. Для данной операции выбираем станок плазменной резки с ЧПУ – Cyber CUT 1530.



Основные технические характеристики:

Потребляемая мощность	1,5 кВт.
Система питания	220В, 50 Гц
Ширина обрабатываемого листа	1600 мм.
Длина обрабатываемого листа	3100 мм.
Вертикальный ход перемещения плазматрона	250 мм.
Длина рельсового пути (с учетом парковочной зоны)	3500 мм.
Скорость резания	0-12 м/мин
Скорость передвижения	0-20 м/мин
Точность воспроизведения заданного контура	±0,1 мм.
Точность позиционирования (мин. величина дискретности)	0,005 мм.
Стабилизация расстояния между плазматроном и поверхностью заготовки	ТНС/авто
Вид заготовки	Листовой прокат

Операции 5, 10 Фрезерные. Для данных операции выбираем универсально фрезерный станок марки – ПРОМА FVV-30.



Основные технические характеристики:

Потребляемая мощность	5,25 кВт.
Потребляемое напряжение	220 В.
Максимальное расстояние от стола до шпинделя	200 мм.
Размер рабочего стола	132×360 мм.
Максимальная частота вращения шпинделя	3600 об/мин.
Продольный ход стола	1000 мм.
Поперечный ход стола	300 мм.
Т-пазы стола	18×3

Операции 15, 20, 25 Фрезерные с ЧПУ. Для данных операции выбираем вертикально обрабатывающий центр серии KVL 580 (SMTCL).



Основные технические характеристики:

<b>Размеры рабочего стола, мм</b>	
Наибольшая нагрузка на стол, кг	300
Т-пазы стола	14×3
Перемещение по оси X, мм	580
Перемещение по оси Y, мм	420
Перемещение по оси Z, мм	520
Расстояние от торца шпинделя до поверхности рабочего стола, мм	100-620
<b>Шпиндель</b>	
Обороты шпинделя, Мин <sup>-1</sup>	20000
Мощность электродвигателя главного привода, кВт	7,5
Максимальный крутящий момент, Нм	35,8
<b>Точность</b>	
Точность позиционирования, мм	±0,005
Повторяемость, мм	±0,003
<b>Скорость перемещений</b>	
Быстрые перемещения по осям X / Y / Z, м/мин	48/48/48
Скорость подачи, м/мин	20
Время смены инструмента, сек.	1,8

### 1.13 Расчет и назначение режимов обработки на операциях

При назначении элементов режимов резания учитывают характер обработки, тип и размеры инструмента, материал его режущей части, материал и состояние заготовки, тип и состояние оборудования.

Элементы режима резания обычно устанавливают в порядке, указанном ниже:

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

Далее рассчитываются:

1. число оборотов;
2. фактическая скорость резания;
3. главная составляющая силы резания;

4. мощность резания;
5. мощность главного привода движения;
6. проверка по мощности.

### **Заготовительная операция 0: Отрезная на плазмареze с ЧПУ**

Отрезать заготовку (Переход 1)

1. Диаметр сопла:  $D=3$  мм.
2. Сила тока:  $I=300$  А.
3. Напряжение дуги:  $U=190$  В.
4. Скорость резания:  $V=6$  м/мин.
5. Скорость передвижения:  $V=20$  м/мин.
6. Период стойкости инструмента принимаем:  $T=45$  мин.
7. Минутная подача:  $S_M=30$  мм/мин
8. Средняя ширина реза: 7 мм.
9. Число проходов 1.

### **Фрезерная операция 5:**

#### **I. Фрезеровать поверхность (Переход 1)**

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [5, с.174]-Т15К6. Марки твердых сплавов.

Характеристика режущего инструмента:

Концевая фреза  $D_{\phi}=20$  мм;  $z=4$ .

1. Определяем ширину и глубину фрезерования:

$B_{\text{фр}}=20$  мм;  $t=2,5$  мм.

Число проходов 1.

2. Определяем подачу на зуб:  $S_z=0,15$  мм/зуб.

3. Скорость резания определяется по формуле: [5, с.406]

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

Период стойкости инструмента принимаем:  $T=30$  мин.

Значения коэффициентов определены по таблице 81 [5, с.410]:

$$C_v = 185,5; \quad q = 0,45; \quad x = 0,3; \quad y = 0,2; \quad u = 0,1; \quad p = 0,1; \quad m = 0,33.$$

Коэффициент  $K_v$  определяется:

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{Iv} \cdot K_{IIv} = 0,8 \cdot 0,9 \cdot 1 = 0,72$$

$$v = \frac{185,5 \cdot 20^{0,45}}{30^{0,33} \cdot 2,5^{0,3} \cdot 0,15^{0,2} \cdot 20^{0,1} \cdot 4^{0,1}} \cdot 0,72 = 120 \text{ м / мин.}$$



4. Расчетное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 120}{3,14 \cdot 20} = 1910 = 1900 \text{ об / мин.}$$

5. Расчет фактической скорости резания:

$$v = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 20 \cdot 1900}{1000} = 119 \text{ м / мин}$$

6. Главная составляющая сила резания, окружная сила:

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

Значения коэффициентов определены по таблице 83 [5, с.412]:

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

Примечание. Окружную силу  $P_z$  при фрезеровании алюминиевых сплавов рассчитывается, как для стали, с введением коэффициента 0,25.

Поправочный коэффициент  $K_{mp}$ , учитывающий влияние качества алюминиевых сплавов на силовые зависимости берется из таблицы 10 [5, с.363]:

$$K_{mp} = 2,75$$

$$P_z = \frac{10 \cdot 12,5 \cdot 2,5^{0,85} \cdot 0,15^{0,75} \cdot 20^1 \cdot 4}{20^{0,73} \cdot 1900^{-0,13}} \cdot 2,75 = 4326 \text{ Н.}$$

$$P_z = 4326 \cdot 0,25 = 1081 \text{ Н.}$$

7. Мощность резания:

$$N = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{1081 \cdot 119}{1020 \cdot 60} = 2,1 \text{ кВт.}$$

8. Мощность привода главного движения:

$$N_{np} = \frac{N}{\eta} = \frac{2,1}{0,75} = 2,8 \text{ кВт.}$$

Мощность электродвигателя универсально фрезерного станка марки – PROMA FVV-30  $N_{cm} = 5,25 \text{ кВт} > N_{np} = 2,8 \text{ кВт.}$

**Фрезерная операция 10:**

**II. Фрезеровать поверхность (Переход 1)**

Характеристика режущего инструмента:

Торцевая фреза  $D_{\phi} = 120 \text{ мм}; z = 12.$

1. Определяем ширину и глубину фрезерования:

$B_{\phi} = 120 \text{ мм}; t = 2,5 \text{ мм.}$

Число проходов 1.

2. Определяем подачу на зуб:  $S_z=0,02$  мм/зуб.

3. Скорость резания определяется по формуле:

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

Период стойкости инструмента принимаем:  $T=40$  мин.

Значения коэффициентов определены по таблице 81 [5, с.410]:

$$C_v = 245; q = 0,25; x = 0,1; y = 0,2; u = 0,15; p = 0,1; m = 0,2.$$

Коэффициент  $K_v$  определяется:

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{Iv} \cdot K_{Hv} = 0,8 \cdot 0,9 \cdot 1 = 0,72$$

$$v = \frac{245 \cdot 120^{0,25}}{40^{0,2} \cdot 2,5^{0,1} \cdot 0,02^{0,2} \cdot 120^{0,15} \cdot 12^{0,1}} \cdot 0,72 = 212 \text{ м / мин.}$$

4. Расчетное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 212}{3,14 \cdot 120} = 563 = 500 \text{ об / мин.}$$

5. Расчет фактической скорости резания:

$$v = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 120 \cdot 500}{1000} = 188 \text{ м / мин}$$

6. Главная составляющая сила резания, окружная сила:

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

Значения коэффициентов определены по таблице 83 [5, с.412]:

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

Примечание. Окружную силу  $P_z$  при фрезеровании алюминиевых сплавов рассчитывается, как для стали, с введением коэффициента 0,25.

Поправочный коэффициент  $K_{mp}$ , учитывающий влияние качества алюминиевых сплавов на силовые зависимости берется из таблицы 10 [5, с.363]:

$$K_{mp} = 2,75$$

$$P_z = \frac{10 \cdot 825 \cdot 2,5^1 \cdot 0,02^{0,75} \cdot 120^{1,1} \cdot 12}{120^{1,3} \cdot 500^{0,2}} \cdot 2,75 = 4009 \text{ Н.}$$

$$P_z = 4009 \cdot 0,25 = 1002 \text{ Н.}$$

7. Мощность резания:

$$N = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{1002 \cdot 188}{1020 \cdot 60} = 3,07 \text{ кВт}.$$

8. Мощность привода главного движения:

$$N_{np} = \frac{N}{\eta} = \frac{3,07}{0,75} = 4,1 \text{ кВт}.$$

Мощность электродвигателя универсально фрезерного станка марки – PROMA FVV-30  $N_{cm} = 5,25 \text{ кВт} > N_{np} = 4,1 \text{ кВт}$ .

**Сверление центровочного отверстия операция 15:**

**III. Сверлить центровочное отверстие на поверхности (Переход 11)**

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [5, ст.178]- T15K6. Марки твердых сплавов.

Характеристика режущего инструмента:

Центровочное сверло  $D_{св.} = 2 \text{ мм}$ ;  $t = 0,5 \cdot D = 0,5 \cdot 2 = 1 \text{ мм}$ .

2. Определяем подачу:  $S = 0,12 \text{ мм/об}$ .

Число проходов 1.

3. Скорость резания при сверлении определяется по формуле [5, с.382]:

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

Период стойкости инструмента принимаем:  $T = 10 \text{ мин}$ .

Значения коэффициентов определены по таблице 38 [5, с.383]:

$$C_v = 36,3; \quad q = 0,25; \quad y = 0,55; \quad m = 0,125.$$

Коэффициент  $K_v$  определяется:

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{lv} \cdot K_{lv} = 0,8 \cdot 1 \cdot 1 = 0,8$$

$$v = \frac{36,3 \cdot 2^{0,25}}{10^{0,125} \cdot 0,12^{0,55}} \cdot 0,8 = 92 \text{ м / мин}.$$

4. Расчетное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 92}{3,14 \cdot 2} = 14650 = 14600 \text{ об / мин}.$$

6. Крутящий момент:

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

Значения коэффициентов определены по таблице 42 [5, с.385]:

$$C_M = 0,005; \quad q = 2; \quad y = 0,8;$$

$$K_p = K_{mp} = 2,75 \text{ таблица 10 [5, с.363].}$$

$$M_{mp} = 10 \cdot 0,005 \cdot 2^2 \cdot 0,12^{0,8} \cdot 2,75 = 0,11 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

7. Осевая сила:

$$P_0 = 10 \cdot C_p \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p$$

Значения коэффициентов определены по таблице 42 [5, с.385]:

$$C_p = 9,8; \quad q = 1; \quad y = 0,7;$$

$$K_p = K_{mp} = 2,75 \text{ таблица 10 [5, с.363].}$$

$$P_0 = 10 \cdot 9,8 \cdot 2^1 \cdot 0,12^{0,7} \cdot 2,75 = 122 \text{ Н}$$

8. Мощность резания:

$$N = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750} = \frac{0,11 \cdot 14600}{9750} = 0,16 \text{ кВт}$$

9. Мощность привода главного движения:

$$N_{пр} = \frac{N}{\eta} = \frac{0,16}{0,75} = 0,21 \text{ кВт}$$

Мощность электродвигателя фрезерного станка с ЧПУ марки – вертикально обрабатывающий центр серии KVL 580 (SMTCL)  $N_{см} = 7,5 \text{ кВт} > N_{пр} = 0,21 \text{ кВт}$ .

### **Сверление отверстия операция 15:**

#### **IV. Сверлить отверстие на поверхности (Переход 17)**

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [5, с.178]- T15K6. Марки твердых сплавов.

Характеристика режущего инструмента:

Центровочное сверло  $D_{св.} = 2,5 \text{ мм}$ ;  $t = 0,5 \cdot D = 0,5 \cdot 2,5 = 1,25 \text{ мм}$ .

Сверлим до глубины  $t = 8 \text{ мм}$ , с указанной глубиной  $t = 1,25 \text{ мм}$ , за 6 проходов.

2. Определяем подачу:  $S = 0,12 \text{ мм/об}$ .

3. Скорость резания при сверлении определяется по формуле:

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

Период стойкости инструмента принимаем:  $T = 10 \text{ мин}$ .

Значения коэффициентов определены по таблице 38 [5, с.383]:

$$C_v = 36,3; \quad q = 0,25; \quad y = 0,55; \quad m = 0,125.$$

Коэффициент  $K_v$  определяется:

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{lv} \cdot K_{lv} = 0,8 \cdot 1 \cdot 1 = 0,8$$

$$v = \frac{36,3 \cdot 2,5^{0,25}}{10^{0,125} \cdot 0,12^{0,55}} \cdot 0,8 = 88 \text{ м / мин.}$$

4. Расчетное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 88}{3,14 \cdot 2,5} = 11210 = 11200 \text{ об / мин.}$$

5. Крутящий момент:

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

Значения коэффициентов определены по таблице 42 [5, с.385]:

$$C_M = 0,005; \quad q = 2; \quad y = 0,8;$$

$$K_p = K_{\text{мп}} = 2,75 \text{ таблица 10 [5, с.363].}$$

$$M_{\text{мп}} = 10 \cdot 0,005 \cdot 2,5^2 \cdot 0,12^{0,8} \cdot 2,75 = 0,16 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

6. Осевая сила:

$$P_0 = 10 \cdot C_p \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p$$

Значения коэффициентов определены по таблице 42 [5, с.385]:

$$C_p = 9,8; \quad q = 1; \quad y = 0,7;$$

$$K_p = K_{\text{мп}} = 2,75 \text{ таблица 10 [5, с.363].}$$

$$P_0 = 10 \cdot 9,8 \cdot 2,5^1 \cdot 0,12^{0,7} \cdot 2,75 = 153 \text{ Н}$$

7. Мощность резания:

$$N = \frac{M_{\text{кр}} \cdot n}{9750} = \frac{0,16 \cdot 11200}{9750} = 0,18 \text{ кВт.}$$

8. Мощность привода главного движения:

$$N_{\text{пр}} = \frac{N}{\eta} = \frac{0,18}{0,75} = 0,24 \text{ кВт.}$$

Мощность электродвигателя фрезерного станка с ЧПУ марки – вертикально обрабатывающий центр серии KVL 580 (SMTCL)  $N_{\text{см}} = 7,5 \text{ кВт} > N_{\text{пр}} = 0,24 \text{ кВт.}$

### **Фрезерная операция 15:**

#### **V. Фрезеровать 4 паза (Переход 19)**

Материал режущего инструмента выбираем в соответствии с рекомендациями [5, с.178]-Т15К6. Марки твердых сплавов.

Характеристика режущего инструмента:

Концевая фреза  $D_{\text{ф}}=3,5 \text{ мм}; z=4.$

1. Определяем ширину и глубину фрезерования:

$V_{фр}=3,5$  мм;  $t=5$ мм.

Число проходов 1.

2. Определяем подачу на зуб:  $S_z=0,01$  мм/зуб.

3. Скорость резания определяется по формуле:

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

Период стойкости инструмента принимаем:  $T=30$  мин.

Значения коэффициентов определены по таблице 81 [5, с.410]:

$$C_v = 185,5; \quad q = 0,45; \quad x = 0,3; \quad y = 0,2; \quad u = 0,1; \quad p = 0,1; \quad m = 0,33.$$

Коэффициент  $K_v$  определяется:

$$K_v = K_{Mv} \cdot K_{Iv} \cdot K_{Iv} = 0,8 \cdot 0,9 \cdot 1 = 0,72$$

$$v = \frac{185,5 \cdot 3,5^{0,45}}{30^{0,33} \cdot 5^{0,3} \cdot 0,01^{0,2} \cdot 3,5^{0,1} \cdot 4^{0,1}} \cdot 0,72 = 110 \text{ м / мин.}$$

4. Расчетное число оборотов шпинделя:

$$n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot d} = \frac{1000 \cdot 110}{3,14 \cdot 3,5} = 10009 = 10000 \text{ об / мин.}$$

5. Расчет фактической скорости резания:

$$v = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 3,5 \cdot 10000}{1000} = 110 \text{ м / мин}$$

6. Главная составляющая сила резания, окружная сила:

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

Значения коэффициентов определены по таблице 83 [5, с.412]:

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

Окружную силу  $P_z$  при фрезеровании алюминиевых сплавов рассчитывается, как для стали, с введением коэффициента 0,25.

Поправочный коэффициент  $K_{mp}$ , учитывающий влияние качества алюминиевых сплавов на силовые зависимости.

$$\sigma_s > 350 \text{ МПа};$$

Тогда поправочный коэффициент для дюралюминия равняется:

$$K_{mp} = 2,75$$

$$P_z = \frac{10 \cdot 12,5 \cdot 5^{0,85} \cdot 0,01^{0,75} \cdot 3,5^1 \cdot 4}{3,5^{0,73} \cdot 10000^{-0,13}} \cdot 2,75 = 779 \text{ Н.}$$

$$P_z = 779 \cdot 0,25 = 195 \text{ Н.}$$

7. Мощность резания:

$$N = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60} = \frac{195 \cdot 110}{1020 \cdot 60} = 0,35 \text{ кВт.}$$

8. Мощность привода главного движения:

$$N_{np} = \frac{N}{\eta} = \frac{0,35}{0,75} = 0,5 \text{ кВт.}$$

Мощность электродвигателя фрезерного станка с ЧПУ марки – вертикально обрабатывающий центр серии KVL 580 (SMTCL)  $N_{cm} = 7,5 \text{ кВт} > N_{np} = 0,5 \text{ кВт}$ .

Пользуясь рассчитанными режимами резания, для остальных переходов назначаем аналогично режимы резания и вносим в таблицу.

Таблица 1.5 – данные режимов резания для расчета норм времени.

№ Операции	№ Перехода	Режимы резания
0 Заготовительная	1 Отрезать заготовку	$S_M=30$ мм/мин. $V=6$ м/мин. $T=45$ мин.
5 Фрезерная	1 Фрезеровать поверхность 1	$S_z=0,15$ мм/зуб. $V=119$ м/мин. $n=1900$ об/мин. $P_z=1081$ Н. $N_{np}=2,8$ кВт.
	2 Фрезеровать поверхность 2	$S_z=0,15$ мм/зуб. $V=119$ м/мин. $n=1900$ об/мин. $P_z=1081$ Н. $N_{np}=2,8$ кВт.
10 Фрезерная	1 Фрезеровать поверхность 3	$S_z=0,02$ мм/зуб. $V=188$ м/мин. $n=500$ об/мин. $P_z=1002$ Н. $N_{np}=4,1$ кВт.
15 Фрезерная с ЧПУ	1 Фрезеровать поверхность 4	$S_z=0,02$ мм/зуб. $V=188$ м/мин. $n=500$ об/мин. $P_z=1002$ Н. $N_{np}=4,1$ кВт.
	2 Фрезеровать поверхность 5	$S_z=0,15$ мм/зуб. $V=119$ м/мин. $n=1900$ об/мин. $P_z=1081$ Н. $N_{np}=2,8$ кВт.
	3 Фрезеровать поверхность 6	$S_z=0,15$ мм/зуб. $V=119$ м/мин. $n=1900$ об/мин. $P_z=1081$ Н.

		$N_{пр.}=2,8$ кВт.
4	Фрезеровать карман	$S_z=0,01$ мм/зуб. $V=110$ м/мин. $n=10000$ об/мин. $P_z=195$ Н. $N_{пр.}=0,5$ кВт.
5	Фрезеровать карман	$S_z=0,01$ мм/зуб. $V=110$ м/мин. $n=10000$ об/мин. $P_z=195$ Н. $N_{пр.}=0,5$ кВт.
6	Фрезеровать отверстие	$S_z=0,15$ мм/зуб. $V=119$ м/мин. $n=1900$ об/мин. $P_z=1081$ Н. $N_{пр.}=2,8$ кВт.
7	Фрезеровать отверстие	$S_z=0,15$ мм/зуб. $V=119$ м/мин. $n=1900$ об/мин. $P_z=1081$ Н. $N_{пр.}=2,8$ кВт.
8	Фрезеровать отверстие	$S_z=0,15$ мм/зуб. $V=119$ м/мин. $n=1900$ об/мин. $P_z=1081$ Н. $N_{пр.}=2,8$ кВт.
9	Фрезеровать отверстие	$S_z=0,15$ мм/зуб. $V=119$ м/мин. $n=1900$ об/мин. $P_z=1081$ Н. $N_{пр.}=2,8$ кВт.
10	Фрезеровать отверстие	$S_z=0,01$ мм/зуб. $V=110$ м/мин. $n=10000$ об/мин. $P_z=195$ Н. $N_{пр.}=0,5$ кВт.
11	Центровать отверстие	$S=0,12$ мм/об. $V=90$ м/мин. $n=14600$ об/мин. $P_0=122$ Н. $N_{пр.}=0,21$ кВт.
12	Центровать 2 отверстия	$S=0,12$ мм/об. $V=90$ м/мин. $n=14600$ об/мин. $P_0=122$ Н. $N_{пр.}=0,21$ кВт.
13	Центровать 2 отверстия	$S=0,12$ мм/об. $V=90$ м/мин. $n=14600$ об/мин. $P_0=122$ Н. $N_{пр.}=0,21$ кВт.
14		$S=0,12$ мм/об.



	Центровать 4 отверстия	V=90 м/мин. n=14600 об/мин. P <sub>0</sub> =122 Н. N <sub>пр.</sub> =0,21 кВт.
	15 Сверлить отверстие	S=0,12 мм/об. V=88 м/мин. n=11200 об/мин. P <sub>0</sub> =153 Н. N <sub>пр.</sub> =0,24 кВт.
	16 Сверлить 2 отверстия	S=0,12 мм/об. V=88 м/мин. n=11200 об/мин. P <sub>0</sub> =153 Н. N <sub>пр.</sub> =0,24 кВт.
	17 Сверлить 2 отверстия	S=0,12 мм/об. V=88 м/мин. n=11200 об/мин. P <sub>0</sub> =153 Н. N <sub>пр.</sub> =0,24 кВт.
	18 Сверлить 4 отверстия	S=0,12 мм/об. V=88 м/мин. n=11200 об/мин. P <sub>0</sub> =153 Н. N <sub>пр.</sub> =0,24 кВт.
	19 Фрезеровать 4 паза	S <sub>z</sub> =0,01 мм/зуб. V=110 м/мин. n=10000 об/мин. P <sub>z</sub> =195 Н. N <sub>пр.</sub> =0,5 кВт.
	20 Фрезеровать 4 паза	S <sub>z</sub> =0,01 мм/зуб. V=110 м/мин. n=10000 об/мин. P <sub>z</sub> =195 Н. N <sub>пр.</sub> =0,5 кВт.
20 Фрезерная с ЧПУ	1 Фрезеровать торец	S <sub>z</sub> =0,15 мм/зуб. V=119 м/мин. n=1900 об/мин. P <sub>z</sub> =1081 Н. N <sub>пр.</sub> =2,8 кВт.
	2 Фрезеровать фаску	S <sub>z</sub> =0,15 мм/зуб. V=119 м/мин. n=1900 об/мин. P <sub>z</sub> =1081 Н. N <sub>пр.</sub> =2,8 кВт.
	3 Фрезеровать паз	S <sub>z</sub> =0,15 мм/зуб. V=119 м/мин. n=1900 об/мин. P <sub>z</sub> =1081 Н. N <sub>пр.</sub> =2,8 кВт.
	4 Фрезеровать фаску	S <sub>z</sub> =0,15 мм/зуб. V=119 м/мин. n=1900 об/мин.

		$P_z=1081 \text{ Н.}$ $N_{\text{пр.}}=2,8 \text{ кВт.}$
25 Фрезерная с ЧПУ	1 Сверлить 2 отверстия	$S=0,12 \text{ мм/об.}$ $V=88 \text{ м/мин.}$ $n=11200 \text{ об/мин.}$ $P_0=153 \text{ Н.}$ $N_{\text{пр.}}=0,24 \text{ кВт.}$
	2 Сверлить 2 отверстия	$S=0,12 \text{ мм/об.}$ $V=88 \text{ м/мин.}$ $n=11200 \text{ об/мин.}$ $P_0=153 \text{ Н.}$ $N_{\text{пр.}}=0,24 \text{ кВт.}$

### 1.14 Нормирование технологических операции

Расчет основного времени производят на основании следующей зависимости [2, с.101]:

$$t_0 = \frac{L_{p.x.} \cdot i}{S \cdot n}, \text{ мин};$$

Где:  $L_{p.x.}$  – длина рабочего хода, мм;

$i$  – число рабочих ходов;

$n$  – частота вращения шпинделя, об/мин;

$S$  – подача, мм/зуб, мм/об (мм/мин).

Расчетную длину обработки определяют как:

$$L_{p.x.} = l + l_{\text{подв.}} + l_{\text{пер.}}, \text{ мм};$$

Здесь  $l$  – длина резания, равная развернутой длине обрабатываемого профиля, мм;

$l_{\text{подв.}}$  – величина подвода инструмента, мм;

$l_{\text{пер.}}$  – величина перебега инструмента (1,0...2,0), мм.

Вспомогательное время определяем по формуле:

$$T_{\text{всп.}} = T_{\text{у.с.}} + T_{\text{з.о.}} + T_{\text{уп.}} + T_{\text{изм.}};$$

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

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

$T_{\text{уп.}}$  – время на управление программой;

$T_{\text{изм.}}$  – время на промер детали;

$T_{\text{всп.}}$  – вспомогательное время.

Оперативное время:

$$T_{\text{опер.}} = T_o + T_{\text{всп.}}$$

Время на обслуживание и отдых:

$$T_{o.o.} = 15\% \cdot T_{опер.}$$

Штучное время:

$$T_{шт.} = T_o + T_{всп.} + T_{o.o.}$$

Штучно-калькуляционное время:

$$T_{шт.к.} = T_{шт.} + \left( \frac{T_{п.з.}}{n} \right);$$

Где:  $T_{п.з.}$  – подготовительно заключительное время;

$n$  – количество деталей.

### Заготовительная операция 0

$$t_0 = \frac{l}{S_M}$$

Где:  $l$  – длина рабочего хода, мм;

$S_M$  – минутная подача, м/мин.

$$l = l + l_{подв.} + l_{про.}$$

$$t_0 = \frac{l}{S_M} = \frac{270 + 2 + 2}{30} = 9,13 \text{ мин.}$$

$$T_{у.с.} = 0,2 \quad T_{з.о.} = 0,4 \quad T_{уп.} = 0,24 \quad T_{изм} = 0,14$$

По формуле определим вспомогательное время:

$$T_{всп.} = 0,2 + 0,4 + 0,24 + 0,14 = 0,98 \text{ мин.}$$

По формуле определим оперативное время:

$$T_{опер.} = 9,13 + 0,98 = 10,11 \text{ мин.}$$

По формуле определяем время на обслуживание и отдых:

$$T_{o.o.} = 15\% \cdot 10,11 = 1,571 \text{ мин.}$$

По формуле определим штучное время:

$$T_{шт.} = 9,13 + 0,98 + 1,571 = 11,681 \text{ мин.}$$

Подготовительно-заключительное время  $T_{п.з.} = 14$  мин.

По формуле определим штучно-калькуляционное время:

$$T_{шт.к.} = 11,681 + \left( \frac{14}{1000} \right) = 11,70 \text{ мин.}$$

### Фрезерная операция 5 переход 1 фрезеровать торец

$$t_0 = \frac{(l + l_{подв.} + l_{пер.}) \cdot i}{S_M} = \frac{(120 + 2 + 2) \cdot 2}{4 \cdot 0,15 \cdot 1900} = 0,22 \text{ мин.}$$

## Переход 2 фрезеровать торец

$$t_0 = \frac{(l + l_{\text{подв.}} + l_{\text{пер.}}) \cdot i}{S_M} = \frac{(120 + 2 + 2) \cdot 2}{4 \cdot 0,15 \cdot 1900} = 0,22 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{у.с.}} = 0,22 \quad T_{\text{з.о.}} = 0,5 \quad T_{\text{уп.}} = 0,2 \quad T_{\text{изм}} = 0,5$$

Общее основное время на данном переходе:

$$t_0 = 0,22 + 0,22 = 0,44 \text{ мин.}$$

По формуле определим вспомогательное время:

$$T_{\text{всп.}} = 0,22 + 0,5 + 0,2 + 0,5 = 1,42 \text{ мин.}$$

По формуле определим оперативное время:

$$T_{\text{опер.}} = 0,44 + 1,42 = 1,86 \text{ мин.}$$

По формуле определяем время на обслуживание и отдых:

$$T_{\text{о.о.}} = 15\% \cdot 1,86 = 0,28 \text{ мин.}$$

По формуле определим штучное время:

$$T_{\text{шт.}} = 0,44 + 1,42 + 0,28 = 2,14 \text{ мин.}$$

Подготовительно-заключительное время  $T_{\text{пз.}} = 16$  мин.

По формуле определим штучно-калькуляционное время:

$$T_{\text{шт.к.}} = 2,14 + \left( \frac{16}{1000} \right) = 2,16 \text{ мин.}$$

## Фрезерная операция 10 переход 1 фрезеровать поверхность

$$t_0 = \frac{(l + l_{\text{подв.}} + l_{\text{пер.}}) \cdot i}{S_M} = \frac{(130 + 2 + 2) \cdot 1}{12 \cdot 0,02 \cdot 500} = 1,12 \text{ мин.}$$

$$T_{\text{у.с.}} = 0,22 \quad T_{\text{з.о.}} = 0,5 \quad T_{\text{уп.}} = 0,2 \quad T_{\text{изм}} = 0,5$$

По формуле определим вспомогательное время:

$$T_{\text{всп.}} = 0,22 + 0,5 + 0,2 + 0,5 = 1,42 \text{ мин.}$$

По формуле определим оперативное время:

$$T_{\text{опер.}} = 1,12 + 1,42 = 2,54 \text{ мин.}$$

По формуле определяем время на обслуживание и отдых:

$$T_{\text{о.о.}} = 15\% \cdot 2,54 = 0,38 \text{ мин.}$$

По формуле определим штучное время:

$$T_{\text{шт.}} = 1,1 + 2,54 + 0,38 = 4,2 \text{ мин.}$$

Подготовительно-заключительное время  $T_{\text{пз.}} = 16$  мин.

По формуле определим штучно-калькуляционное время:

$$T_{\text{ит.к.}} = 4,2 + \left( \frac{16}{1000} \right) = 4,22 \text{ мин.}$$

**Фрезерная с ЧПУ операция 15 переход 1 фрезеровать поверхность**

$$t_0 = \frac{(l + l_{\text{подв.}} + l_{\text{пер.}}) \cdot i}{S_M} = \frac{(130 + 2 + 2) \cdot 1}{12 \cdot 0,02 \cdot 500} = 1,12 \text{ мин.}$$

**Переход 2 фрезеровать торец**

$$t_0 = \frac{(l + l_{\text{подв.}} + l_{\text{пер.}}) \cdot i}{S_M} = \frac{(130 + 2 + 2) \cdot 1}{4 \cdot 0,15 \cdot 1900} = 0,12 \text{ мин.}$$

**Переход 3 фрезеровать торец**

$$t_0 = \frac{(l + l_{\text{подв.}} + l_{\text{пер.}}) \cdot i}{S_M} = \frac{(130 + 2 + 2) \cdot 1}{4 \cdot 0,15 \cdot 1900} = 0,12 \text{ мин.}$$

**Переход 4 фрезеровать карман**

$$t_0 = \frac{(l + l_{\text{подв.}} + l_{\text{пер.}}) \cdot i}{S_M} = \frac{(49 + 1 + 1) \cdot 5}{4 \cdot 0,01 \cdot 10000} = 0,64 \text{ мин.}$$

**Переход 5 фрезеровать карман**

$$t_0 = \frac{(l + l_{\text{подв.}} + l_{\text{пер.}}) \cdot i}{S_M} = \frac{(49 + 1 + 1) \cdot 5}{4 \cdot 0,01 \cdot 10000} = 0,64 \text{ мин.}$$

**Переход 6 фрезеровать отверстие**

$$t_0 = \frac{(l + l_{\text{подв.}} + l_{\text{пер.}}) \cdot i}{S_M} = \frac{(15 + 1 + 1) \cdot 1}{4 \cdot 0,15 \cdot 1900} = 0,015 \text{ мин.}$$

**Переход 7 фрезеровать отверстие**

$$t_0 = \frac{(l + l_{\text{подв.}} + l_{\text{пер.}}) \cdot i}{S_M} = \frac{(15 + 1 + 1) \cdot 1}{4 \cdot 0,15 \cdot 1900} = 0,015 \text{ мин.}$$

**Переход 8 фрезеровать отверстие**

$$t_0 = \frac{(l + l_{\text{подв.}} + l_{\text{пер.}}) \cdot i}{S_M} = \frac{(15 + 1 + 1) \cdot 1}{4 \cdot 0,15 \cdot 1900} = 0,015 \text{ мин.}$$

**Переход 9 фрезеровать отверстие**

$$t_0 = \frac{(l + l_{\text{подв.}} + l_{\text{пер.}}) \cdot i}{S_M} = \frac{(11,5 + 1 + 1) \cdot 1}{4 \cdot 0,15 \cdot 1900} = 0,012 \text{ мин.}$$

**Переход 10 фрезеровать отверстие**

$$t_0 = \frac{(l + l_{\text{подв.}} + l_{\text{пер.}}) \cdot i}{S_M} = \frac{(15 + 101 + 12 + 1 + 1) \cdot 1}{4 \cdot 0,01 \cdot 10000} = 0,325 \text{ мин.}$$

**Переход 11 сверлить центровочное отверстие**

$$t_0 = \frac{(l + l_{\text{подв.}} + l_{\text{неп.}}) \cdot i}{S_M} = \frac{(1+1+1) \cdot 1}{0,12 \cdot 14600} = 0,002 \text{ мин.}$$

**Переход 12 сверлить 2 центровочных отверстия**

$$t_0 = \frac{(l + l_{\text{подв.}} + l_{\text{неп.}}) \cdot i}{S_M} = \frac{(1+1+1) \cdot 1}{0,12 \cdot 14600} = 0,002 \text{ мин.}$$

$$t_0 = \frac{(l + l_{\text{подв.}} + l_{\text{неп.}}) \cdot i}{S_M} = \frac{(1+1+1) \cdot 1}{0,12 \cdot 14600} = 0,002 \text{ мин.}$$

**Переход 13 сверлить 2 центровочных отверстия**

$$t_0 = \frac{(l + l_{\text{подв.}} + l_{\text{неп.}}) \cdot i}{S_M} = \frac{(1+1+1) \cdot 1}{0,12 \cdot 14600} = 0,002 \text{ мин.}$$

$$t_0 = \frac{(l + l_{\text{подв.}} + l_{\text{неп.}}) \cdot i}{S_M} = \frac{(1+1+1) \cdot 1}{0,12 \cdot 14600} = 0,002 \text{ мин.}$$

**Переход 14 сверлить 4 центровочных отверстия**

$$t_0 = \frac{(l + l_{\text{подв.}} + l_{\text{неп.}}) \cdot i}{S_M} = \frac{(1+1+1) \cdot 1}{0,12 \cdot 14600} = 0,002 \text{ мин.}$$

$$t_0 = \frac{(l + l_{\text{подв.}} + l_{\text{неп.}}) \cdot i}{S_M} = \frac{(1+1+1) \cdot 1}{0,12 \cdot 14600} = 0,002 \text{ мин.}$$

$$t_0 = \frac{(l + l_{\text{подв.}} + l_{\text{неп.}}) \cdot i}{S_M} = \frac{(1+1+1) \cdot 1}{0,12 \cdot 14600} = 0,002 \text{ мин.}$$

$$t_0 = \frac{(l + l_{\text{подв.}} + l_{\text{неп.}}) \cdot i}{S_M} = \frac{(1+1+1) \cdot 1}{0,12 \cdot 14600} = 0,002 \text{ мин.}$$

**Переход 15 сверлить отверстие**

$$t_0 = \frac{(l + l_{\text{подв.}} + l_{\text{неп.}}) \cdot i}{S_M} = \frac{(15+1+1) \cdot 2}{0,12 \cdot 11200} = 0,025 \text{ мин.}$$

**Переход 16 сверлить 2 отверстия**

$$t_0 = \frac{(l + l_{\text{подв.}} + l_{\text{неп.}}) \cdot i}{S_M} = \frac{(8+1+1) \cdot 6}{0,12 \cdot 11200} = 0,045 \text{ мин.}$$

$$t_0 = \frac{(l + l_{\text{подв.}} + l_{\text{неп.}}) \cdot i}{S_M} = \frac{(8+1+1) \cdot 6}{0,12 \cdot 11200} = 0,045 \text{ мин.}$$

**Переход 17 сверлить 2 отверстия**

$$t_0 = \frac{(l + l_{\text{подв.}} + l_{\text{неп.}}) \cdot i}{S_M} = \frac{(8+1+1) \cdot 6}{0,12 \cdot 11200} = 0,045 \text{ мин.}$$

$$t_0 = \frac{(l + l_{\text{подв.}} + l_{\text{неп.}}) \cdot i}{S_M} = \frac{(8+1+1) \cdot 6}{0,12 \cdot 11200} = 0,045 \text{ мин.}$$

#### Переход 18 сверлить 4 отверстия

$$t_0 = \frac{(l + l_{\text{подв.}} + l_{\text{неп.}}) \cdot i}{S_M} = \frac{(8+1+1) \cdot 6}{0,12 \cdot 11200} = 0,045 \text{ мин.}$$

$$t_0 = \frac{(l + l_{\text{подв.}} + l_{\text{неп.}}) \cdot i}{S_M} = \frac{(8+1+1) \cdot 6}{0,12 \cdot 11200} = 0,045 \text{ мин.}$$

$$t_0 = \frac{(l + l_{\text{подв.}} + l_{\text{неп.}}) \cdot i}{S_M} = \frac{(8+1+1) \cdot 6}{0,12 \cdot 11200} = 0,045 \text{ мин.}$$

$$t_0 = \frac{(l + l_{\text{подв.}} + l_{\text{неп.}}) \cdot i}{S_M} = \frac{(8+1+1) \cdot 6}{0,12 \cdot 11200} = 0,045 \text{ мин.}$$

#### Переход 19 фрезеровать 4 паза

$$t_0 = \frac{(l + l_{\text{подв.}} + l_{\text{неп.}}) \cdot i}{S_M} = \frac{(8+1+1) \cdot 1}{4 \cdot 0,01 \cdot 10000} = 0,025 \text{ мин.}$$

$$t_0 = \frac{(l + l_{\text{подв.}} + l_{\text{неп.}}) \cdot i}{S_M} = \frac{(8+1+1) \cdot 1}{4 \cdot 0,01 \cdot 10000} = 0,025 \text{ мин.}$$

$$t_0 = \frac{(l + l_{\text{подв.}} + l_{\text{неп.}}) \cdot i}{S_M} = \frac{(8+1+1) \cdot 1}{4 \cdot 0,01 \cdot 10000} = 0,025 \text{ мин.}$$

$$t_0 = \frac{(l + l_{\text{подв.}} + l_{\text{неп.}}) \cdot i}{S_M} = \frac{(8+1+1) \cdot 1}{4 \cdot 0,01 \cdot 10000} = 0,025 \text{ мин.}$$

#### Переход 20 фрезеровать 4 паза

$$t_0 = \frac{(l + l_{\text{подв.}} + l_{\text{неп.}}) \cdot i}{S_M} = \frac{(8+1+1) \cdot 1}{4 \cdot 0,01 \cdot 10000} = 0,025 \text{ мин.}$$

$$t_0 = \frac{(l + l_{\text{подв.}} + l_{\text{неп.}}) \cdot i}{S_M} = \frac{(8+1+1) \cdot 1}{4 \cdot 0,01 \cdot 10000} = 0,025 \text{ мин.}$$

$$t_0 = \frac{(l + l_{\text{подв.}} + l_{\text{неп.}}) \cdot i}{S_M} = \frac{(8+1+1) \cdot 1}{4 \cdot 0,01 \cdot 10000} = 0,025 \text{ мин.}$$

$$t_0 = \frac{(l + l_{\text{подв.}} + l_{\text{неп.}}) \cdot i}{S_M} = \frac{(8+1+1) \cdot 1}{4 \cdot 0,01 \cdot 10000} = 0,025 \text{ мин.}$$

Общее основное время на данном переходе:

$$t_0 = 1,12 + 0,12 + 0,12 + 0,64 + 0,64 + 0,015 + 0,015 + 0,015 + 0,012 + 0,325 + 0,002 + 0,004 + 0,004 + 0,008 + 0,025 + 0,090 + 0,090 + 0,18 + 0,1 + 0,1 = 3,601 \text{ мин.}$$

$$T_{y.c.} = 0,22 \quad T_{z.o.} = 0,5 \quad T_{y.n.} = 0,2 \quad T_{u3M} = 0,5$$

По формуле определим вспомогательное время:

$$T_{всп.} = 0,22 + 0,5 + 0,2 + 0,5 = 1,42 \text{ мин.}$$

По формуле определим оперативное время:

$$T_{опер.} = 3,601 + 1,42 = 5,021 \text{ мин.}$$

По формуле определяем время на обслуживание и отдых:

$$T_{о.о.} = 15\% \cdot 5,021 = 0,753 \text{ мин.}$$

По формуле определим штучное время:

$$T_{шт.} = 3,601 + 1,42 + 0,753 = 5,77 \text{ мин.}$$

Подготовительно-заключительное время  $T_{пз.} = 12$  мин.

По формуле определим штучно-калькуляционное время:

$$T_{шт.к.} = 5,77 + \left( \frac{12}{1000} \right) = 5,8 \text{ мин.}$$

**Фрезерная с ЧПУ операция 20 переход 1 фрезеровать торец**

$$t_0 = \frac{(l + l_{подв.} + l_{пер.}) \cdot i}{S_M} = \frac{(80 + 2 + 2) \cdot 7}{4 \cdot 0,15 \cdot 1900} = 0,52 \text{ мин.}$$

**Переход 2 фрезеровать фаску**

$$t_0 = \frac{(l + l_{подв.} + l_{пер.}) \cdot i}{S_M} = \frac{(12 + 1 + 1) \cdot 1}{4 \cdot 0,15 \cdot 1900} = 0,012 \text{ мин.}$$

**Переход 3 фрезеровать паз**

$$t_0 = \frac{(l + l_{подв.} + l_{пер.}) \cdot i}{S_M} = \frac{(13 + 1 + 1) \cdot 1}{4 \cdot 0,15 \cdot 1900} = 0,013 \text{ мин.}$$

**Переход 4 фрезеровать фаску**

$$t_0 = \frac{(l + l_{подв.} + l_{пер.}) \cdot i}{S_M} = \frac{(12 + 1 + 1) \cdot 1}{4 \cdot 0,15 \cdot 1900} = 0,012 \text{ мин.}$$

Общее основное время на данном переходе:

$$t_0 = 0,52 + 0,012 + 0,013 + 0,012 = 0,557 \text{ мин.}$$

$$T_{у.с.} = 0,22 \quad T_{з.о.} = 0,5 \quad T_{уп.} = 0,2 \quad T_{изм} = 0,5$$

По формуле определим вспомогательное время:

$$T_{всп.} = 0,22 + 0,5 + 0,2 + 0,5 = 1,42 \text{ мин.}$$

По формуле определим оперативное время:

$$T_{опер.} = 0,557 + 1,42 = 1,977 \text{ мин.}$$

По формуле определяем время на обслуживание и отдых:



$$T_{o.o.} = 15\% \cdot 1,977 = 0,296 \text{ мин.}$$

По формуле определим штучное время:

$$T_{шт.} = 0,577 + 1,42 + 0,296 = 2,293 \text{ мин.}$$

Подготовительно-заключительное время  $T_{пз.} = 12$  мин.

По формуле определим штучно-калькуляционное время:

$$T_{шт.к.} = 2,293 + \left( \frac{12}{1000} \right) = 2,31 \text{ мин.}$$

### **Фрезерная с ЧПУ операция 25 переход 1 сверлить 2 отверстия**

$$t_0 = \frac{(l + l_{подв.} + l_{пер.}) \cdot i}{S_M} = \frac{(11 + 1 + 1) \cdot 1}{0,12 \cdot 11200} = 0,009 \text{ мин.}$$

$$t_0 = \frac{(l + l_{подв.} + l_{пер.}) \cdot i}{S_M} = \frac{(11 + 1 + 1) \cdot 1}{0,12 \cdot 11200} = 0,009 \text{ мин.}$$

### **Переход 2 сверлить 2 отверстия**

$$t_0 = \frac{(l + l_{подв.} + l_{пер.}) \cdot i}{S_M} = \frac{(11 + 1 + 1) \cdot 1}{0,12 \cdot 11200} = 0,009 \text{ мин.}$$

$$t_0 = \frac{(l + l_{подв.} + l_{пер.}) \cdot i}{S_M} = \frac{(11 + 1 + 1) \cdot 1}{0,12 \cdot 11200} = 0,009 \text{ мин.}$$

Общее основное время на данном переходе:

$$t_0 = 0,009 + 0,009 + 0,009 + 0,009 = 0,036 \text{ мин.}$$

$$T_{у.с.} = 0,22 \quad T_{з.о.} = 0,5 \quad T_{уп.} = 0,2 \quad T_{изм} = 0,5$$

По формуле определим вспомогательное время:

$$T_{всп.} = 0,22 + 0,5 + 0,2 + 0,5 = 1,42 \text{ мин.}$$

По формуле определим оперативное время:

$$T_{опер.} = 0,036 + 1,42 = 1,456 \text{ мин.}$$

По формуле определяем время на обслуживание и отдых:

$$T_{o.o.} = 15\% \cdot 1,456 = 0,218 \text{ мин.}$$

По формуле определим штучное время:

$$T_{шт.} = 0,036 + 1,42 + 0,218 = 1,674 \text{ мин.}$$

Подготовительно-заключительное время  $T_{пз.} = 12$  мин.

По формуле определим штучно-калькуляционное время:

$$T_{шт.к.} = 1,674 + \left( \frac{12}{1000} \right) = 1,7 \text{ мин.}$$

### Слесарная операция 35 переход 1 нарезать резьбу в 8 отверстиях

$$t_0 = 0,4 \cdot d \cdot l = 0,4 \cdot 2,5 \cdot 6 = 6 \text{ мин.}$$

$$t_0 = 0,4 \cdot d \cdot l = 0,4 \cdot 2,5 \cdot 6 = 6 \text{ мин.}$$

$$t_0 = 0,4 \cdot d \cdot l = 0,4 \cdot 2,5 \cdot 6 = 6 \text{ мин.}$$

$$t_0 = 0,4 \cdot d \cdot l = 0,4 \cdot 2,5 \cdot 6 = 6 \text{ мин.}$$

$$t_0 = 0,4 \cdot d \cdot l = 0,4 \cdot 2,5 \cdot 6 = 6 \text{ мин.}$$

$$t_0 = 0,4 \cdot d \cdot l = 0,4 \cdot 2,5 \cdot 6 = 6 \text{ мин.}$$

$$t_0 = 0,4 \cdot d \cdot l = 0,4 \cdot 2,5 \cdot 6 = 6 \text{ мин.}$$

$$t_0 = 0,4 \cdot d \cdot l = 0,4 \cdot 2,5 \cdot 6 = 6 \text{ мин.}$$

Общее основное время на данном переходе:

$$t_0 = 6 + 6 + 6 + 6 + 6 + 6 + 6 + 6 = 48 \text{ мин.}$$

$$T_{y.c.} = 0,22 \quad T_{z.o.} = 0,5 \quad T_{y.n.} = 0,2 \quad T_{изм} = 0,5$$

По формуле определим вспомогательное время:

$$T_{всп.} = 0,22 + 0,5 + 0,2 + 0,5 = 1,42 \text{ мин.}$$

По формуле определим оперативное время:

$$T_{опер.} = 48 + 1,42 = 49,42 \text{ мин.}$$

По формуле определяем время на обслуживание и отдых:

$$T_{o.o.} = 15\% \cdot 49,42 = 7,413 \text{ мин.}$$

По формуле определим штучное время:

$$T_{шт.} = 48 + 1,42 + 7,413 = 56,83 \text{ мин.}$$

Подготовительно-заключительное время  $T_{пз.} = 12$  мин.

По формуле определим штучно-калькуляционное время:

$$T_{шт.к.} = 56,83 + \left( \frac{12}{1000} \right) = 56,84 \text{ мин.}$$

### Слесарная операция 40 переход 1 нарезать резьбу в 2 отверстиях

$$t_0 = 0,4 \cdot d \cdot l = 0,4 \cdot 5 \cdot 11 = 22 \text{ мин.}$$

$$t_0 = 0,4 \cdot d \cdot l = 0,4 \cdot 5 \cdot 11 = 22 \text{ мин.}$$

Общее основное время на данном переходе:

$$t_0 = 22 + 22 = 44 \text{ мин.}$$

$$T_{y.c.} = 0,22 \quad T_{z.o.} = 0,5 \quad T_{y.n.} = 0,2 \quad T_{изм} = 0,5$$

По формуле определим вспомогательное время:

$$T_{всп.} = 0,22 + 0,5 + 0,2 + 0,5 = 1,42 \text{ мин.}$$

По формуле определим оперативное время:

$$T_{опер.} = 44 + 1,42 = 45,42 \text{ мин.}$$

По формуле определяем время на обслуживание и отдых:

$$T_{о.о.} = 15\% \cdot 45,42 = 6,813 \text{ мин.}$$

По формуле определим штучное время:

$$T_{шт.} = 44 + 1,42 + 6,813 = 52,23 \text{ мин.}$$

Подготовительно-заключительное время  $T_{пз.} = 12$  мин.

По формуле определим штучно-калькуляционное время:

$$T_{шт.к.} = 52,23 + \left( \frac{12}{1000} \right) = 52,24 \text{ мин.}$$

**Определяем общее штучно-калькуляционное время:**

$$T_{шт.к.} = \sum_{i=1}^n T_{шт.к.} = 11,7 + 2,16 + 4,22 + 5,8 + 2,31 + 1,7 + 56,84 + 52,24 = 137 \text{ мин.}$$

### **Вывод по разделу**

Результатом данного раздела является, выбор заготовки, разработка технологического процесса, назначение допусков на конструкторские и технологические размеры, определение точности конструкторских размеров, расчет технологических, расчет припусков, выбор оборудования, расчет режимов резания, расчет времени на каждую операцию. По результатам данных расчетов было выявлено средне-штучное калькуляционное время, в общем для изготовления одной детали.

Также определили тип производства, про анализировали технологичность изготовления данной детали «Опора барабана».

## **2. Конструкторская часть**

В данном разделе необходимо разработать приспособление для упрощения процесса изготовления детали. Так как изделие имеет не сложную форму, и обработка в основном происходит на фрезерном станке с ЧПУ, было принято решение разработать приспособление тиски с гидравлическим приводом, и специальными съёмными губками.

Целью приспособления является ускорения базирования детали на станке, следовательно сокращение времени на настройку.

Почему выбрал тиски с гидравлическим приводом. Так как зажим с гидравлическим приводом обладает самым большим прижимным усилием и высокой маневренностью. Усилие достигается благодаря давлению жидкости в пневмоцилиндре, которое специальным механизмом направляется на прижимной элемент.

Основное достоинство гидроприводов состоит в возможности создания больших давлений в гидроцилиндрах (до  $100 \text{ дан/см}^2$  и более) при относительно небольших габаритных размерах цилиндров. Гидроприводы по сравнению с пневмоприводами более устойчивы при изменениях нагрузки на деталь в процессе обработки. Поэтому они широко применяются, например, в автоматических устройствах для копировальной обработки деталей. Высокое давление в гидроцилиндрах позволяет обойтись без специальных усилителей зажимов, часто необходимых при использовании пневмоприводов для закрепления деталей, при обработке которых возникают большие силы резания.

Гидравлические зажимные устройства выполняют поршневого типа, они приводят в действие от отдельного (реже - группового) насоса. Рабочей жидкостью служит веретенное масло. В сравнение с пневматическими гидравлические силовые узлы имеют меньшие габариты вследствие применение более высокого давления масла (6 Мпа и выше). Недостатком гидравлических устройств является необходимость иметь трубопровод для слива выпускаемого из цилиндра масла, а также насос, электродвигатель которого нагружен в течении работы зажимного устройства.

### **2.1 Описание принципа работы гидравлических тисов**

Необходимое усилие сжатия обеспечивается благодаря давлению нагнетаемому рабочей жидкостью, в качестве которой используются гидравлические марки масел. Для этого тиски подсоединяются к резервуару и гидравлическому аккумулятору, нагнетающему необходимое давление.

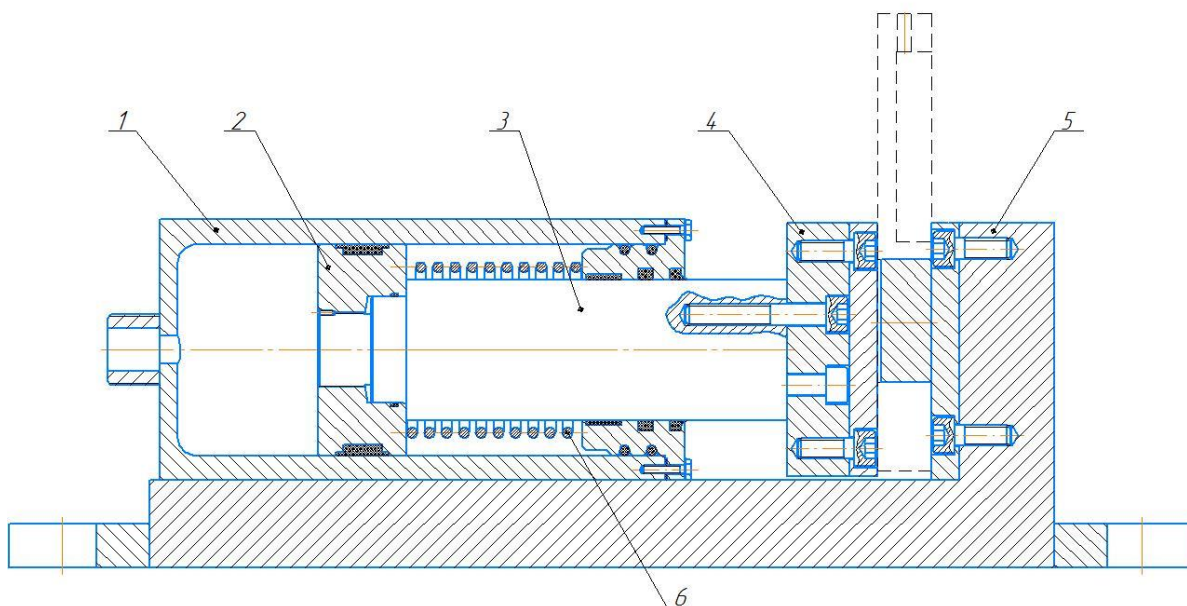


Рисунок 2.1 – Гидравлические тисы

Гидроцилиндр (1) фиксируется на корпусе тисов (5). На неподвижную губку которая установлена на корпусе тисов (5) устанавливается заготовка. После чего в гидравлический цилиндр подается жидкость которая приводит в действие поршень (2). В резьбовом отверстии поршня закреплен рабочий шток (3). Шток движется вместе с поршнем вдоль оси. На шток установлена подвижная губка (4) которая перемещается при движении поршня (2) и штока (3), тем самым установленная заготовка прижимается. Пружина сжатия (6) служит для ослабления прижимного усилия после выполнения операции и передвижения подвижной губки вместе со штоком и поршнем в обратном направлении вдоль оси, тем самым обеспечивается легкое снятие заготовки.

## 2.2 Расчет силы закрепления

Расчет силы закрепления будем производить по условию несдвигаемости заготовки в приспособлении под действием силы резания  $P_{рез.}$  [1, с.38]

$$k \cdot P_{рез.} \leq F_{тр.}$$

Где:  $k$  – коэффициент запаса закрепления;

$P_{рез.}$  – сила резания, действующая на заготовку;

$F_{тр.}$  – суммарная сила трения в направлении противоположном направлению сдвига.

Силу трения  $F_{тр.}$  определяют по формуле:

$$F_{тр.} = f \cdot R$$

Где:  $f$  – коэффициент трения по поверхностям контакта заготовку с элементами приспособления равны 0,2.

$R$  – реакция поверхности, по которой осуществляется трение  $R = Q$ .

Коэффициент запаса закрепления  $k$  определяется по формуле:

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

Указанные коэффициенты назначаются из: [1]

Где:  $k_0=1,5$  – гарантированный коэффициент запаса;

$k_1$  – коэффициент учитывающий увеличение сил резания из-за случайных неровностей на обрабатываемых поверхностях заготовки: при черновой обработке  $k_1=1$ ;

$k_2$  - коэффициент учитывающий увеличение сил резания вследствие затупления режущего инструмента (выбираем по таблице в зависимости от метода обработки и материала заготовки  $k_2=1,6$ ;

$k_3$  - коэффициент, учитывающий увеличение сил резания при прерывистом резании: для непрерывного резания  $k_3=1$ ;

$k_4$  - коэффициент, характеризующий постоянство силы, развиваемой зажимным механизмом: для механизированных приводов  $k_4=1,3$ ;

$k_5$  -коэффициент, характеризующий эргономику немеханизированного зажимного механизма (удобство расположения органов зажима):  $k_5=1$  Коэффициент  $k_6$  вводится в расчёт только при наличии моментов, стремящихся повернуть заготовку, установленную плоской поверхностью на постоянные опоры.

Таким образом  $k=3,12$ .

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

В нашем случае  $k$  оказалось больше принимаем полученное значение.

Пользуясь принятыми обозначениями и учитывая, что у тисков 2 зажимные губки, составим уравнение равновесия сил в направлении действия силы  $P_{рез.}$

$$P_{рез.} \leq 2F_{тр.}$$

Подставим в полученное уравнение выражения для  $F_{тр.}$  и введем коэффициент запаса закрепления  $k$ :

$$k \cdot P_{рез.} \leq 2f \cdot Q$$

Окончательно получим:

$$Q \geq \frac{k \cdot P_{рез.}}{2f}$$

Для предотвращения сдвига:

$$Q = \frac{k \cdot P_{рез.}}{2f} = \frac{3,12 \cdot 1081}{2 \cdot 0,2} = 8431,8Н.$$

По итогу определили необходимую силу зажима для тисков, для предотвращения сдвига заготовки при фрезерных операциях.

Определим необходимую площадь гидроцилиндра  $S$ , приняв рабочее давление  $P=4,5$ [МПа], по следующей зависимости: [6]

$$S = \frac{Q}{P \cdot 0,7} = \frac{860 \cdot 9,8}{4,5 \cdot 0,7} = 2675,5 \text{ мм}^2.$$

Где:  $Q$  – необходимая сила зажима;

$P$  – давление в системе кГс/мм<sup>2</sup>.

Далее определим диаметр поршня гидроцилиндра  $D_p$ :

$$D_p = \sqrt{\frac{4S}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 2675,5}{3,14}} = 58 \text{ мм}.$$

Выбираем диаметр гидроцилиндра исходя из системы условий:

$$D_s \geq D_p,$$

Где:  $D_p$  - расчетный диаметр гидроцилиндра;

$D_s$  - выбранный диаметр гидроцилиндра.

Это даёт возможность выбирать стандартные гидроцилиндры, широко используемые в технологических машинах.

Диаметр выбирается из ряда стандартных значений: 32; (36); 40; (45); 50; (56); 63; (70); 80; (90); 100; (110); 125; (140); 160; (180); 200; (220)мм. Исходя из выше перечисленных условий принимаем  $D_b = 63 \text{ мм} = 6,3 \text{ см}$ .



### **Вывод по разделу**

Результатом данного раздела является, конструирование специального оборудования для того что бы обеспечить допуски расположения между точными большими отверстиями и получаемыми на 25 операции штифтовыми маленькими отверстиями.

Для данной операции создали гидравлические тисы со специальными губками которые позволяют, базировать деталь по большим двум отверстиям, тем самым не нарушает допуски расположения между двумя большими отверстиями и двумя штифтовыми.

Так же в данном разделе была рассчитана сила зажима данной детали, и диаметр гидроцилиндра.

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

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
4А6Б	Токтаров Ельжас Алибекович

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

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

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

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

1. <i>Оценка коммерческого потенциала инженерных решений (ИР)</i>	<i>Анализ конкурентных технических решений; SWOT-анализ.</i>
2. <i>Формирование плана и графика разработки и внедрения ИР</i>	<i>Структура работ; Определение трудоемкости.</i>
3. <i>Составление бюджета инженерного проекта (ИП)</i>	<i>Формирование бюджета затрат на разработку технологии изготовления детали «Опора барабана».</i>
4. <i>Оценка ресурсной, финансовой, социальной, бюджетной эффективности ИР и потенциальных рисков</i>	<i>Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности.</i>

**Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)**

1. Оценка конкурентоспособности НИ
2. Матрица SWOT
3. Диаграмма Ганта
4. График разработки и внедрения НИ

<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	13.04.2020 г.
---	---------------

**Задание выдал консультант:**

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Доцент	Кащук И.В.	к.т.н., доцент.		13.04.2020

**Задание принял к исполнению студент:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
4А6Б	Токтаров Ельжас Алибекович		13.04.2020

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

#### **Введение**

Основной задачей данного раздела является оценка перспективности разработки и планирования финансовой и коммерческой ценности конечного продукта, предлагаемого в рамках научно-исследовательского проекта. Коммерческая ценность определяется не только наличием более высоких технических характеристик над конкурентными разработками, но и тем, насколько быстро разработчик сможет ответить на такие вопросы – будет ли продукт востребован на рынке, какова будет его цена, какой бюджет научного исследования, какое время будет необходимо для продвижения разработанного продукта на рынок.

В связи с тем, что экономика является неотъемлемой, постоянной и динамически развивающейся частью жизни, возникает необходимость непрерывно проводить исследование и мониторинг рынка. Поиск конкурирующих проектов позволяет определить необходимость и значимость новых разработок, а также их эффективность в случае успешной реализации конечного продукта.

Данный раздел предусматривает рассмотрение следующих задач:

- оценить перспективность проведения работ и коммерческий потенциал исследования;
- провести расчет трудоемкости выполнения работы;
- составить план комплекса работы;
- рассчитать затраты на проектирование, заработную плату и прочие расходы;
- определить возможные альтернативы проведения научных разработок.

Цель работы – рассмотрение анализа технологической подготовки производства детали по типу «Опора барабана».

### 3.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

#### 3.1.1 Анализ конкурентных технических решений

Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения позволяет провести оценку сравнительной эффективности научной разработки и определить направления для ее будущего повышения.

Целесообразно проводить данный анализ с помощью оценочной карты. В роли конкурента выбран производитель – компания «Пром-Меш», г. Томск.

Таблица 3.1 – Оценочная карта сравнения конкурентных технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы		Конкурентоспособность	
		Б <sub>ф</sub>	Б <sub>к</sub>	К <sub>ф</sub>	К <sub>к</sub>
1	2	3	4	5	6
<b>Технические критерии оценки ресурсоэффективности</b>					
1. Повышение производительности труда	0,12	4	3	0,48	0,36
2. Удобство в эксплуатации	0,09	3	2	0,27	0,18
3. Надежность	0,10	5	3	0,50	0,30
4. Безопасность	0,09	5	4	0,45	0,36
5. Функциональная возможность	0,10	5	4	0,50	0,40
<b>Экономические критерии оценки эффективности</b>					
1. Конкурентоспособность продукта	0,05	4	3	0,20	0,15
2. Уровень проникновения на рынок	0,05	3	4	0,15	0,20
3. Цена	0,13	3	2	0,39	0,26
4. Предполагаемый срок эксплуатации	0,09	4	2	0,36	0,18
5. Послепродажное обслуживание	0,10	3	2	0,30	0,20
6. Финансирование научной разработки	0,07	3	2	0,21	0,14
7. Срок выхода на рынок	0,01	3	2	0,03	0,02
<b>Итого</b>	<b>1</b>	<b>45</b>	<b>35</b>	<b>3,84</b>	<b>2,75</b>

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

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

Где:  $B_i$  – все показатели в долях единицы;

$B_i$  – балл  $i$ -го показателя.

В результате проведенного анализа можно сказать, что разработка почти не уступает опытным производителям. Главным конкурентным преимуществом научной разработки является ее низкая стоимость.

### 3.1.2 SWOT – анализ

Чтобы оценить сильные и слабые стороны проекта во внутренней и внешней среде необходимо произвести SWOT – анализ. Для этого составим SWOT – матрицу, представленную в виде таблицы 3.2.

Таблица 3.2 –Матрица SWOT

	<b>Сильные стороны проекта:</b> С1. Высокое качество; С2. Наличие финансирования; С3. Квалифицированный персонал; С4. Функциональные возможности разработки С5. Низкая стоимость.	<b>Слабые стороны проекта:</b> Сл1. Наличие малопроизводительных методов обработки; Сл2. Длительность разработки; Сл3. Наличие химико-термической операции; Сл4. Необходимость специального приспособления; Сл5. Узкая направленность изделия.
<b>Возможности:</b> В1. Низкий уровень конкуренции; В2. Появление дополнительного спроса на новый продукт; В3. Совершенствование технологии; В4. Экспорт разработки.	<ul style="list-style-type: none"> <li>– В1С5;</li> <li>– В2С1С2С4С5;</li> <li>– В3С1С2С3С4;</li> <li>– В4С1С2С5.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– В1Сл5;</li> <li>– В2Сл4Сл5;</li> <li>– В3Сл1Сл2Сл3Сл4;</li> <li>– В4Сл5.</li> </ul>
<b>Угрозы:</b> У1. Отсутствие спроса на продукт; У2. Высокие требования к сертификации У3. Прекращение финансирования	<ul style="list-style-type: none"> <li>– У1С4;</li> <li>– У2С3С4;</li> <li>– У3С2С5.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– У1У2Сл2Сл5;</li> <li>– У3Сл1Сл2Сл4.</li> </ul>

На пересечении параметров представлен анализ интерактивных таблиц в форме записи сильно конкурирующих факторов. Каждая из записей представляет собой направление реализации проекта.

## 3.2 Планирование научно – исследовательских работ

### 3.2.1 Структура работы в рамках научного исследования

Выполним планирование работ по разработке технологии изготовления опоры барабана. Для этого определим основные этапы работ и исполнителей этих работ. Информация будет сведена в таблицу 3.3.

Таблица 3.3 – Перечень этапов, работы и распределения исполнителей

Основные этапы	№ работы	Содержание работы	Должность исполнителя
Разработка технологического задания	1	Составление и утверждение технологического задания	Руководитель НИ
Выбор направления исследования	2	Ознакомление с литературой	Инженер
	3	Консультирование по возникшим вопросам	Руководитель
Технологическая часть	4	Технологический контроль ТЗ и анализ технологичности конструкции	Инженер
	5	Предварительное определение типа производства	Инженер
	6	Выбор заготовки	Инженер
	7	Разработка технологического маршрута изготовления детали	Инженер
	8	Размерный анализ	Инженер
	9	Назначение допусков на технологические размеры	Инженер
	10	Расчёт межоперационных размеров	Инженер
	11	Уточнение оборудования, оснастки, инструмента	Руководитель, инженер
	12	Назначение режимов резания	Инженер
	13	Расчёт норм времени	Инженер
Конструкторская часть	14	Поиск литературы и ознакомление с ней	Инженер
	15	Проектирование приспособления	Инженер
	16	Расчёт погрешностей	Инженер
Обобщение и оценка результатов	17	Оформление документации в виде операционных карт, чертежей и пояснительной записки	Инженер
	18	Оценка эффективности полученных результатов	Руководитель, инженер

### 3.2.2 Определение трудоемкости выполнения работ

Необходимо определить трудоемкость выполнения работ для обоснованного расчета заработной платы. Для этого сначала определим ожидаемое значение трудоемкости. Затем определим продолжительность работы в рабочих днях.

Что бы определить ожидаемое значение трудоемкости  $t_{ож.і}$  воспользуемся следующей формулой:

$$t_{ож.і} = \frac{3t_{\min i} + 2t_{\max i}}{5}$$

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

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

Чтобы определить продолжительность работы в рабочих днях  $T_{pi}$ , воспользуемся формулой:

$$T_{pi} = \frac{t_{ож.і}}{Ч_i}$$

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

Для удобства представления информации полученные результаты сведем в таблицу 3.4.

Таблица 3.4 – Временные показатели проведения научного исследования

№ работы	$t_{\min i}$ , чел.-дн.	$t_{\max i}$ , чел.-дн.	$t_{ож.і}$ , чел.-дн.	$T_{pi}$ , раб.-дн.
1	1	5	2,6	2,6
2	2	5	3,2	3,2
3	1	2	1,4	1,4
4	1	5	2,6	2,6
5	1	2	1,4	1,4
6	1	2	1,4	1,4
7	1	3	1,8	1,8
8	1	2	1,4	1,4
9	1	2	1,4	1,4
10	2	5	3,2	3,2
11	1	3	1,8	0,9
12	3	6	4,2	4,2
13	3	6	4,2	4,2
14	2	4	2,8	2,8
15	2	6	3,6	3,6
16	1	2	1,4	1,4

17	5	10	7	7
18	1	2	1,4	0,7

### 3.2.3 Разработка графика проведения научного исследования

Для того, чтобы построить график в форме диаграммы Ганта, необходимо длительность работы из рабочих дней, полученных в пункте 3.2.2, перевести в календарные дни. Значения в календарных днях  $T_{ki}$ , рассчитываются и округляются до целых значений по формуле:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{кал.}$$

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

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

$k_{кал.}$  – коэффициент календарности.

$k_{кал.}$  определяем по формуле:

$$k_{кал.} = \frac{T_{кал.}}{T_{кал.} - (T_{вых.} + T_{пр.})}$$

Где:  $T_{кал.}$  – количество календарных дней в году;

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

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

$$k_{кал.} = \frac{366}{366 - 118} = 1,48$$

Полученные результаты сведены в таблицу 5.

Таблица 3.5 – Длительность работы в календарных днях

№ работы	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
$T_{ki}$ , кал.-дн.	4	5	2	4	2	2	3	2	2	5	3	6	6	4	5	2	10	1

Теперь на основе таблиц 3.4 и 3.5 построим календарный план-график, представленный в виде таблицы 3.6.

Таблица 3.6 – Календарный план-график разработки техпроцесса опора барабана

№ работы	Содержание работы	Должность исполнителя	$T_{ki}$ , кал.-дн.	Месяц														
				Февраль			Март			Апрель								
				1	2	3	1	2	3	1	2							
1	Составление и утверждение технологического задания	Руководитель НИ	4															
2	Ознакомление с литературой	Инженер	5															



3	Консультирование по возникшим вопросам	Руководитель	2								
4	Технологический контроль ТЗ и анализ технологичности конструкции	Инженер	4								
5	Предварительное определение типа производства	Инженер	2								
6	Выбор заготовки	Инженер	2								
7	Разработка технологического маршрута изготовления детали	Инженер	3								
8	Размерный анализ	Инженер	2								
9	Назначение допусков на технологические размеры	Инженер	2								
10	Расчёт межоперационных размеров	Инженер	5								
11	Уточнение оборудования, оснастки, инструмента	Руководитель, инженер	3								
12	Назначение режимов резания	Инженер	6								
13	Расчёт норм времени	Инженер	6								
14	Поиск литературы и ознакомление с ней	Инженер	4								
15	Проектирование приспособления	Инженер	5								
16	Расчёт погрешностей	Инженер	2								
17	Оформление документации в виде операционных карт, чертежей и пояснительной записки	Инженер	10								
18	Оценка эффективности полученных результатов	Руководитель, инженер	1								



 – Руководитель;  – Инженер.

Таблица 3.7 – Сводная таблица по календарным дням

	Количество дней
Общее количество календарных дней для выполнения работы	82
Общее количество календарных дней, в течение которых работал инженер	58
Общее количество календарных дней, в течение которых работал руководитель	24

В результате выполнения данного подраздела разработан план-график выполнения этапов работ для руководителя и инженера, позволяющий оценить и спланировать рабочее время исполнителей. Также рассчитано количество дней, в течение которых работал каждый из участников проекта.

### 3.3 Бюджет научно-технического исследования

#### 3.3.1 Расчет материальных затрат НТИ

В пределах разработки технологии изготовления опоры барабана расчет будет производиться, исходя из материалов, предложенных в таблице 3.8.

Таблица 3.8 – Материальные затраты

Наименование	Единица измерения	Количество	Цена за ед. руб.	Затраты на материалы 3м, руб.
Бумага для принтера А4 (500 листов)	пачка	2	190	380
Картридж для принтера	шт.	1	1200	1200
Ручка шариковая	шт.	5	25	125
Карандаш чертежный	шт.	4	20	80
Интернет	Мбит/сек	1	350	350
Материал дюралюминий Д16Т	кг	2	370	740
Итого, руб.				2875

В сумме материальные затраты составили 2875 рублей. Цены взяты средние по городу Томск.

#### 3.3.2 Расчет затрат на специальное оборудование для научных работ

Для разработки технологии изготовления необходимы персональный компьютер, а для предоставления результатов проделанной работы руководителю принтер. Для корректной работы на компьютере необходима лицензионная продукция. Для выпуска данной детали нужны специальные станки. Все расчеты по приобретению специального оборудования сведены в таблицу 3.9.

Таблица 3.9 – Расчет затрат на приобретение специального оборудования

Наименование оборудования	Количество единиц оборудования	Цена единицы оборудования, тыс. руб.	Общая стоимость оборудования, тыс. руб.
1	2	3	4
Персональный компьютер	2	65000	130000
Принтер	1	25000	25000
Windows 10	1	15000	15000
Microsoft Office	1	10000	10000
КОМПАС-3D	1	150000	150000
Станок плазменной резки с ЧПУ – Cyber CUT 1530	1	1199000	1199000
Универсально фрезерный станок марки – PROMA FVV-30	2	141525	283050
Вертикально обрабатывающий центр серии KVL 580 (SMTCL).	1	1150000	1150000
Итого: 2962050 тыс. руб.			

Норма амортизации в общем виде определяется по формуле:

Срок всех оборудования, год: 10

Мы работаем за 30 месяца, то есть:  $\frac{2962050}{10 \cdot 12} \cdot 3 = 74051 \text{ руб.}$

### 3.3.3 Основная заработная плата исполнителей темы

Статья включает основную заработную плату работников, непосредственно занятых выполнением НИИ, (включая премии, доплаты) и дополнительную заработную плату:

$$Z_{\text{зп}} = Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}$$

Где:  $Z_{\text{осн}}$  – основная заработная плата;

$Z_{\text{доп}}$  – дополнительная заработная плата (12-20 % от  $Z_{\text{осн}}$ ).

Основная заработная плата ( $Z_{\text{осн}}$ ) руководителя (лаборанта, инженера) от предприятия (при наличии руководителя от предприятия) рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{\text{осн}} = Z_{\text{дн}} \cdot T_p$$

Где:  $Z_{\text{осн}}$  – основная заработная плата одного работника;

$T_p$  – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн. (табл. 7);

$Z_{\text{дн}}$  – средне дневная заработная плата работника, руб.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_M \cdot M}{F_D}$$

Где:  $Z_M$  – месячный должностной оклад работника, руб.;

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

$F_D$  – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн.

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_M = Z_{\text{тс}} \cdot (1 + k_{\text{пр}} + k_{\text{д}}) \cdot k_p$$

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

$k_{\text{пр}}$  – премиальный коэффициент, равный 0,3 (т.е. 30% от );

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

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

Затраты по дополнительной заработной плате исполнителей темы учитывают величину предусмотренных Трудовым кодексом РФ доплат за отклонение от нормальных условий труда, а также выплат, связанных с обеспечением гарантий и компенсаций.

Дополнительная заработная плата:

$$Z_{доп.} = k_{доп.} \cdot Z_{осн.}$$

Где:  $k_{доп.}$  – коэффициент дополнительной заработной платы (на стадии проектирования принимаем равным 0,135).

Расчет заработной платы руководителя (пятидневная рабочая неделя):

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

$$Z_{дн} = \frac{Z_M \cdot M}{F_D} = \frac{51285 \cdot 11}{366 - 82 - 28} = 2204 \text{ руб.}$$

$$Z_{осн} = Z_{дн} \cdot T_p = 2204 \cdot 6 = 13224 \text{ руб.}$$

Расчет заработной платы инженера (пятидневная рабочая неделя):

$$Z_M = Z_{мс} \cdot (1 + k_{пр} + k_{д}) \cdot k_p = 17000 \cdot (1 + 0,3 + 0,2) \cdot 1,3 = 33150 \text{ руб.}$$

$$Z_{дн} = \frac{Z_M \cdot M}{F_D} = \frac{33150 \cdot 11}{366 - 82 - 58} = 1613 \text{ руб.}$$

$$Z_{осн} = Z_{дн} \cdot T_p = 1613 \cdot 41 = 66133 \text{ руб.}$$

### 3.3.4 Дополнительная заработная плата

Расчет дополнительной заработной платы руководителя:

$$Z_{доп.} = k_{доп.} \cdot Z_{осн.} = 0,135 \cdot 13224 = 1785 \text{ руб.}$$

Расчет дополнительной заработной платы инженера:

$$Z_{доп.} = k_{доп.} \cdot Z_{осн.} = 0,135 \cdot 66133 = 8928 \text{ руб.}$$

Таблица 3.10 – Расчет заработной платы работников

Исполнитель проекта	$Z_{мс.}$ , руб.	$k_{пр.}$	$k_{д.}$	$k_p.$	$Z_M,$ руб.	$Z_{дн.}$ , руб.	$T_p,$ руб.	$Z_{осн.}$ , руб.	$k_{доп.}$	$Z_{доп.}$ , руб.	Итого, руб.
Руководитель	26300	0,3	0,2	1,3	51285	2204	6	13224	0,135	1785	15009
Инженер	17000				33150	1613	41	66133		8928	75061

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

Отчисления во внебюджетные фонды включают в себя установленные законодательством РФ нормы органов государственного социального страхования

(ФСС), пенсионный фонд (ПФ) и медицинское страхование (ФФОМС) от затрат на оплату труда работников.

На 2017 г. в соответствии с Федеральным законом от 24.07.2009 №212 – ФЗ установлен размер страховых взносов равный 30%. В таблице 11 представлены результаты по расчету отчислений во внебюджетные фонды всех исполнителей проекта.

Таблица 3.11 – Отчисления во внебюджетные фонды

Исполнитель проекта	Основная заработная плата, руб.	Дополнительная заработная плата, руб.
Руководитель	13224	1785
Инженер	66133	8928
Коэффициент отчислений во внебюджетные фонды	0,3	
Итого		
Руководитель	4503	
Инженер	22518	

### 3.3.6 Накладные расходы

Накладные расходы включают прочие затраты организации, которые не учтены в предыдущих статьях расходов: оплата услуг связи, электроэнергии, интернета и т.д.

Накладные расходы:

$$Z_{\text{нак.}} = (\text{сумма статей } 1 \div 3) \cdot k_{\text{нр.}}$$

Где:  $k_{\text{нр.}}$  – коэффициент, учитывающий накладные расходы, принимаем в размере 16%.

$$Z_{\text{нак.}} = (Z_M + Z_3 + Z_{\text{внеб.}}) \cdot 0,16$$

$$Z_{\text{нак.}} = (2875 + 90070 + 27021) \cdot 0,16 = 19195 \text{ руб.}$$

### 3.3.7 Формирование бюджета затрат научно-исследовательского проекта

Определим бюджет затрат на научно-исследовательский проект. Для этого просуммируем все рассчитанные финансовые показатели проекта из предыдущих пунктов. Для наглядности составим таблицу 12 куда внесем все сведения.

Таблица 3.12 – Расчет Бюджета затрат НИИ

Наименование статьи	Сумма, руб.	В % к итогу
1. Материальные затраты проекта	2875	0,1
2. Затраты на специальное оборудование	74051	95,5
3. Затраты по основной зарплате	79357	2,5
4. Затраты по дополнительной зарплате	10713	0,36
5. Отчисления во внебюджетные фонды	27021	0,02
6. Накладные расходы	19195	0,62

Итого бюджет затрат НТИ	3101211	100
-------------------------	---------	-----

Бюджет всех затрат проекта равен 3101211 *рублей*. Наибольший процент бюджета составляют затраты на специальное оборудование (95,5 %).

### 3.4 Ресурсоэффективность

Рассчитаем интегральный показатель ресурсоэффективности, Для этого составим таблицу 3.13.

Таблица 3.13 – Оценка характеристики проекта

Критерии	Весовой коэффициент параметра	Оценка по 5-ти бальной шкале
1. Соответствие требованиям потребителей	0,35	5
2. Материалоемкость	0,15	3
3. Удобство в эксплуатации	0,15	5
4. Энергосбережение	0,05	2
5. Надежность	0,20	4
6. Длительность разработки	0,10	3
Итого	1	

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

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

$a_i$  – весовой коэффициент  $i$ -го варианта исполнения разработки;

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

$$I_{pi} = 0,35 \cdot 5 + 0,15 \cdot 3 + 0,15 \cdot 5 + 0,05 \cdot 2 + 0,20 \cdot 4 + 0,10 \cdot 3 = 4,15$$

Такое значение интегрального показателя говорит о том, что разработанный проект достаточно ресурсоэффективный.

### **Вывод по разделу**

Результатом данного раздела служат выполненные анализы конкурентоспособности и SWOT-анализ, полностью распланированная научно-исследовательская работа. В результате проведенных анализов можно говорить о достаточном уровне конкурентоспособности разрабатываемого проекта. Также в данном разделе были определены бюджет затрат НИИ и ресурсоэффективность разрабатываемого проекта, в результате чего можно утверждать, что он ресурсоэффективен и на его реализацию потребуется около 3101211 млн. руб.

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА  
«СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»**

Студенту:

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>
4А6Б	Токтаров Ельжас Алибекович

<b>Школа</b>	<b>ИШНПТ</b>	<b>Отделение (НОЦ)</b>	<b>Материаловедения</b>
<b>Уровень образования</b>	Бакалавриат	<b>Направление/специальность</b>	15.03.01 Машиностроение

Тема ВКР:

<b>Разработка технологического процесса детали типа «Опора барабана»</b>	
<b>Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:</b>	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения	Объектом исследования является технологический процесс детали типа опора барабана. Область применения: для фиксации тел вращения в аппарате для выдачи карт.
<b>Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:</b>	
<p><b>1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства;</li> <li>– организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– ТК РФ от 30.12.2001 N 197-ФЗ (ред. от 01.04.2019);</li> <li>– ОНТП 14-93;</li> <li>– ГОСТ 12.2.032-78 ССБТ;</li> <li>– ГОСТ 12.2.033-78 ССБТ;</li> <li>– ГОСТ 12.2.049-80 ССБТ;</li> <li>– ГОСТ 22902-78;</li> <li>– ГОСТ EN 894-3-2012 ;</li> <li>– ГОСТ Р ИСО 14738-2007;</li> <li>– ГОСТ Р ИСО 6385-2016;</li> <li>– СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03.</li> </ul>
<p><b>2. Производственная безопасность:</b></p> <p>2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов</p> <p>2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– воздействие неподвижных режущих, колющих, обдирающих, разрывающих частей твердых объектов при соприкосновении с рабочим;</li> <li>– струи жидкости, воздействующие на организм работающего при соприкосновении с ним;</li> <li>– отклонение показателей микроклимата;</li> <li>– превышение уровня шума и вибраций;</li> <li>– отсутствие или недостаток освещения.</li> </ul>
<p><b>3. Экологическая безопасность:</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– загрязнение атмосферы: пыль, туманы масел и эмульсий;</li> <li>– загрязнение гидросферы: СОЖ, масла;</li> <li>– загрязнение литосферы: стружки,</li> </ul>



	опилки металлов, демпферный лом.
<b>4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</b>	<p>Наиболее вероятная ЧС:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– пожар;</li> <li>– аварии;</li> <li>– взрывы.</li> </ul> <p>Установка общих правил поведения и рекомендаций во время ЧС, план эвакуации, огнетушитель.</p>

<b>Дата выдачи задания для раздела по линейному графику</b>	13.04.2020 г.
---	---------------

**Задание выдал консультант:**

<b>Должность</b>	<b>ФИО</b>	<b>Ученая степень, звание</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
Ассистент	Черемискина Мария Сергеевна	-		13.04.2020

**Задание принял к исполнению студент:**

<b>Группа</b>	<b>ФИО</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
4А6Б	Токтаров Ельжас Алибекович		13.04.2020

#### **4. Социальная ответственность**

##### **Введение**

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

Инженерные разработки должны учитывать требования законодательных и правовых актов, технических регламентов в области безопасности производства, охраны труда и защиты окружающей среды.

В данной работе представлена деталь типа «Опора барабана», которая используется внутри аппарата выдающего карты. Данная деталь является узлом внутри аппарата, она используется для фиксации тел вращения внутри аппарата, тел типа валов.

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

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

### **4.1.1 Специальные правовые нормы трудового законодательства**

К особенностям трудового законодательства при работе на производственном участке можно отнести режим рабочего времени и оплату и нормирование труда. Согласно статье 103 Трудового кодекса РФ на производственном участке введена работа в две смены для более эффективного использования оборудования. Так как на производственном участке работает коллектив, дифференцируемый по тарифно-квалификационному справочнику работ и профессий рабочих, то оплата труда будет производиться по тарифной системе оплаты труда согласно статье 143 ТК РФ.

Виды компенсаций при работе во вредных условиях:

- Сокращенная продолжительность рабочего времени;
- Ежегодный дополнительный оплачиваемый отпуск;
- Повышение оплаты труда;
- Досрочное назначение трудовой пенсии.

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

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

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

При проектировании исследуемого производственного участка необходимо учитывать и пользоваться следующими нормативными документами:

– ОНТП 14–93. Нормы технологического проектирования предприятий машиностроения, приборостроения и металлообработки. Механообрабатывающие и сборочные цехи.

– ГОСТ 12.2.032-78 ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования.

– ГОСТ 12.2.033-78 ССБТ. Рабочее место при выполнении работ стоя. Общие эргономические требования.

- ГОСТ 12.2.049-80 ССБТ. Оборудование производственное. Общие эргономические требования.
- ГОСТ 22902-78. Система «человек-машина». Отсчетные устройства индикаторов визуальных. Общие эргономические требования.
- ГОСТ EN 894-3-2012. Безопасность машин. Эргономические требования к оформлению индикаторов и органов управления. Часть 3. Органы управления.
- ГОСТ Р ИСО 14738-2007. Безопасность машин. Антропометрические требования при проектировании рабочих мест машин.
- ГОСТ Р ИСО 6385-2016. Эргономика. Применение эргономических принципов при проектировании производственных систем.
- СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03. Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы.

#### 4.2 Производственная безопасность

В данном пункте анализируются вредные и опасные факторы, которые могут возникать при проведении исследований в лаборатории, при разработке или эксплуатации проектируемого решения.

Для идентификации потенциальных факторов необходимо использовать ГОСТ 12.0.003-2015 «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация». Перечень опасных и вредных факторов, характерных для проектируемой производственной среды необходимо представить в виде таблицы.

Таблица 4.1 – Возможные опасные и вредные факторы

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Этапы работ			Нормативные документы
	Разработка	Изготовление	Эксплуатация	
1. Воздействие неподвижных режущих, колющих, обдирающих, разрывающих частей твердых объектов при соприкосновении с рабочим		+		<ul style="list-style-type: none"> <li>– ГОСТ 12.1.007-76 [1]</li> <li>– СанПиН 2.2.4.548-96 [2]</li> <li>– СНиП41-01-2003 [3]</li> <li>– СН 2.2.4/2.1.8.562–96 [4]</li> <li>– ГОСТ 12.1.003-2014 [5]</li> <li>– ГОСТ 12.1.012-2004 [6]</li> <li>– СНиП 23-05-95 [7]</li> </ul>
2. Струи жидкости, воздействующие на организм работающего при соприкосновении с ним		+		
3. Отклонение показателей микроклимата	+	+	+	
4. Превышение уровня шума и вибраций		+		

5. Отсутствие или недостаток освещения	+	+	+	
--	---	---	---	--

Выполним анализ опасных и вредных производственных факторов. Для этого воспользуемся следующим планом [8]:

- 1) источник возникновения фактора;
- 2) воздействие фактора на организм человека;
- 3) приведение допустимых норм с необходимой размерностью;
- 4) предлагаемые средства защиты для минимизации воздействия фактора.

#### **4.2.1 Воздействие неподвижных режущих, колющих, обдирающих, разрывающих частей твердых объектов при соприкосновении с рабочим**

Источником возникновения рассматриваемого фактора будут являться заусенцы и острые кромки, которые формируются при обработке поверхностей, режущий инструмент. При воздействии данного фактора возникают порезы и ссадины, которые отрицательно влияют на кожный покров, чаще всего руки человека. Чтобы снизить воздействие устанавливают защитные ограждения на станки, обустривают рабочие места и обучают рабочий персонал. Также необходимо использовать спецодежду.

#### **4.2.2 Струи жидкости, воздействующие на организм работающего при соприкосновении с ним**

Под этим фактором подразумевается воздействие СОЖ на организм человека. Отрицательное воздействие СОЖ на рабочих связано с ее попаданием на кожу и в дыхательные пути в процессе изготовления эмульсии, ее разбрызгивания и перегрева при механообработке деталей, из-за протечек в системе смазки и охлаждения оборудования, случайных проливов. В процессе металлообработки рабочая эмульсия подвергается деструкции под воздействием высоких температур, загрязняется механическими примесями, например, металлической пылью, частицами абразивных материалов, волокнами обтирочных материалов и посторонними маслами, что приводит к увеличению опасности отработанной СОЖ в 15-30 раз по сравнению со свежеприготовленной.

Наиболее частыми проблемами со здоровьем у рабочих-станочников являются: масляные фолликулиты, эпидермиты, контактные неаллергические дерматиты, аллергия на СОЖ (раздражение кожи, ринит, конъюнктивит, зуд в носу и горле, приступообразный кашель).

Допустимые нормы и показатели установлены ГОСТ 12.1.007-76 и приведены в таблице документа.

Чтобы свести к минимуму вред от применения СОЖ на предприятии, необходимо:

- перейти на использование экологически безопасных эмульсий;
- правильно обустроить общецеховую и местную приточно-вытяжную вентиляцию;
- обеспечивать рабочих чистой спецодеждой и необходимыми средствами индивидуальной защиты;
- производить своевременную замену отработанной эмульсии и ее утилизацию в соответствии с требованиями экологических стандартов.

#### **4.2.3 Отклонение показателей микроклимата**

Источником изменения микроклимата на исследуемом участке будет всё участвующее в производстве изделий оборудование, т. е. станки и сами рабочие.

Микроклимат в производственных условиях определяется следующими параметрами:

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

Эти параметры не могут влиять на организм человека по отдельности. Низкие температуры провоцируют отдачу тепла организмом человека, тем самым снижая его защитные функции, что приводит к переохлаждению организма, инфекционным заболеваниям и т.д. Очень высокая температура в помещении влечёт за собой не меньшие проблемы. Борясь с жарой, организм выводит соль из организма, в результате чего происходит снижение иммунитета, нарушение водно-солевого баланса, который регулирует работу многих систем в организме. Чем выше температура, тем суше будет воздух, что приводит к пересыханию слизистой, которая становится более уязвимой для вирусов. Также в зависимости от температуры воздуха скорость его движения влияет на организм по-разному. Например, при температуре до 32-34 градусов скорость в 0,15 м/с комфортна, так как при этом воздух оказывает освежающий эффект. Если температура выше 35 градусов, то эффект будет обратным.

Оптимальные и допустимые показатели температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в рабочей зоне производственных помещений должны соответствовать значениям, приведенным в таблицах 1 и 2 СанПиН 2.2.4.548-96.

Для обеспечения оптимальных и допустимых показателей микроклимата в холодный период года применяются средства защиты рабочих мест от радиационного

охлаждения от остекленных поверхностей оконных проемов, в теплый период года предусматривают защиту от попадания прямых солнечных лучей. Также в цеху имеются кондиционеры, для поддержания необходимых условий. Одними из основных мероприятий по оптимизации микроклимата и состава воздуха в производственных помещениях являются обеспечение надлежащего отопления, вентиляции и кондиционирования по СНиП41-01-2003.

#### **4.2.4 Превышение уровня шума и вибраций**

Источниками шума и вибраций на производственном участке являются металлорежущие станки, как например: токарные, фрезерно-центровальные, шлифовальные и др. Шум раздражительно влияет на работника, повышает его утомляемость и способен привести к потере слуха. Вибрации станков могут привести к получению человеком различных травм.

Согласно СН 2.2.4/2.1.8.562–96 предельно допустимый уровень звука на исследуемом производственном участке  $L = 60 - 70$  дБА. Принципы обеспечения безопасности при воздействии на работника шума установлены ГОСТ 12.1.003-2014. При воздействии вибраций – ГОСТ 12.1.012-2004.

Минимизируют влияние шума и вибраций следующими способами:

- использование малошумных машин с меньшей виброактивностью;
- использование материалов и конструкций, препятствующих распространению шума и вибрации;
- оптимальное размещение машин и т.д.

#### **4.2.5 Отсутствие или недостаток освещения**

Причиной недостатка освещения могут являться неправильно спроектированные оконные проемы, неправильно рассчитанные показатели освещения или использование ламп низкого качества. Плохое освещение негативно воздействует на зрение, приводит к быстрому утомлению, снижает работоспособность, вызывает дискомфорт, является причиной головной боли и бессонницы. Нормы естественного и искусственного освещения установлены СНиП 23-05-95\*. Способы улучшения освещения:

- использование люминесцентных ламп;
- локальное размещение ламп на металлорежущих станках;
- усовершенствование системы освещения и т.д.

### **4.3 Экологическая безопасность**

#### **4.3.1 Защита атмосферы**

Механическая металлообработка на станках сопровождается выделением пыли, стружки, туманов масел и эмульсий, которые через вентиляционную систему выбрасываются из помещений, чем отрицательно влияют на состояние атмосферы. При шлифовании выделяется большое количество тонкодисперсной пыли. Пыль, образующаяся в процессе абразивной обработки, на 30-40% состоит из материала абразивного круга, на 60-70% - из материала обрабатываемого изделия.

Содержание вредных веществ в атмосфере нормируется следующими документами:

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

Некоторые методы защиты атмосферы от загрязнений:

- локализация токсичных веществ в зоне их образования местной вентиляцией, очистка загрязненного воздуха в специальных аппаратах и его возврат в производственное или бытовое помещение, если воздух после очистки в аппарате соответствует нормативным требованиям к приточному воздуху;
- локализация токсичных веществ в зоне их образования местной вентиляцией, очистка загрязненного воздуха в специальных аппаратах, выброс и рассеивание в атмосфере.

#### **4.3.2 Защита гидросферы**

Загрязнителями гидросферы на производственных участках являются различные масла, отработанные СОЖ, органические растворители и т.д. Содержание элементов загрязнителей в гидросфере нормируется следующими документами:



– ГН 2.1.5.1315-03. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования.

– ГОСТ 17.1.3.06-82. Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к охране подземных вод.

– ГОСТ 17.1.3.13-86. Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к охране поверхностных вод от загрязнений

Для удаления вредных примесей из сточных вод используют физико-химические методы очистки:

- реагентная флотация;
- реагентная коагуляция;
- мембранные методы очистки.

#### **4.3.3 Защита литосферы**

Загрязнителем литосферы будут считаться захоронения промышленных и бытовых отходов. К промышленным отходам относятся микростружка, опилки металлов, демпферный лом. Также к отходам можно отнести изготавливаемую продукцию, переставшая выполнять требуемые от неё функции.

Защита литосферы нормируется следующими документами:

– СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200–03. Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов.

– ГОСТ Р ИСО 1410-2010. Экологический менеджмент. Оценка жизненного Цикла. Принципы и структура.

Чтобы снизить загрязнение литосферы необходимо сортировать и при возможности перерабатывать отходы производства. Если переработка невозможна, тогда необходимо начать взаимовыгодно сотрудничать с предприятиями, которые занимаются ею.

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

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

К чрезвычайным ситуациям которые могут возникнуть на производственном участке относятся: пожары, аварии, взрывы.

Виды аварий которые могут произойти на производственном участке:

- аварии на очистных сооружениях;
- аварии с выбросом опасных веществ;
- аварии на электроэнергетических системах.

ЧС связанная с взрывами на производственном участке очень опасная и может произойти во время пожара с последующим горением.

Пожар – это наиболее вероятная чрезвычайная ситуация, которая может возникнуть на производственном участке при изготовлении изделий, по ГОСТ Р 22.0.01-2016.

Так как на производственном участке происходит механообработка, подразумевающая высокие температуры в зоне резания, использование СОЖ, а также масел для смазывания трущихся пар, то возникает вероятность возникновения пожара. Также причиной пожара может оказаться короткое замыкание электрической цепи. Общие требования пожарной безопасности установлены ГОСТ 12.1.004-91.

Работа по предупреждению пожаров включает:

- пожарно-техническое обследование с целью выявить истинное состояние пожара безопасной системы объектов в целом и отдельных их частей представителями пожарного надзора с последующим вручением приказов;
- постоянный контроль над выполнением противопожарных работ;
- проверку исправности первичных средств пожаротушения;
- проведение противопожарного инструктажа;
- проведение учебных работ с персоналом предприятия для определения времени эвакуации людей при пожаре.

В результате возникновения пожара работнику необходимо действовать следующим образом:

- оповестить пожарную охрану;
- сообщить руководству предприятия;
- включить сигнализацию, СОУЭ, системы дым удаления, пожаротушения;
- обеспечить эвакуацию работников, не участвующих в ликвидации пожара.

Поскольку на производстве обычно присутствуют оборудование и приборы, работающие от электросети, их нужно обесточить. Персоналу разрешено делать это с разрешения руководства, с соблюдением правил отключения аппаратуры.

### **Вывод по разделу**

В результате исследования производственного участка, на котором изготавливается деталь «Опора барабана», были получены ответы по правовым и организационным, производственным, экологическим вопросам безопасности, а также вопросам безопасности в ЧС. При воздействии каких-либо вредных или опасных факторов на производстве необходимо будет воспользоваться методами, приведенных в этом разделе. Так же в ходе исследования было выявлено, что:

1. Исследуемое помещение соответствует всем нормам и правилам законодательства РФ.
2. Параметры микроклимата соответствуют нормативным документам.
3. Шум на рабочем месте соответствует стандартным нормам.
4. Техпроцесс не приводит к вредным и опасным воздействиям на экологию и здоровья людей.

## **Заключение**

В результате выполнения выпускной квалификационной работы была рассмотрена технологическая подготовка производства для изготовления детали «Опора барабана».

В ходе выполнения работы было решено множество задач, таких как: проектирование технологического процесса изготовления опоры барабана, выбор заготовки и выпуск конечного продукта. Было подобрано все необходимое технологическое оснащение, режущие и контрольно-измерительные инструменты, а также металлообрабатывающее оборудование. Был проведен анализ технологичности изделия. Были рассчитаны минимальные значения припусков на обработку изделия, целью которого является гарантированное обеспечение съема слоя материала.

Был проведен финансовый анализ технологии изготовления опоры барабана. В результате проведенных исследований, установлено, что разработанный технологический процесс изготовления детали «Опоры барабана» экономичен, энергоэффективен, характеризуется высокой производительностью труда. Определена оценка коммерческого потенциала и перспективности проекта. Был произведен расчет затрат на материальные расходы, основную и дополнительные заработную платы.

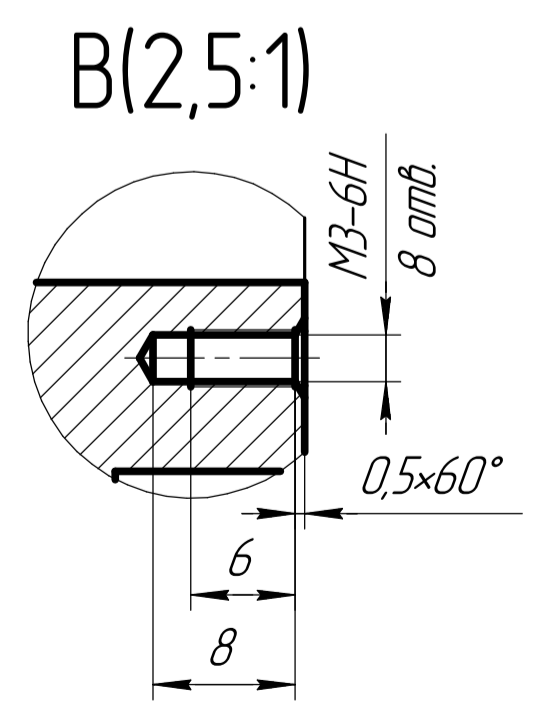
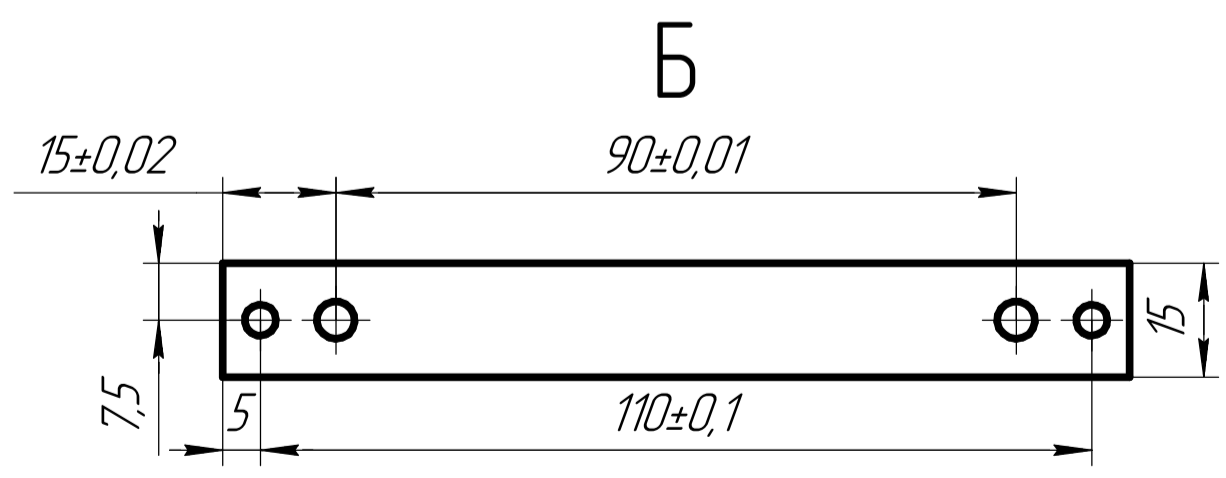
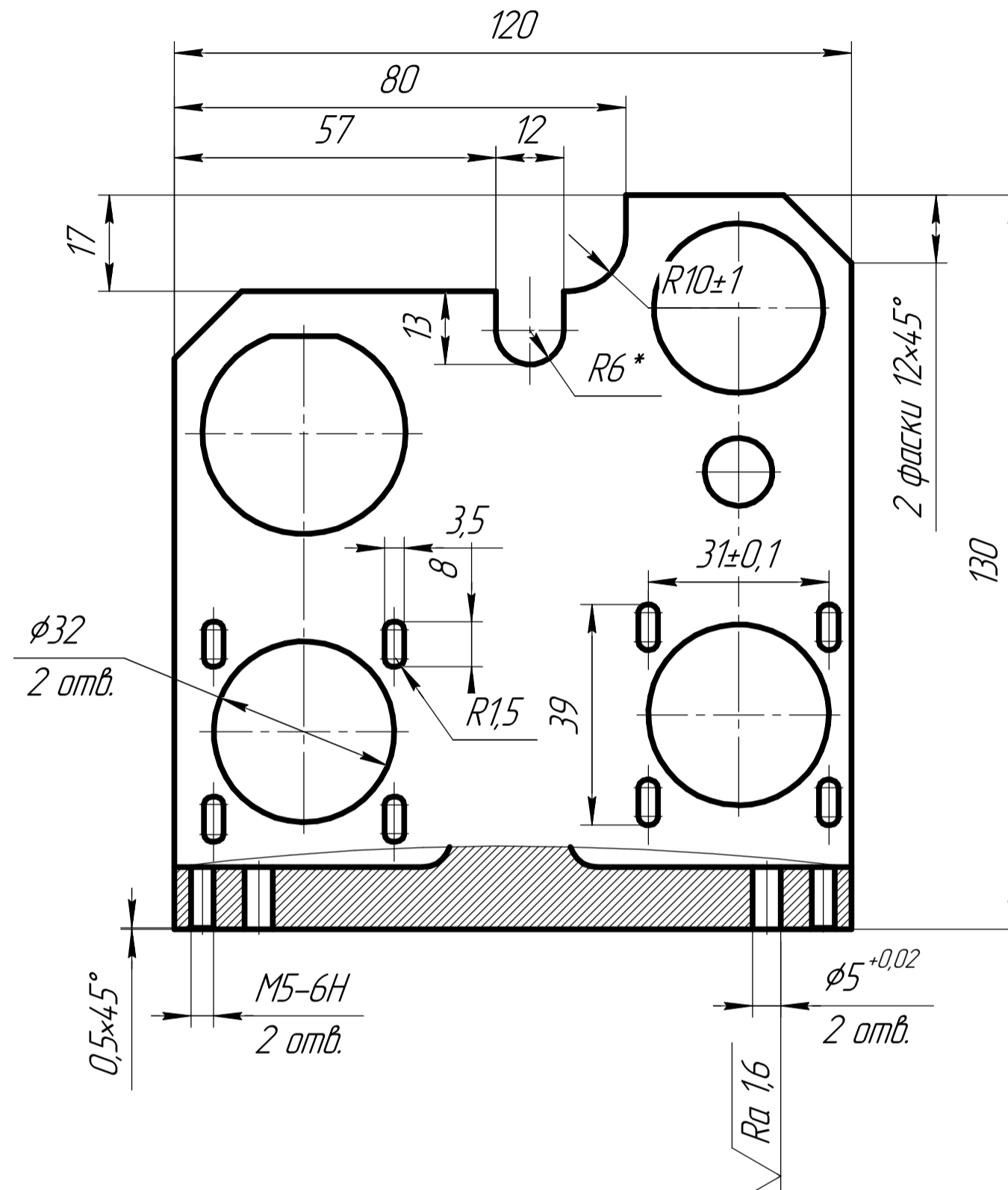
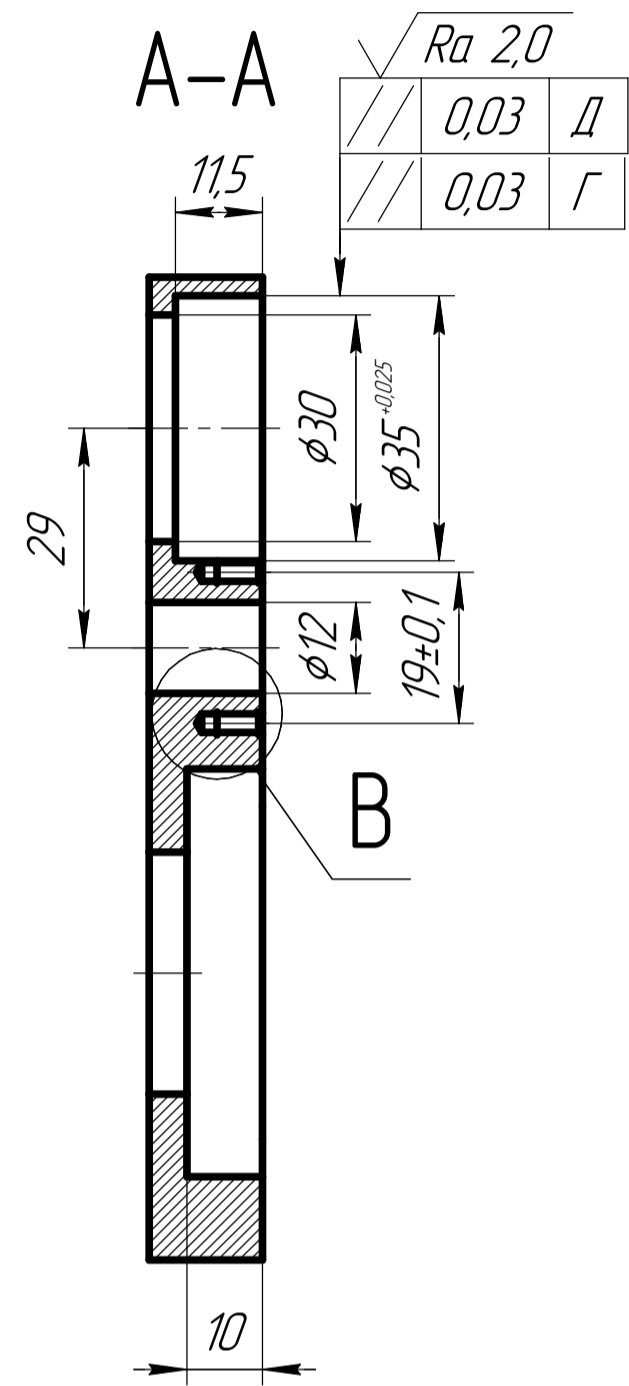
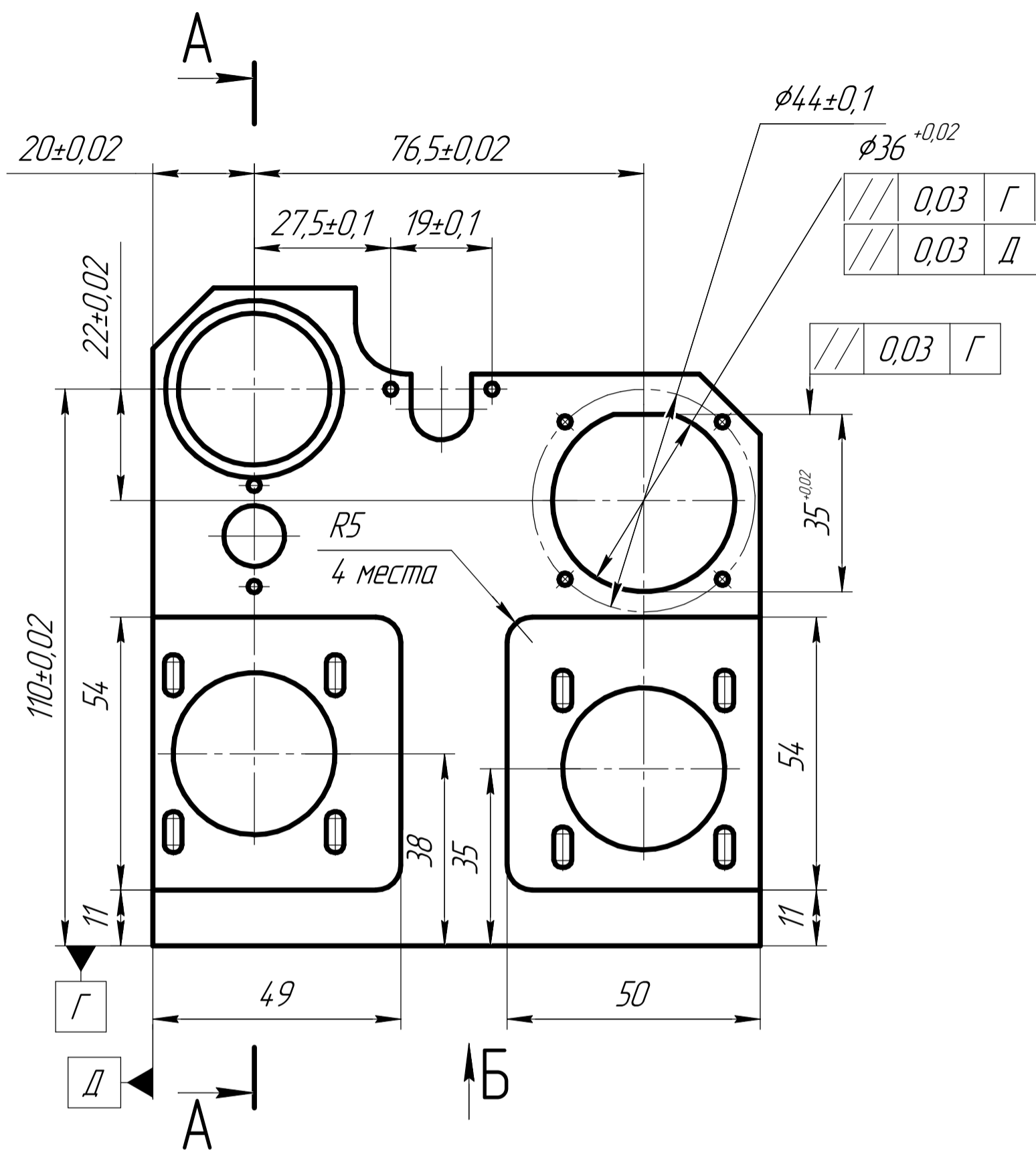
Описаны требования к безопасности жизнедеятельности. Рассмотрены правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности. Выполнен анализ выявленных вредных и опасных факторов. Созданы мероприятия по снижению воздействия вредных и опасных факторов. Спроектированы способы снижения вредных воздействий на окружающую среду и человека. На предприятии должны присутствовать первичные средства пожаротушения при возникновении чрезвычайных ситуаций.

## Список литературы

1. Аверьянов И.Н., Проектирование и расчет станочных и контрольно-измерительных приспособлений в курсовых и дипломных проектах. Рыбинск, 2010.-217 с.
2. Горбачевич А.Ф., Шкред В.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учебное пособие для вузов. – 5-е издание, стереотипное. Перепечатка с четвертого издания 1983 г. – М.: ООО ИД «Альянс», 2007. – 256 с.
3. Скворцов В.Ф. Основы размерного анализа технологических процессов изготовления деталей: учебное пособие. 2-е издание. Томск: Издательство Томского политехнического университета, 2009. -90 с.
4. Стружестрах Е.И. Справочник нормировщика-машиностроителя. – Москва, 1961. – 892 с.
5. Косилова А.Г., Мещеряков Р.К Справочник технолога-машиностроителя Том 2. - Москва «Машиностроение», 2003. – 943 с.
6. Свешников В.К. Станочные гидроприводы: Справочник.: - М.: «Машиностроение», 1995.
7. Кузьмина Е.А, Кузьмин А.М. Методы поиска новых идей и решений "Методы менеджмента качества" №1 2018 г.
8. Скворцов Ю.В. Организационно-экономические вопросы в дипломном проектировании: Учебное пособие. – М.: Высшая школа, 2016.
9. Сущность методики FAST в области ФСА [Электронный ресурс] <http://humeur.ru/page/sushhnost-metodiki-fast-v-oblasti-fsa>.
10. Методы оценки финансово-экономической эффективности инвестиционного проекта без учета фактора времени. [Электронный ресурс] <https://studfiles.net/preview/712337/page:2/>.
11. ГОСТ 12.1.007-76 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности.
12. СанПиН 2.2.4.548-96 Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений.
13. СНиП 41-01-2003 Отопление, вентиляция и кондиционирование.
14. Санитарные нормы СН 2.2.4/2.1.8.562-96. "Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки".
15. ГОСТ 12.1.003-2014 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Шум. Общие требования безопасности.

16. ГОСТ 12.1.012-2004 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Вибрационная безопасность. Общие требования.
17. СНиП 23-05-95\* Естественное и искусственное освещение.
18. Пашков Е.Н. Методические указания по разработке раздела «Социальная ответственность» выпускной квалификационной работы магистра, специалиста и бакалавра всех направлений (специальностей) и форм обучения ТПУ/Сост. Е.Н. Пашков, И.Л. Мезенцева – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2019. – 24 с.
19. СанПиН 2.1.6.1032-01 Гигиенические требования к обеспечению качества атмосферного воздуха населенных мест.
20. ГН 2.1.6.2309-07. Ориентировочно безопасный уровень воздействия (ОБУВ) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест.
21. ГН 2.1.6.3492-17. Предельно-допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе городских и сельских поселений.
22. ГН 2.2.5.2308-07. Ориентировочно безопасный уровень воздействия (ОБУВ) вредных веществ в воздухе рабочей зоны.
23. ГН 2.2.5.3532-18. Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны.
24. ГН 2.1.5.1315-03. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования.
25. ГОСТ 17.1.3.06-82. Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к охране подземных вод.
26. ГОСТ 17.1.3.13-86. Охрана природы. Гидросфера. Общие требования к охране поверхностных вод от загрязнений.
27. СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200–03. Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов.
28. ГОСТ Р ИСО 1410-2010. Экологический менеджмент. Оценка жизненного Цикла. Принципы и структура.
29. ГОСТ Р 22.0.01-2016 Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Основные положения.
30. ГОСТ 12.1.004-91 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Пожарная безопасность. Общие требования.

# **ПРИЛОЖЕНИЕ**



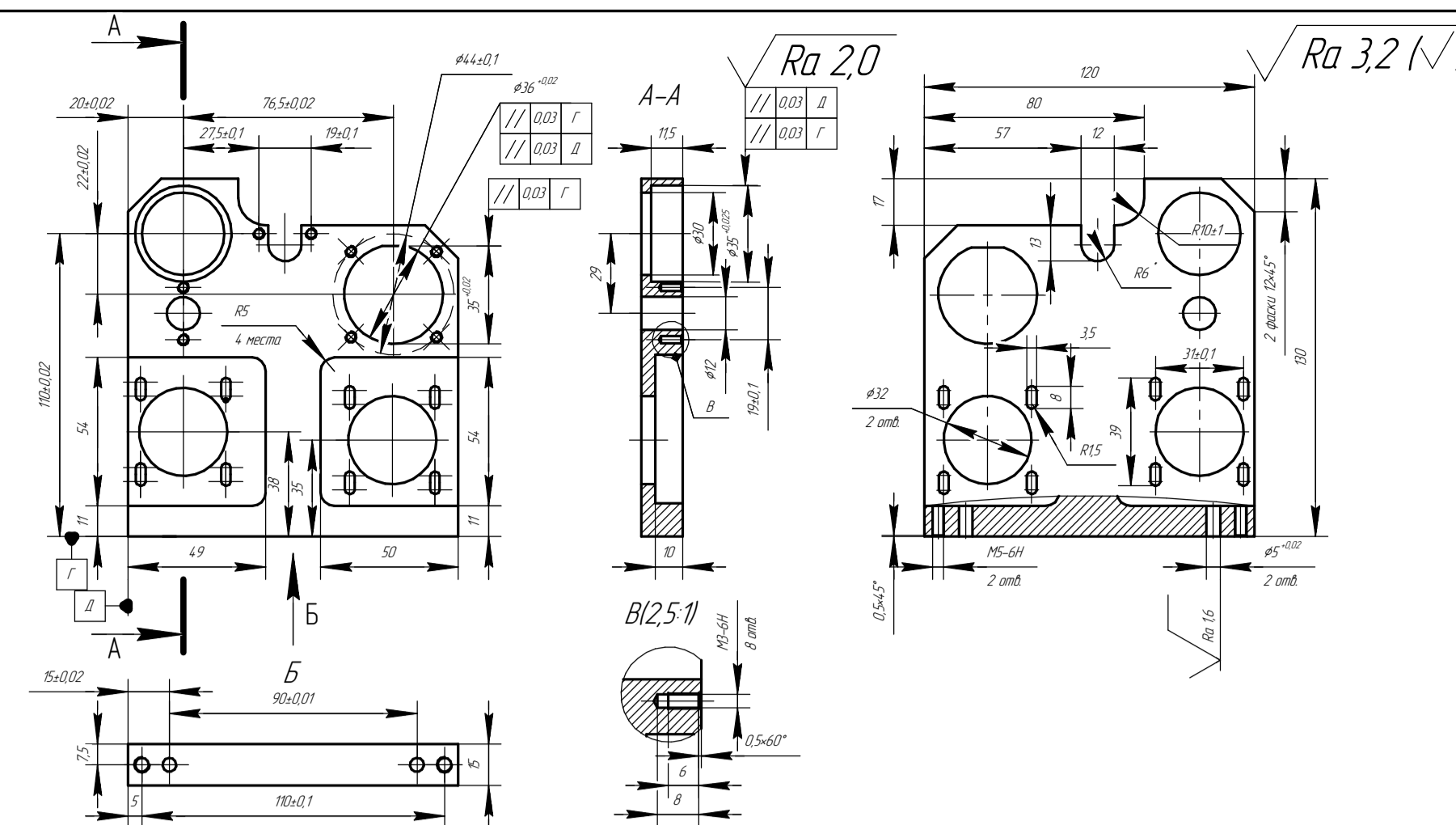
1 Общие допуски по ГОСТ 30893.1-т.  
2 \* Размер для справок.

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

ИШНПТ-8/161135.001				Лист	Масса	Масштаб
Опора барабана				у	320 г	1:1
Изм. Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лист	Листов	1
Разраб.	Токтаров Е.А.					
Проб.	Базнак А.О.					
Т.контр.						
Н.контр.						
Утв.						
Д16Т ГОСТ 4784-97				ТПУ ИШНПТ зр. 4А6Б		
Копировал				Формат А2		



Материал	Код ед. величины	Масса детали, г	Заготовка			
Наименование, марка			Код и вид	Профиль Размеры	Кол.	Масса кг.
Дюралюминий Д16Т		320	Листовой прокат	520×126×136	1000	0,400



Номер операции	перехода	Наименование операций и содержание переходов	Операционный эскиз	Оборудование	Приспособление	Инструмент		Наличие оборудования	Число рабочих ходов	Диаметр или ширина, мм	Длина в направлении подачи, мм	Глубина резания, мм	Режим обработки		Нормы времени				Разряд работы		
						режущий	измерительный						mm/об	mm/мин	Частота, об/мин	Скорость резания, м/мин	T <sub>вс</sub>	T <sub>пз</sub>		T <sub>шт</sub>	T <sub>шт.к</sub>
0	A	Отрезная Установить и снять заготовку.		Плазморез с ЧПУ Cyber CUT 1530	Стол для плазменной резки, зажимы	Струя плазмы	Штангенциркуль ШЦ-I-200-0,05 ГОСТ 166-89		1	270	271	20		30	6	9,13	0,98	14	11,681	11,70	
5	A	Фрезерная Установить и снять заготовку.		Фрезерный станок PROMA FVW-30		Фреза концевая φ20 Т15К6 ГОСТ 17025-71	МК-150-1 ГОСТ 6507-90		1	20	125	2,5	0,6	1900	119	0,22	14,2	16	2,14	2,16	
	1	Фрезеровать поверхность 1, выдерживая размер 132,5±0,21.																			
	2	Фрезеровать поверхность 2, выдерживая размер 130±0,41.																			
10	A	Фрезерная Установить и снять заготовку.		Фрезерный станок PROMA FVW-30		Фреза торцевая φ120 с СМП Т15К6 ГОСТ 26595-85	МК-20-1 ГОСТ 6507-90		1	120	135	2,5	2,4	500	188	1,12	14,2	16	4,2	4,22	
	1	Фрезеровать поверхность 3, выдерживая размер 17,5±0,29.																			
15	A	Фрезерная с ЧПУ Установить и снять заготовку.		Фрезерный станок с ЧПУ KVL 580 (SMTCL)		Фреза торцевая φ120 с СМП Т15К6 ГОСТ 26595-85	МК-20-1 ГОСТ 6507-90		1	120	135	2,5	2,4	500	188	1,12					
	1	Фрезеровать поверхность 4, выдерживая размер 15±0,43.																			
	2	Фрезеровать поверхность 5, выдерживая размер 122,5±0,23.																			
	3	Фрезеровать поверхность 6, выдерживая размер 120±0,47.																			

Имя, № подл. Подп. и дата. Взам. инв. №. Инв. № докум. Подп. и дата. Стр. №. Пер. помен.

Изд. №, дата, Подп. и дата, Взам. инв. №, Инв. № докум., Подп. и дата

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
	4	Фрезеровать карман, выдерживая размеры $11 \pm 0,43$ , $54 \pm 0,74$ , $49_{-0,62}$ , $10^{+0,36}$ , R5.				Фреза концевая $\phi 10$ Т15К6 ГОСТ 17025-71	Штангенциркуль ШЦ-I-100-0,05 ГОСТ 166-89 ШР-1 R5 ГОСТ 4126-66 ГИ-30-0,1 мм ГОСТ 7661-67		5	54	49	2	0,04		10000	110	0,64						
	5	Фрезеровать карман, выдерживая размеры $11 \pm 0,43$ , $54 \pm 0,74$ , $70 \pm 0,06$ , $10^{+0,36}$ , R5.				Фреза концевая $\phi 10$ Т15К6 ГОСТ 17025-71	Штангенциркуль ШЦ-I-100-0,05 ГОСТ 166-89 ШР-1 R5 ГОСТ 4126-66 ГИ-30-0,1 мм ГОСТ 7661-67		5	54	49	2	0,04		10000	110	0,64						
	6	Фрезеровать отверстие, выдерживая размеры $20 \pm 0,02$ , $38 \pm 1,24$ , $\phi 32_{-0,62}$ .				Фреза концевая $\phi 32$ Т15К6 ГОСТ 17025-71	НМ-50М-0,01 ГОСТ 9244-75 ИМЦ/Л-1 100x50 ГОСТ 8074-82		1	32	15	2,5	0,60		1900	119	0,015						
	7	Фрезеровать отверстие, выдерживая размеры $20 \pm 0,02$ , $35 \pm 1,24$ , $\phi 32_{-0,62}$ .				Фреза концевая $\phi 32$ Т15К6 ГОСТ 17025-71	НМ-50М-0,01 ГОСТ 9244-75 ИМЦ/Л-1 100x50 ГОСТ 8074-82		1	32	15	2,5	0,60		1900	119	0,015						
	8	Фрезеровать отверстие, выдерживая размеры $110 \pm 0,02$ , $20 \pm 0,02$ , $\phi 30_{-0,52}$ .				Фреза концевая $\phi 30$ Т15К6 ГОСТ 17025-71	Калибр-пробка гладкая двухстаронняя $\phi 30$ ГОСТ 14.748-69 ИМЦ/Л-1 100x50 ГОСТ 8074-82		1	30	15	2,5	0,60		1900	119	0,015						
	9	Фрезеровать отверстие, выдерживая размеры $110 \pm 0,02$ , $20 \pm 0,02$ , $11^{+0,43}$ , $\phi 35_{+0,025}$ .				Фреза концевая $\phi 35$ Т15К6 ГОСТ 17025-71	Калибр-пробка гладкая двухстаронняя $\phi 35$ ГОСТ 14.748-69. ГИ-30-0,1 мм ГОСТ 7661-67 ИМЦ/Л-1 100x50 ГОСТ 8074-82		1	35	11,5	2,5	0,60		1900	119	0,012						
	10	Фрезеровать отверстие, выдерживая размеры $88 \pm 0,02$ , $35 \pm 0,02$ , $18^{+0,01}$ , $96,5_{-0,02}$ , $\phi 36_{+0,02}$ , R3.				Фреза концевая $\phi 5$ Т15К6 ГОСТ 17025-71	Калибр-пробка гладкая специальные $\phi 36$ ГОСТ 14.748-69 ИМЦ/Л-1 100x50 ГОСТ 8074-82		1	10x12	15	2	0,04		10000	110	0,325						

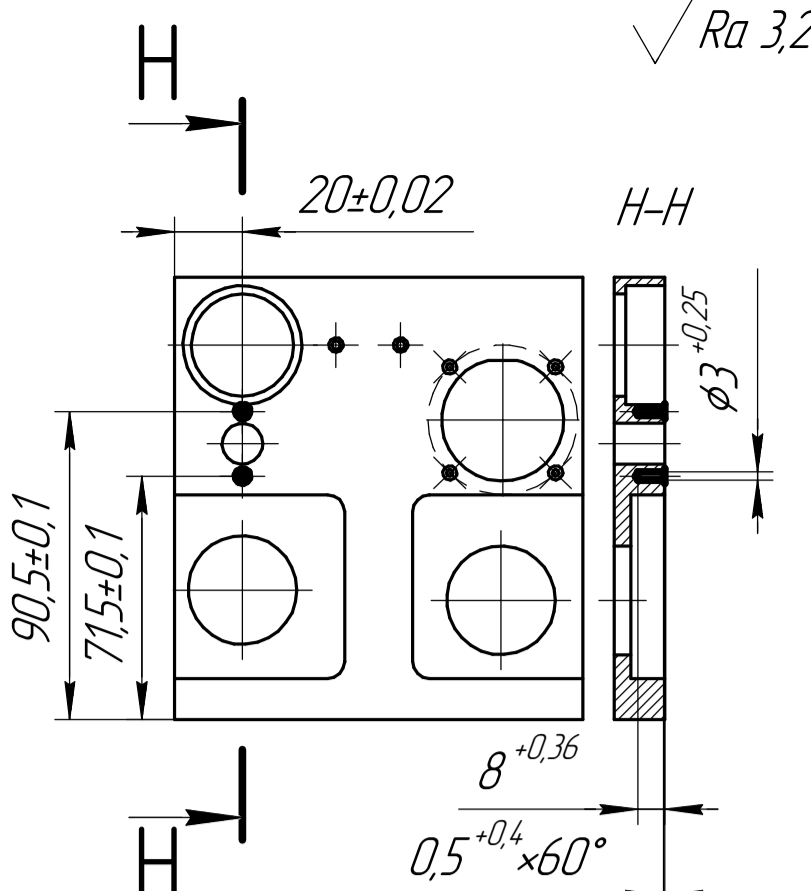
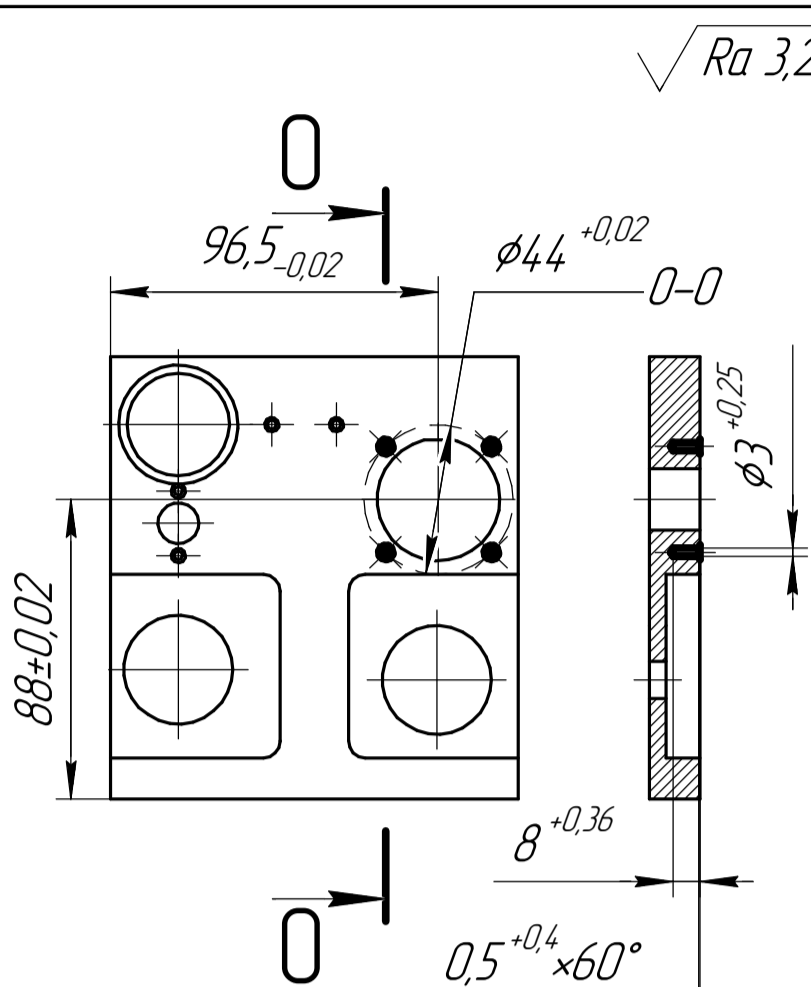
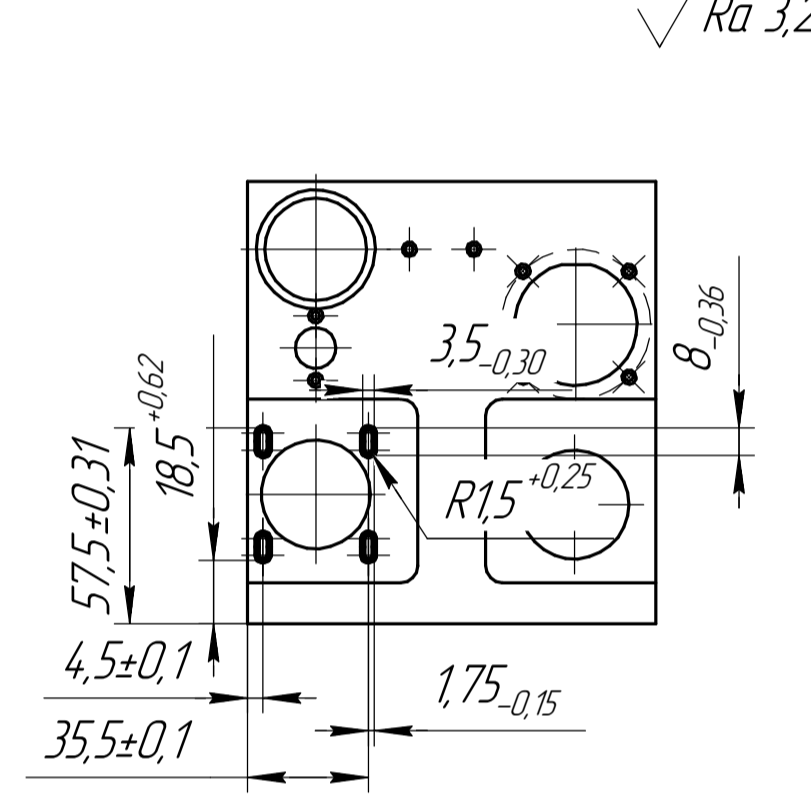
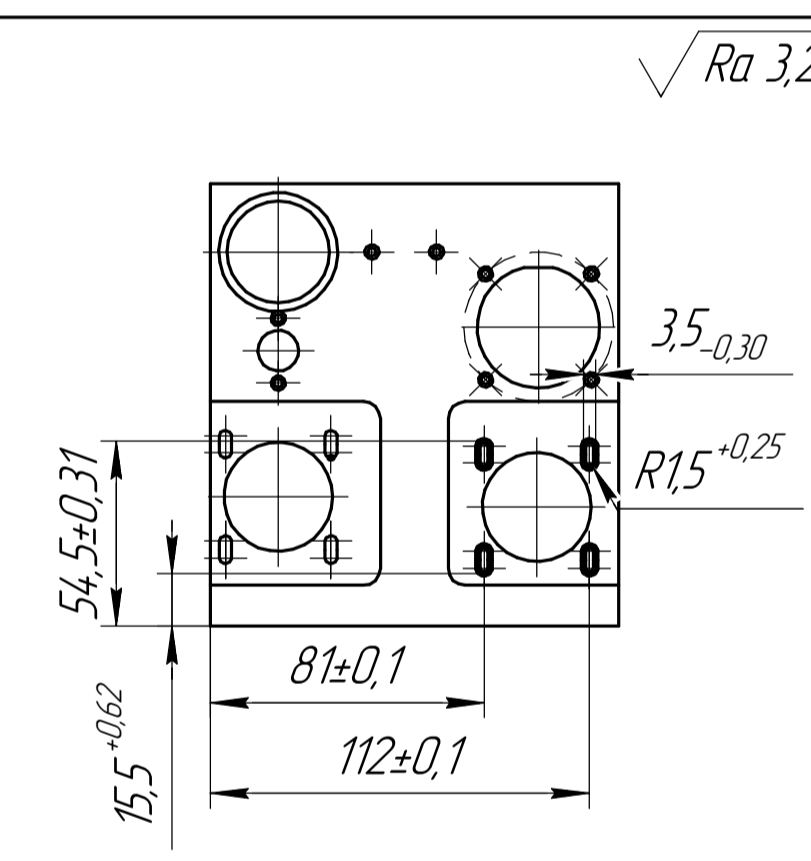
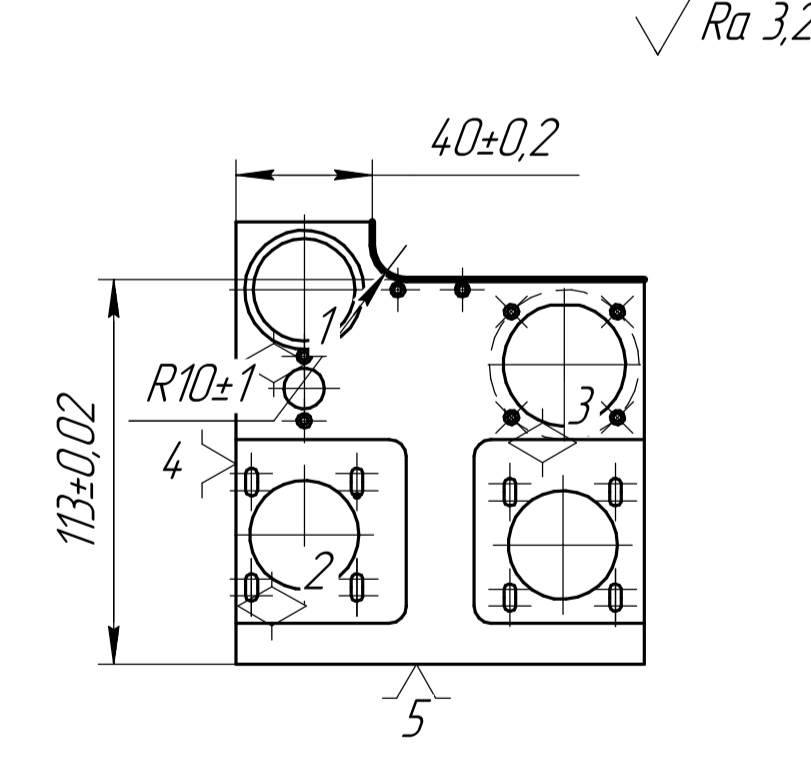
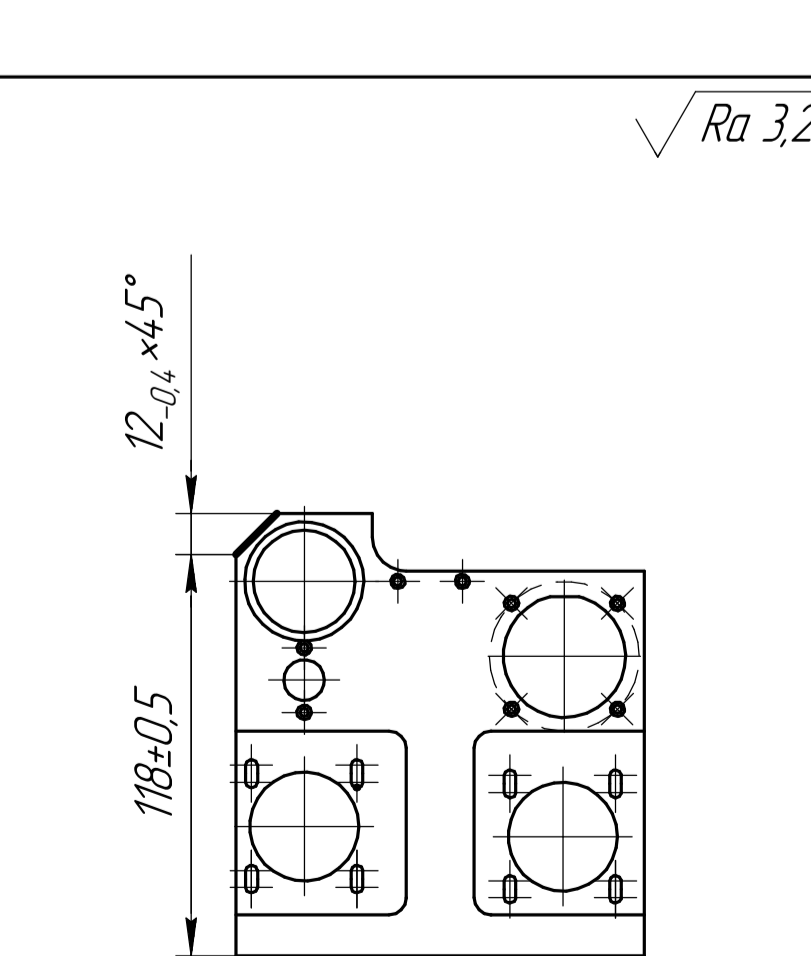
Фрезерный станок с ЧПУ KVL 580 (SMTCL)

Тиски гидравлические ГОСТ 16518-96

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
	11	Сверлить центровочные отверстия, выдерживая размеры $81\pm 0,52$ , $20\pm 0,02$ , $2$ , $\phi 2$ , $\phi 2,5$ .				Сверло центровочное тип А φ2 Т15К6 ГОСТ 14-952-75	Калибр-продка специальная φ2 ГОСТ 14-748-69 ГИ-30-0,1 мм ГОСТ 7661-67 ИМЦ/Л-1 160х80 ГОСТ 8074-82		1	2	2	1	0,12		14600	92	0,002						
	12	Сверлить центровочные отверстия, выдерживая размеры $110\pm 0,02$ , $4,75\pm 0,10$ , $66,5\pm 0,10$ , $2$ , $\phi 2$ , $\phi 2,5$ .				Сверло центровочное тип А φ2 Т15К6 ГОСТ 14-952-75	Калибр-продка специальная φ2 ГОСТ 14-748-69 ГИ-30-0,1 мм ГОСТ 7661-67 ИМЦ/Л-1 160х80 ГОСТ 8074-82		1	2	2	1	0,12		14600	92	0,004						
	13	Сверлить центровочные отверстия, выдерживая размеры $71,5\pm 0,1$ , $90,5\pm 0,1$ , $20\pm 0,02$ , $2$ , $\phi 2$ , $\phi 2,5$ .				Сверло центровочное тип А φ2 Т15К6 ГОСТ 14-952-75	Калибр-продка специальная φ2 ГОСТ 14-748-69 ГИ-30-0,1 мм ГОСТ 7661-67 ИМЦ/Л-1 160х80 ГОСТ 8074-82		1	2	2	1	0,12		14600	92	0,004						
	14	Сверлить центровочные отверстия, выдерживая размеры $88\pm 0,02$ , $95,5_{-0,02}^{+0,2}$ , $\phi 4,4_{-0,2}^{+0,2}$ , $2$ , $\phi 2$ , $\phi 2,5$ .				Сверло центровочное тип А φ2 Т15К6 ГОСТ 14-952-75	Калибр-продка специальная φ2 ГОСТ 14-748-69 ГИ-30-0,1 мм ГОСТ 7661-67 ИМЦ/Л-1 160х80 ГОСТ 8074-82		1	2	2	1	0,12		14600	92	0,008						
	15	Сверлить отверстие, выдерживая размеры $81\pm 0,52$ , $20\pm 0,02$ , $\phi 12_{-0,13}^{+0,43}$ .				Сверло спиральное φ12 Т15К6 ГОСТ 2034-80	Калибр-продка гладкая двухсторонняя φ12 ГОСТ 14-748-69 ИМЦ/Л-1 100х50 ГОСТ 8074-82		1	12	15	2,5	0,12		11200	88	0,025						
	16	Сверлить отверстия, выдерживая размеры $110\pm 0,02$ , $4,75\pm 0,10$ , $66,5\pm 0,10$ , $8_{-0,36}^{+0,36}$ , $0,5_{-0,4}^{+0,4} \times 60^\circ$ , $\phi 3_{-0,25}^{+0,25}$ .				Сверло спиральное φ3 Т15К6 ГОСТ 2034-80	Калибр-продка гладкая двухсторонняя φ3 ГОСТ 14-748-69 ГИ-30-0,1 мм ГОСТ 7661-67 ИМЦ/Л-1 160х80 ГОСТ 8074-82		1	3	8	4	0,12		11200	88	0,090						

Фрезерный станок с ЧПУ KVL 580 (SMTCL)

Тиски гидравлические ГОСТ 16518-96

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
	17	Сверлить отверстия, выдерживая размеры $110 \pm 0,02$ , $71,5 \pm 0,1$ , $90,5 \pm 0,1$ , $20 \pm 0,02$ , $8^{+0,36}$ , $0,5^{+0,4} \times 60^\circ$ , $\phi 3^{+0,25}$ .				Сверло спиральное $\phi 3$ Т15К6 ГОСТ 2034-80	Калибр-пробка гладкая двухстаронняя $\phi 3$ ГОСТ 14.748-69 ГИ-30-01 мм ГОСТ 7661-67 ИМЦЛ-1 160x80 ГОСТ 8074-82		1	3	8	4	0,12			11200	88	0,090					
	18	Сверлить отверстия, выдерживая размеры $88 \pm 0,02$ , $96,5 \pm 0,02$ , $\phi 44^{+0,02}$ , $8^{+0,36}$ , $0,5^{+0,4} \times 60^\circ$ , $\phi 3^{+0,25}$ .				Сверло спиральное $\phi 3$ Т15К6 ГОСТ 2034-80	Калибр-пробка гладкая двухстаронняя $\phi 3$ ГОСТ 14.748-69 ГИ-30-01 мм ГОСТ 7661-67 ИМЦЛ-1 160x80 ГОСТ 8074-82		1	3	8	4	0,12			11200	88	0,180					
	19	Фрезеровать пазы, выдерживая размеры $4,5 \pm 0,1$ , $18,5^{+0,62}$ , $35,5 \pm 0,1$ , $57,5 \pm 0,31$ , $3,5_{-0,30}$ , $8_{-0,36}$ , $1,75_{-0,15}$ , $R15^{+0,25}$ .				Фреза концевая $\phi 3,5$ Т15К6 ГОСТ 17025-71	ШР-1 R15 ГОСТ 4.126-66 ИМЦЛ-1 100x50 ГОСТ 8074-82		1	3,5	8	5	0,04			10000	110	0,1					
	20	Фрезеровать пазы, выдерживая размеры $81 \pm 0,1$ , $112 \pm 0,1$ , $54,5 \pm 0,31$ , $15,5^{+0,62}$ , $3,5_{-0,30}$ , $R15^{+0,25}$ .				Фреза концевая $\phi 3,5$ Т15К6 ГОСТ 17025-71	ШР-1 R15 ГОСТ 4.126-66 ИМЦЛ-1 100x50 ГОСТ 8074-82		1	3,5	8	5	0,04			10000	110	0,1					
20	A	Фрезерная с ЧПУ Установить и снять заготовку.				Фреза концевая $\phi 10$ Т15К6 ГОСТ 17025-71	Штангенциркуль ШЦ-200-0,05 ГОСТ 166-89 ШР-1 R15 ГОСТ 4.126-66		7	17	80	2,5	0,6			1900	119	0,52					
	2	Фрезеровать фаску, выдерживая размеры $118 \pm 0,5$ , $12_{-0,4} \times 45^\circ$ .				Фреза концевая $\phi 10$ Т15К6 ГОСТ 17025-71	Шаблон для фасок INSIZE 4844		1	$12 \times 45^\circ$	$13 \times 45^\circ$	2,5	0,6			1900	119	0,012					

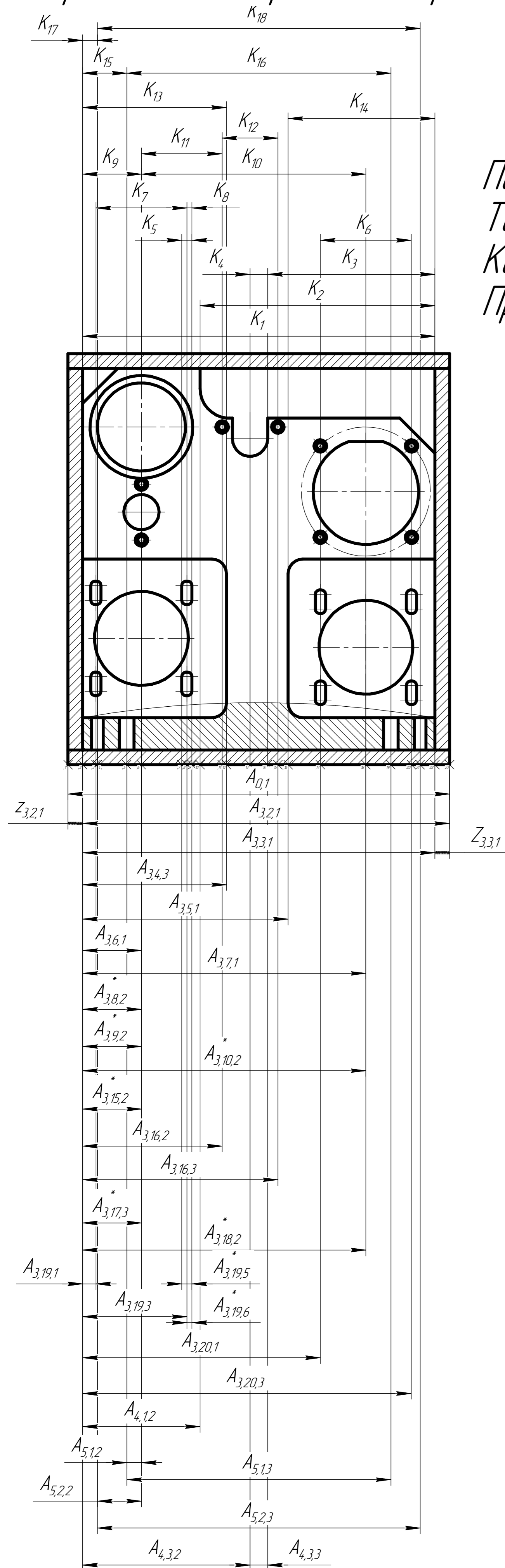
Фрезерный станок с ЧПУ KVL 580 (SMTCL)

Тиски гидравлические ГОСТ 16518-96

Изм. №, дата, Подп. и дата, Взам. инв. №, Инв. №, дата, Подп. и дата

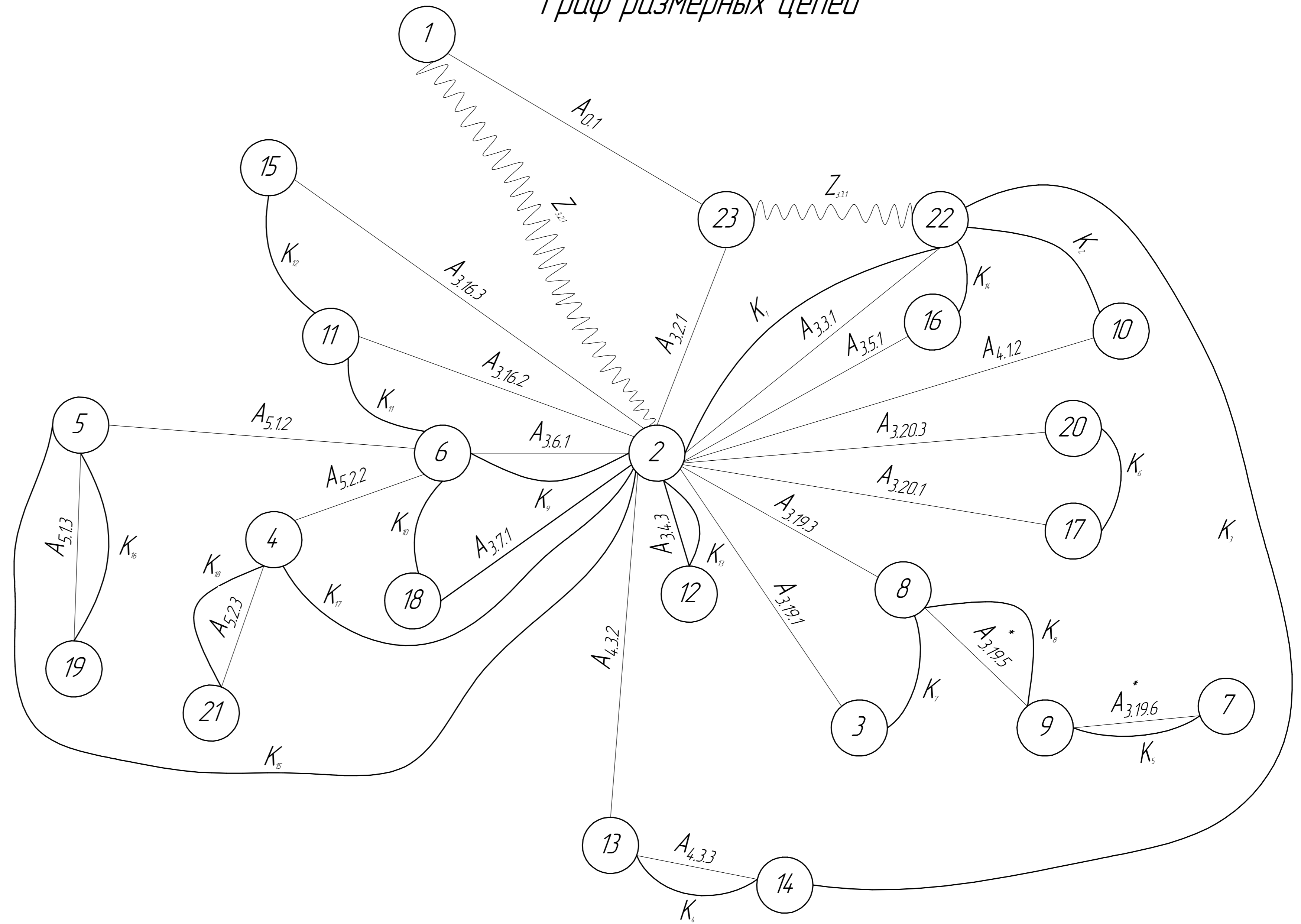
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
	3	Фрезеровать паз, выдерживая размеры $100 \pm 0,15$ , $57 \pm 0,15$ , $6^{+0,15}$ , $R6^{+0,30}$		Фрезерный станок с ЧПУ KVL 580 (SMTCL)	Тиски гидравлические ГОСТ 16518-96	Фреза концевая $\phi 12$ Т15К6 ГОСТ 17025-71	ШР-1 Р15 ГОСТ 4126-66 ИМЦ/Л-1 100х50 ГОСТ 8074-82		1	12	13	2,5	0,6			1900	119	0,013					
	4	Фрезеровать фаску, выдерживая размеры $101 \pm 0,2$ , $12_{-0,4} \times 45^\circ$						Фреза концевая $\phi 10$ Т15К6 ГОСТ 17025-71	Шаблон для фасок INSIZE 48444		1	$12 \times 45^\circ$	$13 \times 45^\circ$	2,5	0,6			1900	119	0,012	1,42	12	2,293
25	A	Фрезерная с ЧПУ Установить и снять заготовку.		Фрезерный станок с ЧПУ KVL 580 (SMTCL)	Специальное приспособление	Сверло спиральное $\phi 5$ Т15К6 ГОСТ 2034-80	Калибр-пробка гладкая двухсторонняя $\phi 5$ ГОСТ 14.748-69 ИМЦ/Л-1 100х50 ГОСТ 8074-82		1	5	12	4	0,12			11200	88	0,018					
	1	Сверлить отверстия выдерживая размеры $90 \pm 0,02$ , $7,5 \pm 0,18$ , $5 \pm 0,36$ , $\phi 5^{+0,02}$						Сверло спиральное $\phi 5$ Т15К6 ГОСТ 2034-80	Калибр-пробка гладкая двухсторонняя $\phi 5$ ГОСТ 14.748-69 ИМЦ/Л-1 100х50 ГОСТ 8074-82												1,42	12	16,74
	2	Сверлить отверстия выдерживая размеры $110 \pm 0,2$ , $7,5 \pm 0,18$ , $15 \pm 0,02$ , $\phi 5^{+0,02}$				Сверло спиральное $\phi 5$ Т15К6 ГОСТ 2034-80	Калибр-пробка гладкая двухсторонняя $\phi 5$ ГОСТ 14.748-69 ИМЦ/Л-1 100х50 ГОСТ 8074-82		1	5	12	4	0,12			11200	88	0,018					
30	1	Слесарная Снять заусенцы, острые кромки притупить		Операции выполняются в ручную	Тиски слесарные с ручным приводом ГОСТ 4045-75	Набор наждачной бумаги зернистость 600	Контролируется в ручную																
35	A	Слесарная Установить и снять заготовку. Нарезать резьбы в 8 отв. выдерживая размер 6						Метчик ручной МЗ-6Н Р6М5 ГОСТ 3266-81	Калибр-пробка резьбовая МЗ ГОСТ 17758-72; ПИ-30-0,1 мм ГОСТ 7661-67											48	1,42	12	56,83
40	A	Слесарная Установить и снять заготовку. Нарезать резьбы в 2 отв. выдерживая размер 11				Метчик ручной М5-6Н Р6М5 ГОСТ 3266-81	Калибр-пробка резьбовая М5 ГОСТ 17758-72; ПИ-30-0,1 мм ГОСТ 7661-67											44	1,42	12	52,23	52,24	

Размерная схема продольных размеров

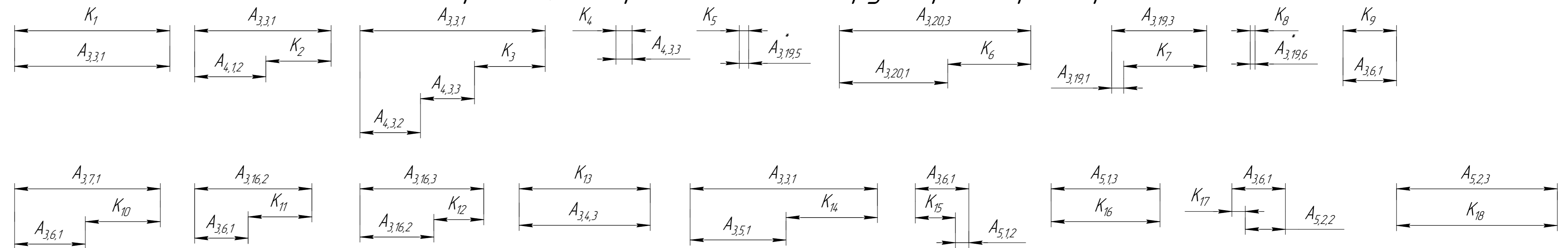


Поверхности 23  
 Технологические 20  
 Конструкторских 18  
 Припуск 2

Граф размерных цепей

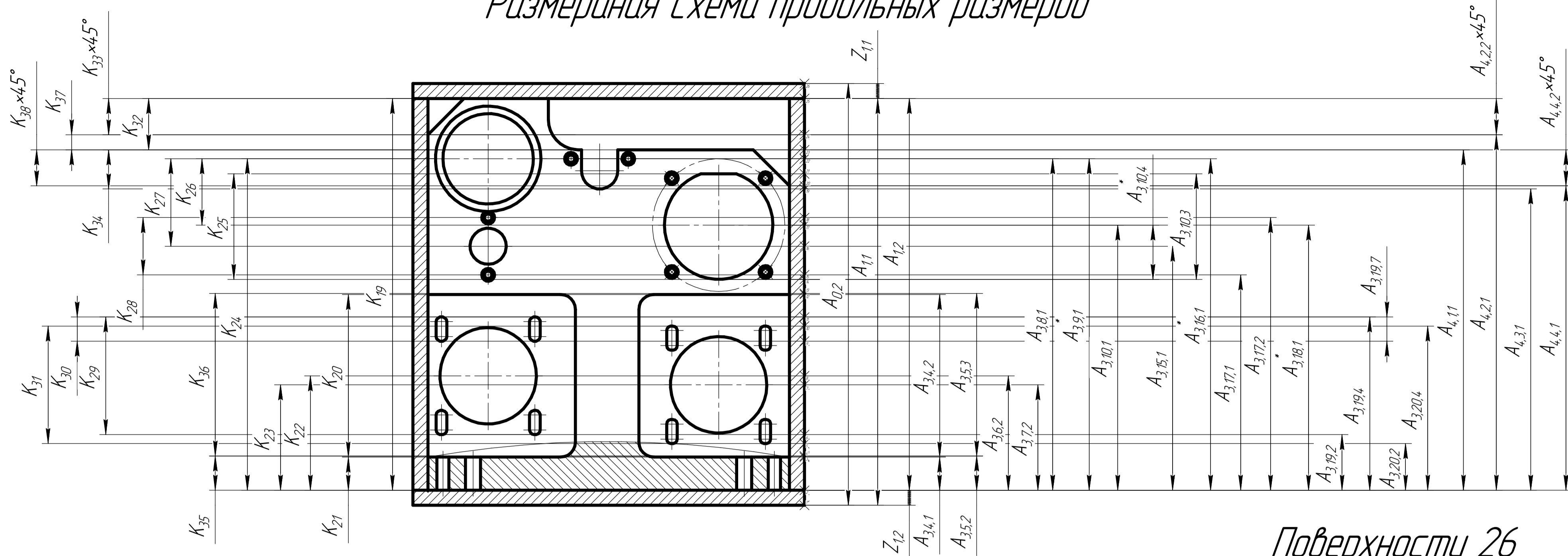


Размерные цепи продольных конструкторских размеров



				8/161135.007			
Изм.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Размерная анализ	Лист	Масштаб
Разраб.	Проф.	Технолог	Инж.	Год		у	1:1
Т.контр.	Н.контр.	Утв.				Лист	Листов 1
						ТПУ ИШНПТ гр. 4А65	
					Формат А1		

Размерная схема продольных размеров

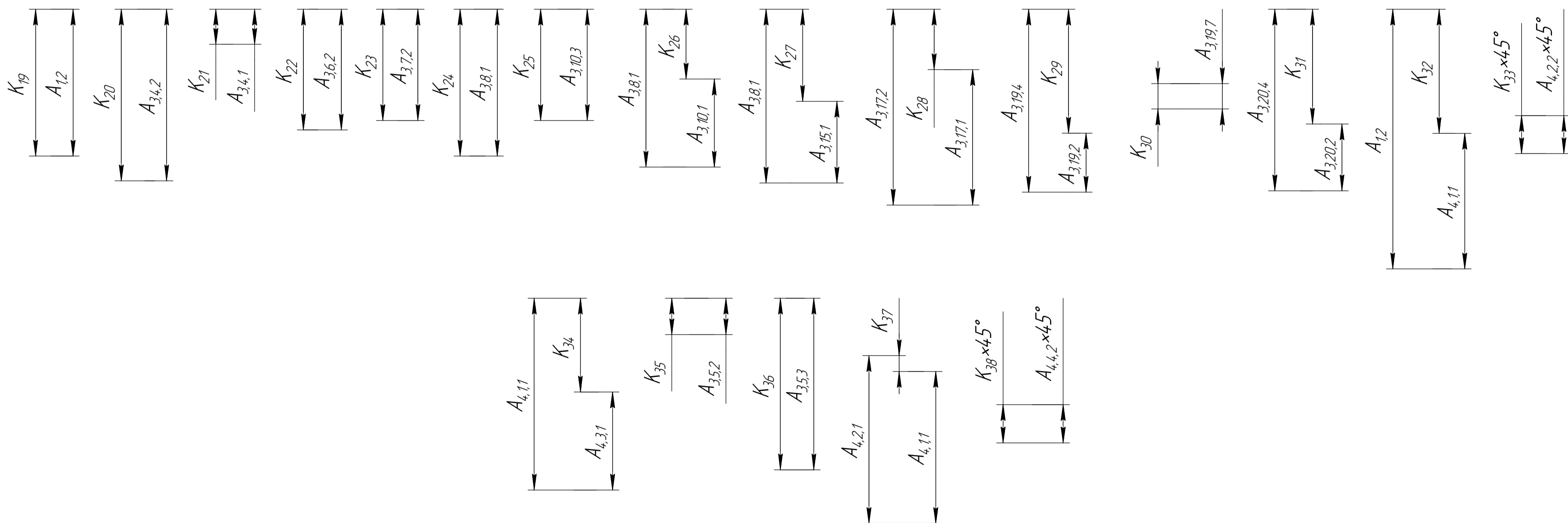


Поверхности 26  
Технологические 22  
Конструкторских 20  
Припуск 2

Граф размерных цепей



Размерные цепи продольных конструкторских размеров



Изд. №, дата, Подп. и дата, Взам. инв. №, Инв. №, дата, Склад, №, дата, Лист, общее количество листов

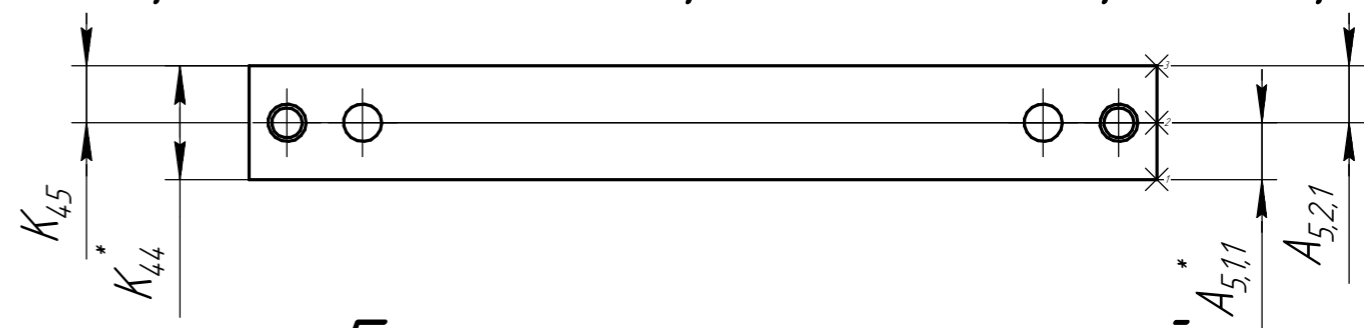
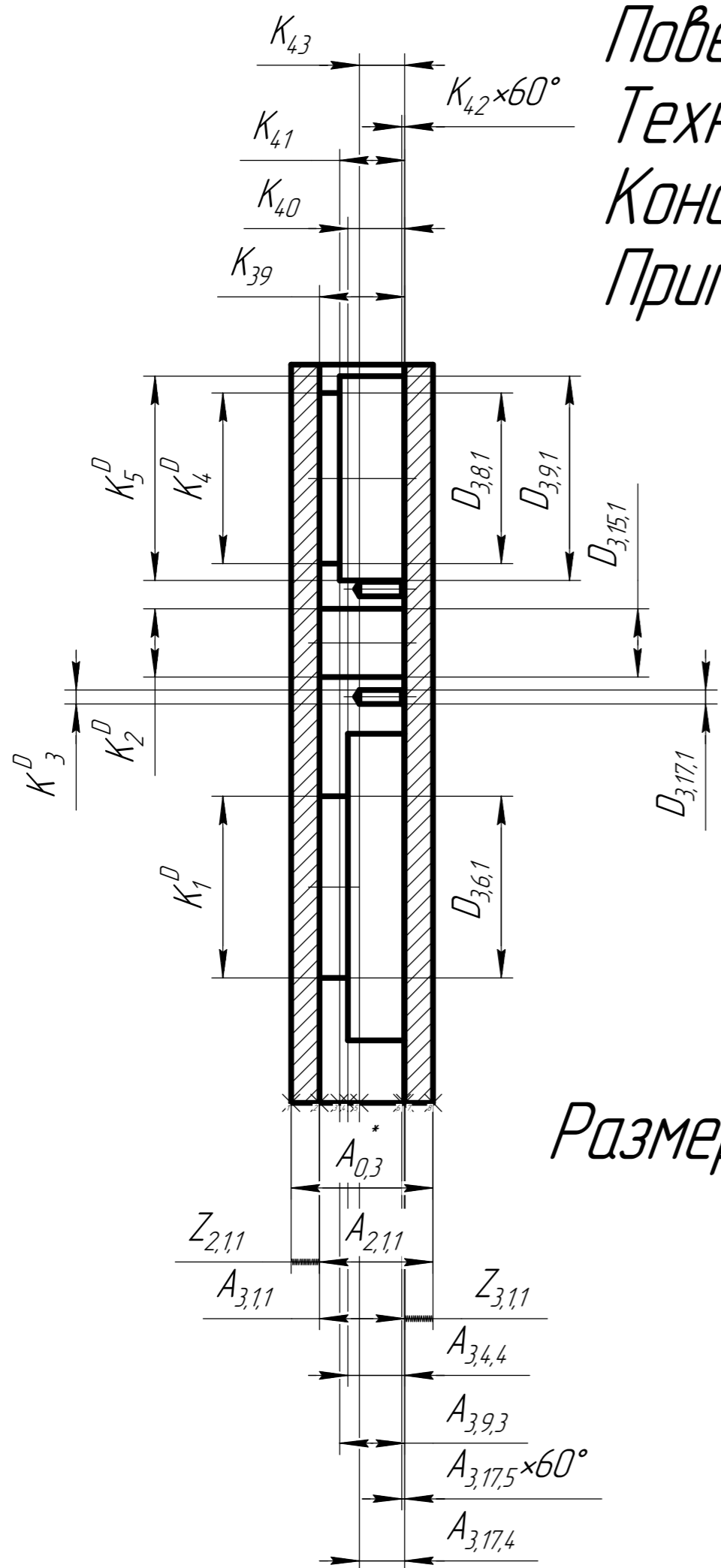
ИШНПТ-8/161135.009				Лист	Масса	Масштаб
Изм./Лист	№ док.	Подп.	Дата	Размерный анализ		
Разраб.	Техтаров Е.А.			у		1:1
Проб.	Бознак А.О.			Лист 1 из 1		
Исполн.				ТПУ ИШНПТ		
Этп				гр. 4А6Б		
				Формат А1		

# Размерная схема диаметральных и продольных размеров

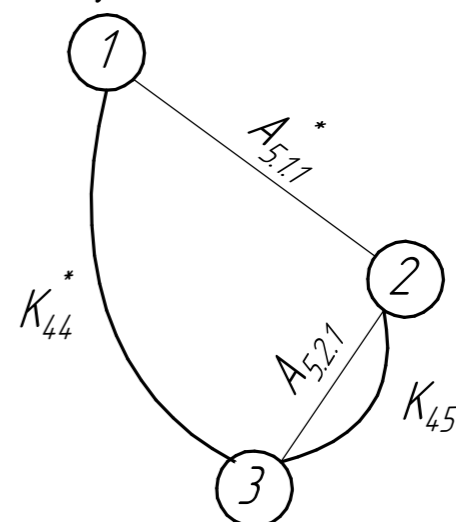
ИШНПТ-8/161135.009

Поверхности 8  
Технологические 11  
Конструкторских 10  
Припуск 2

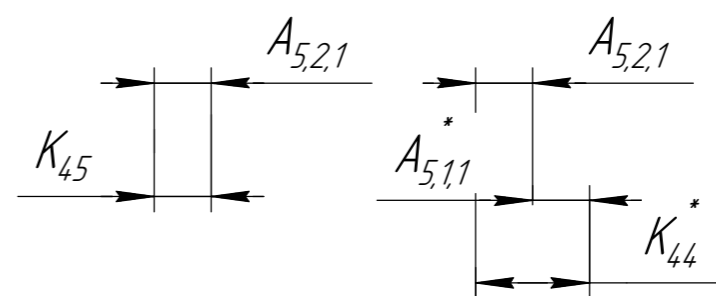
Размерная схема продольных размеров



Поверхности 3  
Технологические 2  
Конструкторских 2

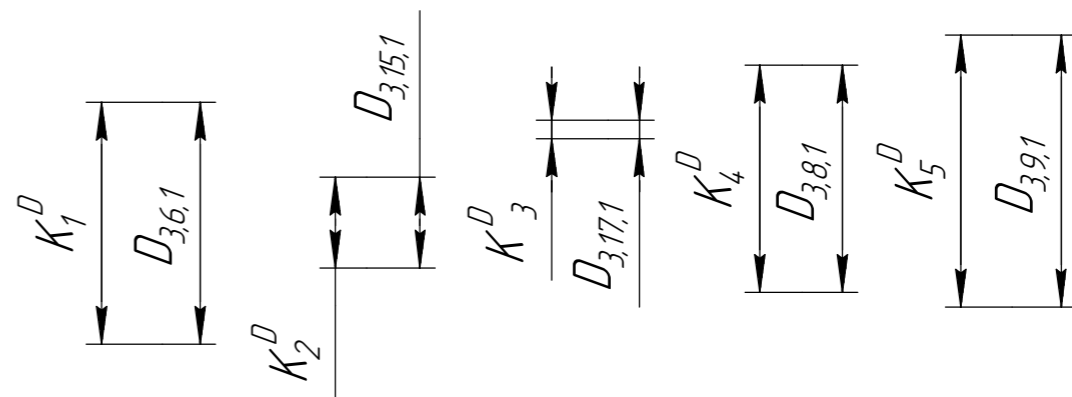
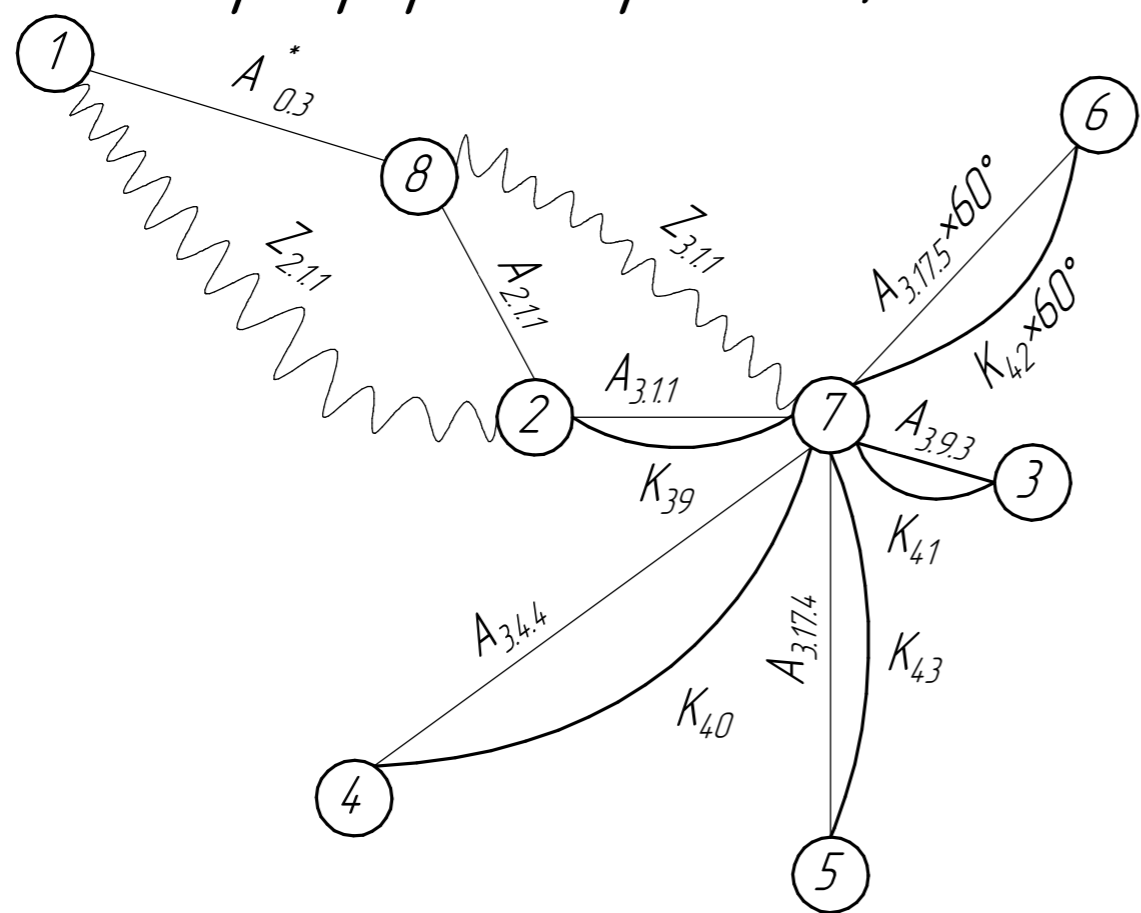


Размерные цепи продольных конструкторских размеров

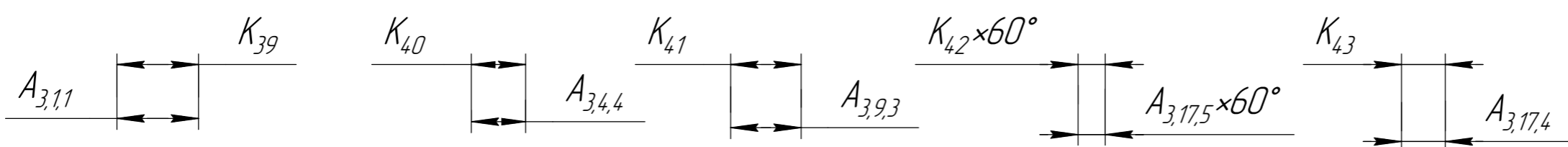


Размерные цепи диаметральных конструкторских размеров

Граф размерных цепей



Размерные цепи продольных конструкторских размеров

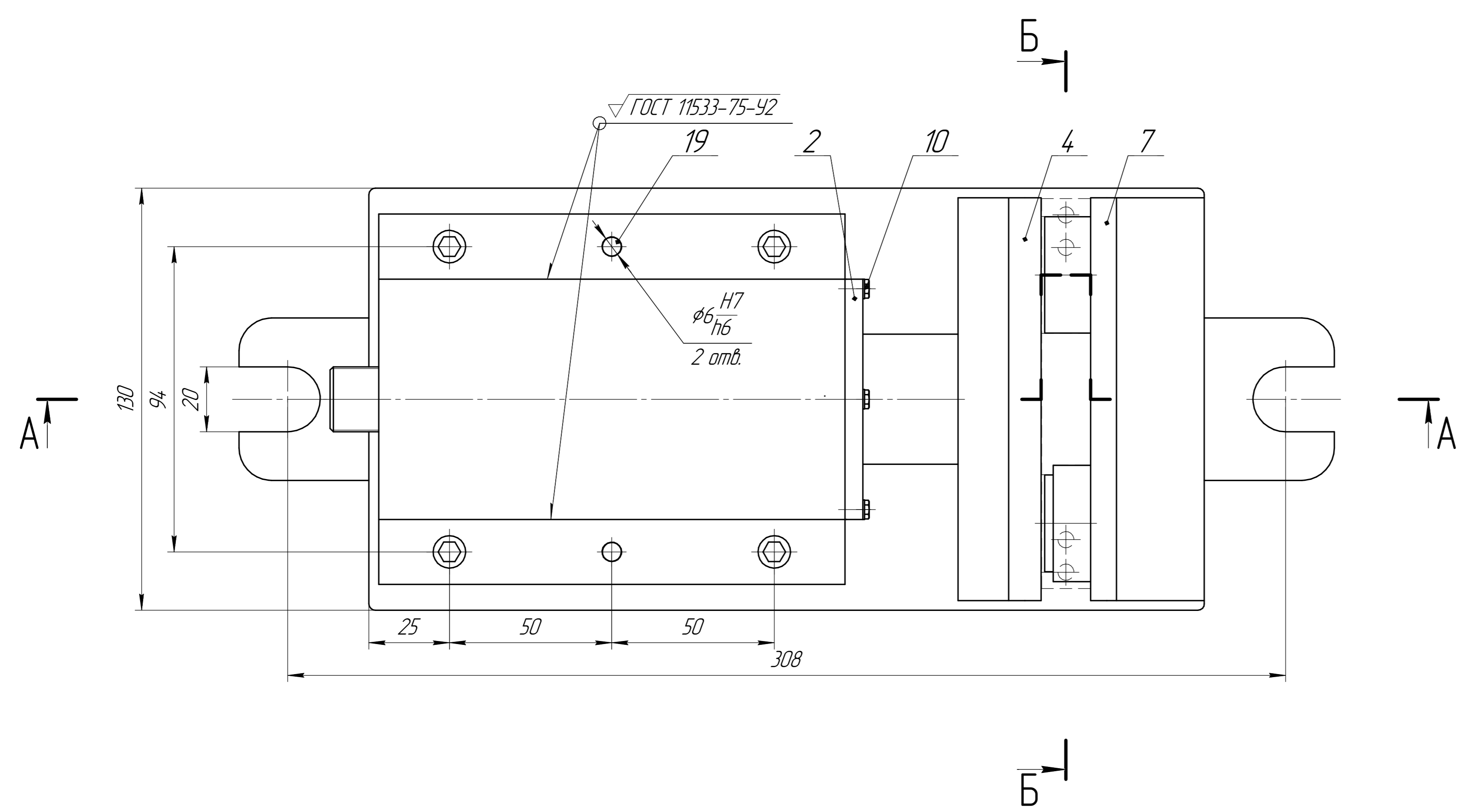
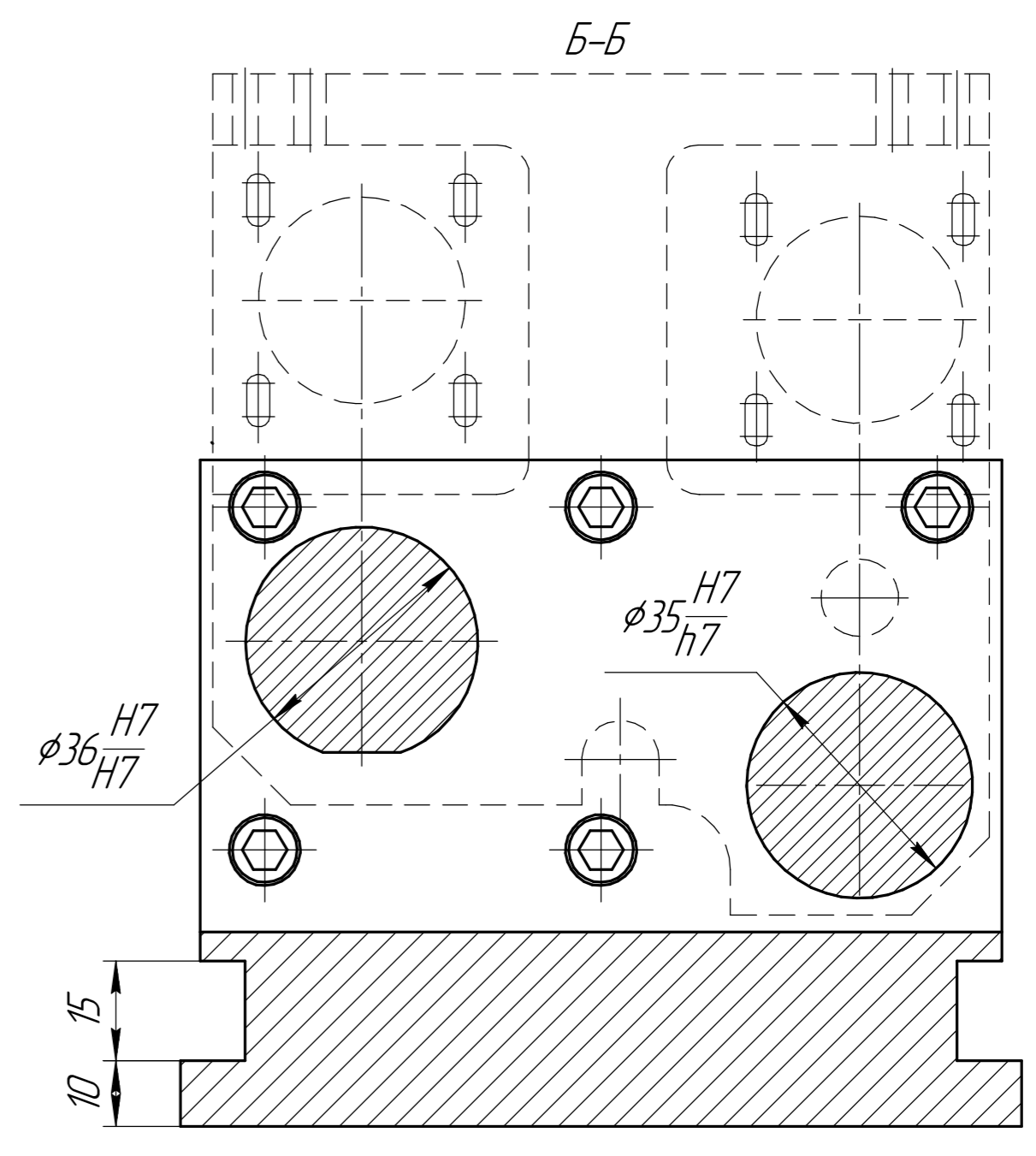
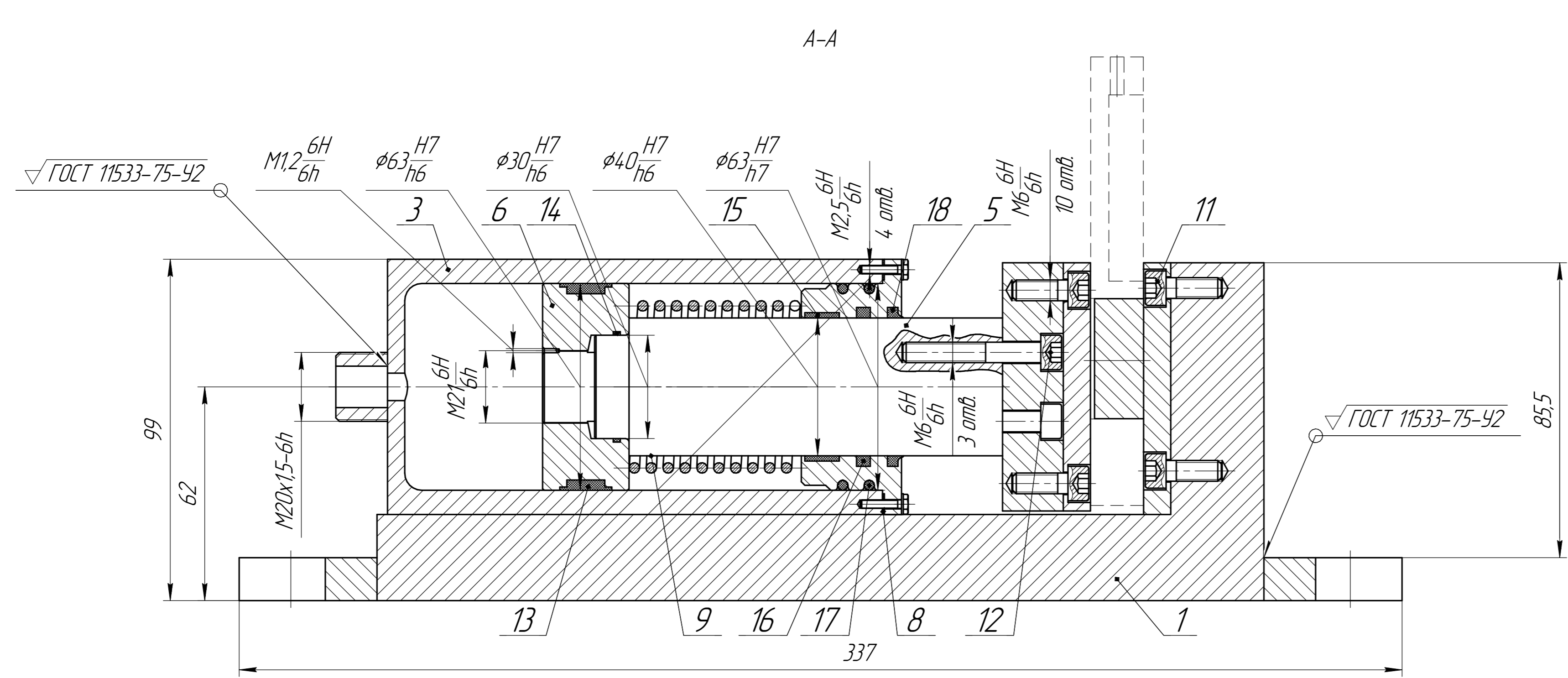


				ИШНПТ-8/161135.009		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Размерный анализ	
		Токтаров Е.А.			Лит.	Масса
		Базнак А.О.			у	1:1
					Лист	Листов
						1
					ТПУ ИШНПТ	
					гр. 4А6Б	
					Формат А2	

Изм. № подл. Подп. и дата. Взам. инв. №. Инв. № дубл. Подп. и дата. Справ. №. Перв. примен.

Копировал





				<b>ИШНПТ-8/161135.010</b>				
Изм.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Тисы гидравлические с специальными поджимными гудками	Лит.	Масса	Масштаб
Разраб.	Техтаров Е.А.					у		1:1
Проб.	Бознак А.О.					Лист	Листов	1
Т.контр.						ТПУ ИШНПТ гр. 4А6Б		
Н.контр.								
Утв.								

Лист 1 из 1  
Справ. №  
Лист 1 из 1  
Взам. инв. №  
Инв. № д/д  
Лист 1 из 1  
Лист 1 из 1

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
<i>Документация</i>						
A1			8Л61135.010 СБ	Сборочный чертеж	1	
<i>Детали</i>						
		1	8Л61135.01.01.01	Корпус тисов	1	
		2	8Л61135.01.01.02	Крышка гидроцилиндра	1	
		3	8Л61135.01.01.03	Корпус гидроцилиндра	1	
		4	8Л61135.01.01.04	Гудка подвижная	1	
		5	8Л61135.01.01.05	Шток	1	
		6	8Л61135.01.01.06	Поршень	1	
		7	8Л61135.01.01.07	Гудка не подвижная	1	
		8	8Л61135.01.01.08	Прокладка	1	
		9	8Л61135.01.01.09	Пружина	1	
<i>Стандартные изделия</i>						
				Болт ГОСТ 7798-70		
		10		M2,5-6h×12	4	
				Винт ГОСТ Р ИСО 4762-2012		
		11		M6-6h×16	14	
				Винт ГОСТ Р ИСО 4762-2012		
		12		M6-6h×40	3	
				Монжета ГОСТ 14896-84		
		13		1×54-63×1	1	
<b>ИШНПТ-8Л61135.011</b>						
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		
Разраб.		Токтаров Е.А.			Лит.	Лист
Пров.		Базнак А.О.			У	1
Н.контр.					Листов	
Утв.					2	
Тисы гидравлические с специальными поджимными гудками					ТПУ	ИШНПТ
					зр.	4А6Б

