


Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Южно-Уральский государственный университет»
(национальный исследовательский университет)
Филиал ФГБОУ ВПО «ЮУрГУ» (НИУ) в г. Усть-Катаве

Направление 151900 Конструкторско-технологическое обеспечение
машиностроительных производств
Кафедра Технологические процессы и оборудование машиностроительного
производства

УТВЕРЖДАЮ
Зав. кафедрой
 /Сергеев С.В./
2016 г.

ЗАДАНИЕ
на выпускную квалификационную работу студентки

Калининой Натальи Сергеевны

Группа У-КФл-412

1. Тема работы Участок механической обработки детали «Втулка РДМ 50/150.035»
утверждена приказом по университету от «15» апреля 2016 г. №661
2. Срок сдачи студентом законченной работы 25 июня 2016 г.
3. Исходные данные к работе
 - 3.1 Чертеж детали
 - 3.2 Чертеж узла
 - 3.3 Существующий технологический процесс изготовления детали
 - 3.4 Годовая программа выпуска деталей $-N_{год}=2000$ шт
 - 3.5 Материал курсового проекта по дисциплине «Технология машиностроения»

4.Содержание расчетно-пояснительной записки (перечень подлежащих разработке вопросов)

Аннотация

Оглавление

Введение

4.1 Анализ исходных данных. Описание узла изделия. Служебное назначение детали. Сравнение отечественных и передовых зарубежных технологий и решений. Задачи проектирования.

4.2 Технологический раздел. Анализ технологичности детали и существующего технологического процесса. Разработка предлагаемого варианта технологического процесса. Размерный анализ разработанного технологического процесса. Расчет режимов резания и нормирование технологического процесса. Выводы.

4.3 Конструкторский раздел. Проектирование токарного приспособления. Расчет и проектирование резьбонарезной головки. Проектирование контрольного приспособления для замера торцового биения. Выводы.

4.4 Строительный раздел. Определение количества оборудования и работающих. Выбор типов и определение количества транспортных средств. Расчет площадей для складирования заготовок и деталей. Выбор способа транспортирования стружки. Планировка оборудования. Выбор типа, формы и определение размеров здания. Выводы.

4.5 Безопасность жизнедеятельности. Обеспечение электробезопасности на производственном участке. Расчет устройства молниезащиты. Меры защиты при грозах и градобитии. Выводы.

4.6 Экономический раздел. Ориентировочные расчеты себестоимости изготовления детали. Выводы

Заключение


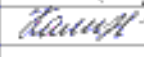


Библиографический список

5. Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)

1 Чертеж детали (Втулка)	1,0 л
2 Чертеж заготовки	0,5 л
3 Размерный анализ (схема первой проекции)	1,0 л
4 Приспособление для токарной операции	1,0 л
5 Головка резьбонарезная	1,0 л
6 Приспособление для контроля торцового биения	1,0 л
7 Таблица сравнения технологий	1,0 л
8 Планировка участка	1,0 л

Всего 7,5 листов

6. Консультанты по работе, с указанием относящихся к ним разделов работы

Раздел	Консультант	Подпись, дата	
		Задание выдал (консультант)	Задание принял (студент)
Строительный	Е.Н. Гордеев	 01.06.16	
Безопасность жизнедеятельности	В.Г. Пекрутов	 06.06.16	

7. Дата выдачи задания 01.06.2016

Руководитель Закиров Родион Габитович
(ФИО)










(подпись)

Задание принял к исполнению 01.06.2016

Студент-дипломник Калинина Наталья Сергеевна
(ФИО)


(подпись)

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Наименование этапов дипломной работы	Срок выполнения этапов работы	Отметка о выполнении
Введение	02.06.2016	
Обзорный анализ		
Технологический раздел	06.06.2016	
Конструкторский раздел	09.06.2016	
Строительный раздел	15.06.2016	
Безопасность жизнедеятельности	17.06.2016	
Экономический раздел	17.06.2016	
Оформление проекта	18.06.2016	
Направление на рецензию	25.06.2016	

Зав. кафедрой _____ /С.В. Сергеев/

(подпись)

Руководитель работы _____ /Р.Г. Закиров/

(подпись)

Студент-дипломник _____ /Н.С. Калинина/

(подпись)

АННОТАЦИЯ

Калинина, Н.С. Участок механической обработки детали "Втулка". – Усть-Катав: филиал ЮУрГУ в г. Усть-Катаве, 2016 – 101с: 23 ил. Библиография литературы – 14 наименований, чертежей формата А1 – 7,5 листов, 72 листа карт технологического процесса.

В данной работе разработан участок механической обработки детали "Втулка" после анализа существующего технологического процесса была усовершенствована заготовка путем приближения ее формы к форме готовой детали. Методом размерного анализа определены размеры заготовки, благодаря к чему сведены к минимуму припуски на механическую обработку. Спроектированы токарное приспособление, приспособление для контроля торцового биения, резьбонарезная головка для нарезания внутренней резьбы М64х1,5–7Н.

В строительном разделе приведены расчёты количества оборудования, количества производственных и вспомогательных рабочих. Для годового объёма выпуска деталей рассчитаны транспортные средства, склад заготовок, склад готовых деталей, подъёмно-транспортное оборудование, транспортирование стружки, а так же была выполнена рациональная планировка участка механического цеха.

В разделе безопасность жизнедеятельности были рассмотрены вопросы об обеспечении электробезопасности на производственном участке. Был произведен расчет устройства молниезащиты. Рассмотрены меры защиты при грозах и градобитии.

Предложенное внедрение станков с ЧПУ позволяет снизить себестоимость продукции на 3,5%.

151900.2016.003.000 ПЗ				
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
Разраб.		Калинина Н.С.		
Провер.		Закиров Р.Г.		
Реценз.		Исмаилов Э.А.		27.05.
Н. конт.		Иршин А.В.		
Утв.		Сергеев С.В.		
Участок механической обработки детали «Втулка РДМ 50/150.035»				
		Лит.	Лист	Листов
		Д	4	101
Филиал ФГБОУ ВПО «ЮУрГУ» (НИУ) в г. Усть-Катаве Кафедра ТПиОМП гр. У-КФл-412				

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	7
1 АНАЛИЗ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ.....	8
1.1 Описание узла, служебное назначение изделия.....	9
1.2 Сравнение отечественных и передовых зарубежных технологий и решений.....	10
1.3 Задачи проектирования.....	13
2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ.....	15
2.1 Анализ технологичности детали и суц. техпроцесса.....	15
2.2 Разработка предлагаемого варианта техпроцесса.....	15
2.2.1 Выбор вида и метода получения заготовки.....	15
2.2.2 Определение последовательности обработки поверхностей детали.....	15
2.2.3 Выбор методов и определение количества переходов для обработки поверхностей детали.....	17
2.2.4 Формирование операций.....	20
2.3 Размерный анализ разработанного техпроцесса.....	22
2.4 Расчет режимов резания, определения силы резания, проверка оборудования по мощности.....	52
2.5 Нормирование технологических операций.....	60
3 КОНСТРУКТОРСКИЙ РАЗДЕЛ.....	65
3.1 Проектирование зажимного приспособления.....	65
3.1.1 Разработка теоретической схемы базирования.....	65
3.1.2 Проектирование схемы приспособления.....	65
3.1.3 Силовой, кинематический, прочностной расчет приспособления.....	66
3.1.4 Компоновка приспособления.....	67
3.1.5 Расчет приспособления на точность.....	68
3.2 Проектирование контрольного приспособления для замера торцевого биения.....	68
3.2.1 Разработка схемы контроля.....	68
3.2.2 Разработка схемы приспособления.....	70
3.2.3 Компоновка приспособления.....	70
3.2.4 Расчет приспособления на точность.....	72
3.3 Проектирование головки резьбонарезной.....	72
4 СТРОИТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ.....	75
4.1 Исходные данные для расчета.....	75
4.2 Определение годового приведенного выпуска детали представителя.....	75
4.3 Определение потребного количества оборудования и коэффициента его загрузки.....	77
4.4 Определение количества производственных рабочих.....	78
4.5 Определение потребного количества мостовых кранов.....	79
4.6 Расчёт площадей для складирования заготовок и деталей.....	81

					151900.2016.003.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		5

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время предъявляются особые требования к проектированию промышленных предприятий. Процесс функционирования современного цеха предприятия является высшей степени динамичным, что и определяет основные требования к решениям при формировании структуры и конструкции производственного здания.

Цель выпускной квалификационной работы – разработка участка механической обработки детали «Втулка РДМ 50/150.035».

Задачи работы:

Разработать технологический процесс;

– спроектировать приспособление для токарной обработки;

– спроектировать резьбонарезную головку;

– спроектировать приспособление для контроля торцового биения;

– определить ориентировочную себестоимость изготовления детали при введении проектного варианта технологического процесса.

Объект работы – участок механической обработки детали «Втулка РДМ 50/150.035».

Предмет работы – процесс разработки участка механической обработки детали «Втулка РДМ 50/150.035». Результаты работы рекомендуется использовать при изготовлении деталей типа «Втулка».

									Лист
									8
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	151900.2016.003.000 ПЗ				

1 АНАЛИЗ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ

1.1 Описание узла, служебное назначение изделия

Данная деталь является втулкой клапана.

Клапан предназначен для регулирования давления газа в системе за счет щели между седлом и клапаном, а так же для предохранения системы от повышения или понижения давления, за счет автоматически отключающегося устройства.

Данная деталь «Втулка» входит в узел отключающегося устройства. Отключающееся устройство имеет мембрану, связанную с толкателем, который находится в зацеплении с качающейся осью фиксатора. К штоку пружиной поджат, фиксирующий открытое положение отсеченного клапана и перемещающийся вверх при покачивании оси фиксатор. Настройка отключающегося устройства осуществляется смещениями пружин с помощью регулировочных пробки и гайки установленных в крышке.

Деталь «Втулка» изготавливается из стали 20 ГОСТ 1050–88, которая относится к качественной углеродистой стали. Сталь 20 предназначена для изготовления деталей, к которым предъявляются требования высокой прочности: корпуса, змеевики печей и т.д., деталей, работающих при температурах от $-40...+75^{\circ}\text{C}$ под давлением.

Химический состав стали:

Углерод – 0,17–0,25%;

Кремний – 0,17–0,37%;

Марганец – 0,5–0,8%;

Хром – не более 0,2%;

Сера – не более 0,04%;

Медь – не более 0,2%;

Фосфор – не более 0,035%;

Никель – не более 0,3%.

Механические свойства стали:

Предел прочности при растяжении (σ_p) – 600 МПа ;

Предел текучести (σ_s) – 355 МПа;

Относительное удлинение на образцах – 16%;

Относительное сужение поперечного сечения – 40%;

Твердость по Бринеллю – 229;

Закалка при 820° – 860°C , среда охлаждения – вода;

Отпуск 550° – 600°C , охлаждение на воздухе.

1.2 Сравнение отечественных и передовых зарубежных технологий и решений

Россия стоит на пороге интенсивного роста промышленного производства. Без использования новых методов и технологий управления производством и качеством продукции, новых информационных технологий – все более весомых фак-

					151900.2016.003.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		9

торов при оценке инвестиционной привлекательности – промышленному предприятию крайне сложно выстоять в новой экономической ситуации.

Машиностроение во всем мире признано ведущей отраслью производства. Его развитие характеризует уровень как научно–технического потенциала страны, так и обеспечения ее безопасности.

Крупные и экономически благополучные машиностроительные заводы предпочитают приобретать новую технику. Они стремятся к повышению производительности труда, соответственно, растет спрос на современное оборудование с ЧПУ, агрегатные станки и прочее высокопроизводительное оборудование. Выбор падает на иностранную продукцию, которая в целом по цене вполне сопоставима с российской так как теперь один обрабатывающий центр заменяет 10–20 старых станков по производительности, по количеству операций. Да и по срокам это быстрее получается.

Для разработки детали «Втулка РДМ50/150.035» в проектируемом технологическом процессе мы используем отечественное оборудование и режущий инструмент, например для токарной операции мы используем токарный станок с ЧПУ модели 16К20Ф3С5 в соответствии с рисунком 1.1.

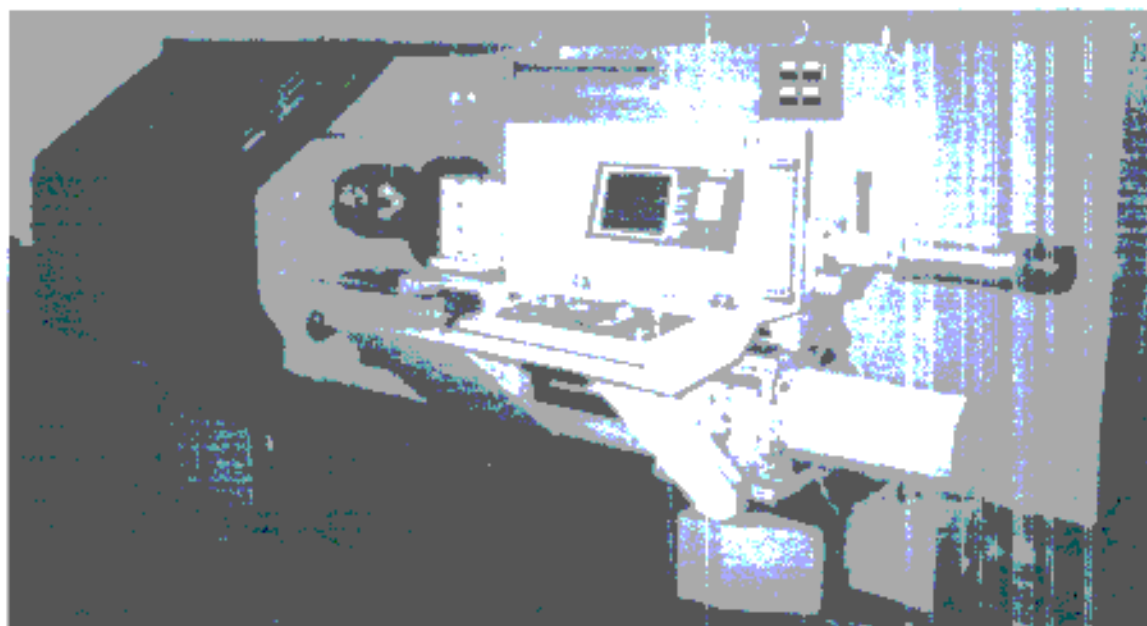


Рисунок 1.1 – Токарный станок с ЧПУ модели 16К20Ф3С5

Станок предназначен для тонкой обработки деталей типа тел вращения в замкнутом полуавтоматическом цикле. Технические характеристики станка: наибольшая длина обрабатываемой детали, мм – 1000; наибольший диаметр детали обрабатываемой над суппортом, мм – 220; наибольший диаметр детали обрабатываемой над станиной, мм – 400. Для токарного станка с ЧПУ модели 16К20Ф3С5 применяют режущий инструмент отечественного производителя показанный в соответствии с рисунком 1.2.

Для обработки детали «Втулка РДМ50/150.035» можно использовать и заграничные станки, такие как токарный станок с ЧПУ модели СКЕ6136Z.

										Лист
										10
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	151900.2016.003.000 ПЗ					

Производство: Тайвань (рисунок 1.3).

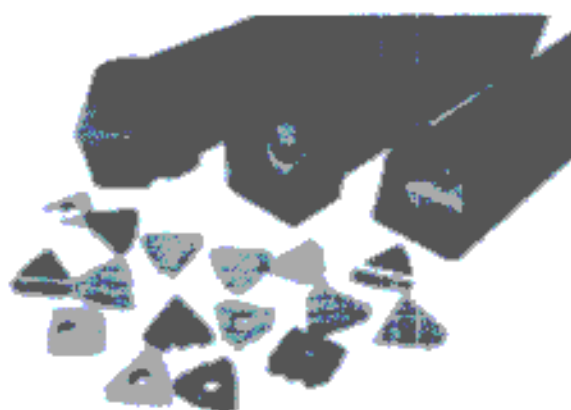


Рисунок 1.2 – Токарные резцы отечественного производителя



Рисунок 1.3 – Токарный станок с ЧПУ модели SKE6136Z

Станок SKE6136Z является токарным станком типа CNC нового поколения, разработанным корпорацией Sigerlind, характеризуется высокой степенью точности и большой эффективностью. Эта модель станка имеет программируемую инструментальную револьверную головку. Станок предназначен для токарной обработки наружных и внутренних поверхностей деталей типа тел вращения ступенчатого и криволинейного профиля, а также для нарезания резьбы. Обработку можно производить в один или несколько проходов в замкнутом полуавтоматическом цикле одновременно по двум координатам. Станок оснащен системой ЧПУ FANUC (типа CNC), количество осей управления – 2+1шпиндель (2D), тип – замкнутый (импульсный ДОС). Изготавливаются два вида шпиндельной бабки (на выбор заказчика): с ручным переключением передач (КС), с частотным регулированием (вариатор). Револьверная головка оснащена муфтой для быстрой и плавной индексации инструмента. Возможна установка револьверной головки с сервоприводом. Рабочее пространство закрывается защитными кожухами.

Станок имеет удобный доступ к пульту ЧПУ, пульт можно передвигать. Станки изготавливаются с длиной обработки 750 и 1000 мм. В базовой комплектации

					151900.2016.003.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		11

блемы, прибегая к недешевым западным технологиям и оборудованию, становятся заложниками этой ситуации, так как весь сервис, запчасти, расходные материалы придется закупать у этой же фирмы.

В станок всегда закладывались инженерные решения высокого уровня, но в Советском Союзе была очень слабая элементная база. Поэтому современный российский станок, по сути, те же инженерные решения высокого уровня, но совмещенные с иностранной элементной базой. Получаются станки, ни в чем не уступающие западным, а по показателю соотношения цена-качество превосходящие их. Еще один важный показатель – ремонтпригодность.

Если станок, например, нижегородского производства можно отремонтировать в течение 24 часов, то ремонт импортного станка в России займет не один месяц.

Специалисты уверены, что эффективное развитие станкоинструментальной отрасли невозможно без выхода на мировой уровень качества и производительности продукции. Необходимо широко использовать и практику привлечения необходимых технологий как путем создания совместных предприятий с ведущими мировыми производителями, так и за счет покупки у зарубежных компаний-владельцев данных технологий.

Анализ показывает, что около 90% используемого станочного оборудования имеет сроки эксплуатации, превышающие 15–20 лет. По структуре и прежде всего наличию обрабатывающих центров с ЧПУ состав оборудования соответствует техническому уровню середины 1980–х годов. Общее количество обрабатывающих центров с ЧПУ в парке эксплуатируемого оборудования составляет менее 5%. Для сравнения за рубежом количество используемого высокоинтеллектуализированного оборудования с ЧПУ приближается к 50%, а для предприятий, производящих технологическую оснастку (прессформы, штампы, литейные формы и др.) – достигает 85% и более.

Приобретение зарубежного оборудования и технологий диктует также и необходимость дорогостоящих заграничных поездок специалистов, поскольку большинство зарубежных производителей не имеют демонстрационных залов в России и СНГ. Это увеличивает затраты предприятий.

Комплексное инжиниринговое обслуживание обновленного станочного парка и обеспечение его инструментом не всегда можно обеспечить силами отечественных предприятий, а услуги зарубежных инжиниринговых компаний и производителей инструмента стоят значительно дороже. При изменении номенклатуры производства или изменении технологии приходится оплачивать дополнительные услуги зарубежных компаний.

1.3 Задачи проектирования

В задачи проектирования входит:

- разработка технологического процесса для механической обработки детали «Втулка РДМ 50/150.035»;
- проектирование клинового трёхлапчатого пневматического патрона;

					151900.2016.003.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		13

- проектирование контрольного приспособления для замера торцового биения;
- проектирование резьбонарезной головкой;
- планировка механического участка;
- вопросы безопасности жизнедеятельности;
- ориентировочный расчет себестоимости изготовления детали.

					151900.2016.003.000 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ докум	Подпись	Дата		14

2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

2.1 Анализ технологичности детали и существующего техпроцесса

При конструировании отдельных деталей необходимо достичь удовлетворения не только эксплуатационных требований, но и требований рационального и экономичного изготовления детали. Чем меньше трудоемкость и себестоимость изготовления детали, тем она более технологична.

Технологическая конструкция детали должна предусматривать:

- 1) Создание деталей наиболее рациональной формы с легкодоступными для обработки поверхностями и достаточной жесткостью с целью уменьшения трудоемкости и себестоимости механической обработки.
- 2) Наличие на детали удобных базирующих поверхностей.
- 3) Наиболее рациональный способ получения заготовок с размерами и формой возможно более близкими к форме готовой детали.

Непрерывному повышению точности заготовок способствует постоянное приближение их форм к формам готовых деталей.

Деталь «Втулка» по всем параметрам технологична. Она имеет достаточную жесткость для механической обработки, достаточную площадь и точность базовых поверхностей. Все конструктивные элементы детали соответствуют нормативным требованиям.

Заготовка для детали получена относительно рациональным способом, с учетом заданного объема выпуска и типа производства возможно производство заготовки на ГКМ или ГКШП.

Слесарные операции выполняются на верстаке слесарном, заусенцы снимаются напильником. Обработка немеханизирована – это нетехнологично.

2.2 Разработка предлагаемого варианта технологического процесса

2.2.1 Выбор вида и метода получения заготовки

В качестве заготовки, в соответствии с рисунком 2.1, выбираем штамповку. Получаем заготовку штамповкой на молоте в закрытом штампе (безоблойная)[3]. Точность изготовления поковки – класс Т1, группа стали М1, степень сложности поковки С3 (ГОСТ 7505–74). Исходный индекс – 5. Шероховатость поверхности заготовки $Rz = 200$ [3].

2.2.2 Определение последовательности обработки поверхностей детали

Обработка торца А в соответствии с рисунком 2.1 (предварительная).

Обработка $\varnothing 76f9$ с выполнением размера $65^{+0,74}$ (предварительная).

Обработка внутренней поверхности в размеры: $\varnothing 64,7H14$; $5^{+0,3}$; диаметра под резьбу М64х1,5-7Н; $21^{+0,52}$; $\varnothing 58H9$; $28 \pm 0,2$ (предварительная).

Обработка торца Б в соответствии с рисунком 2.1 в размер $76h12$ (предварительная).

					151900.2016.003.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		15

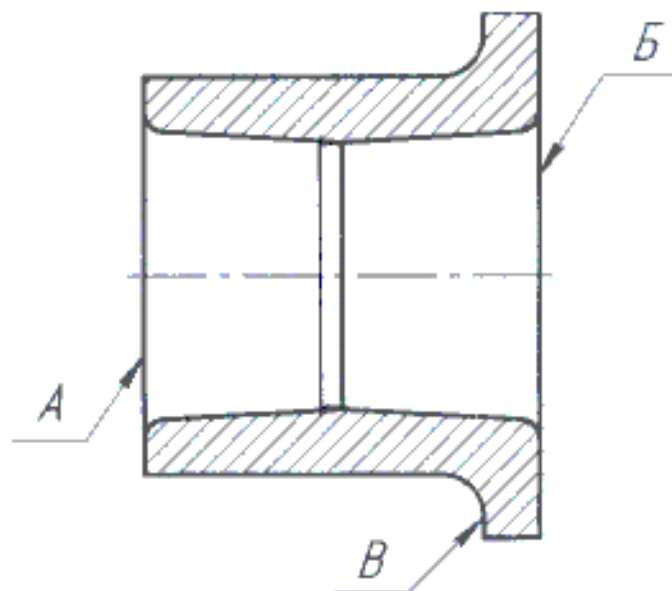


Рисунок 2.1 – Эскиз заготовки

- Обработка $\varnothing 100h14$ (предварительная).
- Обработка отверстия $\varnothing 55,5H9$ (предварительная).
- Обработка торца А (промежуточная).
- Обработка $\varnothing 76f9$ с выполнением размера $65^{+0,74}$ (промежуточная).
- Обработка внутренней поверхности в размеры: $\varnothing 64,7H14$; $5^{+0,3}$ 45° (промежуточная); диаметра под резьбу $M64 \times 1,5-7H$; $21^{+0,52}$; $\varnothing 58H9$; $28 \pm 0,2$ (промежуточная).
- Обработка торца Б в размер $76h12$ (промежуточная).
- Обработка $\varnothing 100h14$ (промежуточная).
- Обработка отверстия $\varnothing 55,5H9$ (промежуточная).
- Обработка торца А (окончательная).
- Обработка $\varnothing 76f9$ с выполнением размера $65^{+0,74}$ (окончательная).
- Обработка канавки в размеры: $\varnothing 64,7$; 3 ; 45° ; $R0,5$; $R1$ (промежуточная).
- Обработка внутренней поверхности в размеры: диаметра под резьбу $M64 \times 1,5-7H$; $\varnothing 59,5+0,2$; 30° ; $\varnothing 58H9$; $28 \pm 0,2$
- Обработка канавки в размеры: $\varnothing 72h12$; $3h14$; $6H12$ (промежуточная).
- Обработка канавки в размеры: $\varnothing 71,3h9$; $15H14$; $R0,4 \pm 0,2^*$; $8 \pm 0,1$; $R0,1 \max^*$ (предварительная, промежуточная).
- Обработка канавки в размеры: $\varnothing 58H9$; $R0,5^*$; 45° ; $R0,2^*$ (промежуточная).
- Нарезка резьбы $M64 \times 1,5-7H$.
- Обработка торца Б в соответствии с рисунком 1.2 в размер $76h12$ (окончательная).
- Обработка $\varnothing 100h14$ (окончательная).
- Обработка отверстия $\varnothing 55,5H9$ (окончательная).
- Обработка канавки в размеры: $\varnothing 66H9$; $4,2^{+0,2}$; $9^{-0,36}$; $R0,5$ (промежуточная).
- Обработка канавки в размеры: $\varnothing 59H8$; $4,2^{+0,2}$; $15^{+0,43}$; $R0,2 \max$ (промежуточная).
- Обработка 6 отверстий $\varnothing 6,5H14$.
- Обработка 2 отверстий $\varnothing 5,8H14$.
- Обработка 36 отверстий $\varnothing 3H14$ (4 ряда).

				151900.2016.003.000 ПЗ		Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		
					16	

Обработка 4 пазов в размеры: 10H14; 4±1.

2.2.3 Выбор методов и определение количества переходов для обработки поверхностей детали

Диаметральные размеры

1. Обработка наружной поверхности $\varnothing 100h14$ Ra6,3.
 - А. Точение черновое IT12 Rz100.
 - Б. Точение получистовое IT11 Rz50.
 - В. Точение чистовое IT8 Rz12,5.
2. Обработка внутренней поверхности $\varnothing 55,5H9$ Ra1,6.
 - А. Растачивание черновое IT12 Rz100.
 - Б. Растачивание получистовое IT10 Rz25.
 - В. Растачивание чистовое IT9 Rz12,5.
 - Г. Растачивание тонкое IT7 Rz3,2.
3. Обработка внутренней поверхности $\varnothing 58H9$ Ra1,6.
 - А. Растачивание черновое IT12 Rz100.
 - Б. Растачивание получистовое IT10 Rz25.
 - В. Растачивание чистовое IT9 Rz12,5.
 - Г. Растачивание тонкое IT7 Rz3,2.
4. Обработка внутренней поверхности $\varnothing 64,7H14$ Ra 6,3.
 - А. Растачивание черновое IT12 Rz100.
 - Б. Растачивание получистовое IT10 Rz25.
5. Обработка наружной поверхности $\varnothing 72h12$ Ra6,3.
 - А. Точение получистовое IT11 Rz50.
6. Обработка наружной поверхности $\varnothing 76f9$ Ra 3,2.
 - А. Точение черновое IT12 Rz100.
 - Б. Точение получистовое IT11 Rz50.
 - В. Точение чистовое IT8 Rz12,5.
 - Г. Точение тонкое IT6 Rz3,2.
7. Обработка внутренней поверхности $\varnothing 6,5H14$ Ra6,3.
 - А. Сверление IT12 Rz25.
8. Обработка внутренней поверхности $\varnothing 5,8H14$ Ra 6,3.
 - А. Сверление IT12 Rz25.
9. Обработка внутренней поверхности (канавка) $\varnothing 64,7H14$ Ra 6,3.
 - А. Растачивание черновое IT12 Rz25.
10. Обработка внутренней поверхности (резьба) M64x1,5-7H Ra 3,2.
 - А. Растачивание черновое IT12 Rz100.
 - Б. Растачивание получистовое IT10 Rz25.
 - В. Растачивание чистовое IT9 Rz 12,5.
 - Г. Растачивание тонкое IT7 Rz3,2.
11. Обработка внутренней поверхности $\varnothing 59,5^{+0,2}$ Ra 6,3.
 - А. Растачивание черновое IT12 Rz100.
 - Б. Растачивание получистовое IT10 Rz25.

					151900.2016.003.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		17

12. Обработка наружной поверхности (канавка) $\varnothing 71,3h9$ Ra 1,3.
 - А. Точение получистовое IT10 Rz25.
 - Б. Точение чистовое IT8 Rz6,3.
13. Обработка внутренней поверхности (канавка) $\varnothing 66H9$ Ra 1,6.
 - А. Растачивание получистовое IT10 Rz25.
 - Б. Растачивание чистовое IT9 Rz6,3.
14. Обработка внутренней поверхности (канавка) $\varnothing 59H9$ Ra 1,6.
 - А. Растачивание получистовое IT10 Rz25.
 - Б. Растачивание чистовое IT9 Rz6,3.
15. Обработка внутренней поверхности $\varnothing 3H14$ Ra6,3.
 - А. Сверление IT12 Rz25.

Линейные размеры.

16. Обеспечение размера 76h12, торец А Ra6,3, торец Б Ra3,2.
 - А. Обработка торца А Ra6,3.
 - Точение черновое IT14 Rz200.
 - Точение получистовое IT12 Rz100.
 - Точение чистовое IT9 Rz25.
 - Б. Обработка торца Б Ra3,2.
 - Точение черновое IT14 Rz200.
 - Точение получистовое IT12 Rz100.
 - Точение чистовое IT9 Rz25.
 - Точение чистовое IT7 Rz6,3.
17. Обеспечение размера $28 \pm 0,2$ Ra6,3, торец А Ra6,3, торец правый Ra6,3.
 - А. Обработка торца А Ra6,3 (см. п. 16А).
 - Б. Обработка торца правого Ra6,3.
 - Растачивание черновое одновременно с $\varnothing 58H9$ IT14 Rz200.
 - Растачивание получистовое одновременно с $\varnothing 58H9$ IT12 Rz100.
 - Растачивание чистовое одновременно с $\varnothing 58H9$ IT9 Rz25.
 - Растачивание тонкое одновременно с $\varnothing 58H9$ IT8 Rz6,3 (см. п.3).
18. Обеспечение размера $21^{+0,52}$ Ra6,3, торец А Ra6,3, торец правый Ra6,3.
 - А. Обработка торца А Ra6,3 (см. п. 16А).
 - Б. Обработка торца правого Ra6,3.
 - Растачивание черновое одновременно с диаметром под резьбу IT14 Rz200.
 - Растачивание получистовое одновременно с диаметром под резьбу IT12 Rz100.
 - Растачивание чистовое одновременно с диаметром под резьбу IT9 Rz25.
 - Растачивание тонкое одновременно с диаметром под резьбу IT8 Rz6,3 (см. п. 10).
19. Обеспечение размера $5^{+0,3}$ Ra6,3, торец А Ra6,3, торец правый Ra6,3.
 - А. Обработка торца А Ra6,3 (см. п. 16А).

					151900.2016.003.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		18

- Б. Обработка торца правого Ra6,3.
 Растачивание черновое одновременно с $\varnothing 64,7H14 IT14 Rz100$ Растачивание получистовое одновременно с $\varnothing 64,7H14 IT12 Rz25$.
20. Обеспечение размера $4\pm 0,1$ Ra6,3, торец А Ra6,3, поверхность 3 Ra6,3.
 А. Обработка торца А Ra6,3 (см. п. 16А).
 Б. Обработка поверхности 3 Ra6,3.
 Фрезерование черновое IT12 Rz100.
 Фрезерование чистовое IT10 Rz6,3.
21. Обеспечение размера $3_{-0,25}$ Ra6,3, торец А Ra6,3, торец левый Ra6,3.
 А. Обработка торца А Ra6,3 (см. п. 16А).
 Б. Обработка торца левого Ra6,3.
 Точение получистовое одновременно с $\varnothing 72h12 IT12 Rz25$ (см. п. 5).
22. Обеспечение размера 6H12 Ra6,3, торец левый Ra6,3, торец правый Ra6,3.
 А. Обработка торца левого Ra6,3 (см. п.21Б).
 Б. Обработка торца правого Ra6,3.
 Точение получистовое одновременно с $\varnothing 72h12 IT12 Rz25$ (см. п. 5).
23. Обеспечение размера $65^{+0,74}$ Ra6,3, торец А Ra6,3, торец В Ra6,3.
 А. Обработка торца А Ra6,3 (см. п. 16А).
 Б. Обработка торца В Ra6,3.
 Точение черновое одновременно с $\varnothing 76f9 IT14 Rz200$.
 Точение получистовое одновременно с $\varnothing 76f9 IT12 Rz 100$ Точение чистовое одновременно с $\varnothing 76f9 IT9 Rz25$.
 Точение тонкое одновременно с $\varnothing 76f9 IT7 Rz6,3$.
24. Обеспечение размера $8\pm 0,1$ Ra3,2, торец В Ra6,3, правый торец канавки Ra6,3.
 А. Обработка торца В Ra6,3 (см. п. 23Б).
 Б. Обработка правого торца канавки Ra6,3.
 Точение получистовое одновременно с $\varnothing 71,3h9 IT12 Rz25$.
 Точение чистовое одновременно с $\varnothing 71,3h9 IT10 Rz12,5$ (см. п. 12).
25. Обеспечение размера $30\pm 0,2$ Ra6,3, торец А Ra6,3, ось отверстия $\varnothing 3H14$ Ra6,3.
 А. Обработка торца А Ra6,3 (см. п.16А).
 Б. Ось отверстия $\varnothing 3H14$ Ra6,3.
 Сверление отверстия $\varnothing 3H14$ (см. п. 15).
26. Обеспечение размера $15^{+0,43}$ Ra3,2, торец Б Ra3,2, торец левый Ra6,3.
 А. Обработка торца Б Ra3,2 (см. п. 16Б).
 Б. Обработка торца левого Ra6,3.
 Растачивание получистовое одновременно с $\varnothing 59H8 IT12 Rz25$.
 Растачивание чистовое одновременно с $\varnothing 59H8 IT10 Rz12,5$.
27. Обеспечение размера $9^{+0,36}$ Ra6,3, торец Б Ra3,2, торец левый Ra6,3.
 А. Обработка торца Б Ra3,2 (см. п. 16Б).
 Б. Обработка торца левого Ra6,3.
 Растачивание получистовое одновременно с $\varnothing 66H9 IT12 Rz25$.

- Растачивание чистовое одновременно с $\varnothing 66H9$ IT10 Rz12,5.
28. Обеспечение размера $4,2^{+0,2}$ Ra3,2 , торец левый Ra3,2, торец правый Ra3,2.
- А. Обработка торца левого Ra3,2 (см. п. 27Б).
- Б. Обработка торца правого Ra3,2.
- Растачивание получистовое одновременно с $\varnothing 66H9$ IT12 Rz25 (см. п. 13).
- Растачивание чистовое одновременно с $\varnothing 66H9$ IT10 Rz12,5.
29. Обеспечение размера $4,2^{+0,2}$ Ra3,2, торец левый Ra3,2, торец правый Ra3,2.
- А. Обработка торца левого Ra3,2 (см. п. 27Б).
- Б. Обработка торца правого Ra3,2.
- Растачивание получистовое одновременно с $\varnothing 59H8$ IT12 Rz25.
- Растачивание чистовое одновременно с $\varnothing 59H8$ IT10 Rz12,5.
30. Обеспечение размера 15H14 Ra3,2, торец левый Ra3,2, торец правый Ra3,2.
- А. Обработка торца правого Ra3,2 (см. п. 24).
- Б. Обработка торца левого Ra3,2.
- Растачивание получистовое одновременно с $\varnothing 71,3H9$ IT12 Rz25.
- Растачивание чистовое одновременно с $\varnothing 71,3H9$ IT10 Rz12,5.
31. Обеспечение размера 10H14 Ra6,3.
- Обработка одновременно с $4\pm 0,1$ (см. п. 20).
32. Обеспечение размера 3H14 Ra6,3, торец правый Ra6,3, торец левый Ra6,3.
- А. Обработка торца правого Ra6,3 (см. п. 18).
- Б. Обработка торца левого Ra6,3.
- Растачивание получистовое одновременно с $\varnothing 64,7$ IT12 Rz25.

2.2.4 Формирование операций

- 000 – Заготовительная: оборудование – ГКШП.
- 005 – Токарно-револьверная: станок модели 1341.
1. Точение черновое поверхности 76h12.
 2. Точение черновое поверхностей $\varnothing 76f9$; торец размера 65.
 3. Растачивание черновое поверхностей $\varnothing 58H9$; $28\pm 0,2$.
 4. Растачивание черновое поверхностей: Диаметра под резьбу M64 \times 1,5–7H; 21.
 5. Растачивание черновое поверхностей $\varnothing 64,7$; торец размера 5.
- 010 – Токарно-револьверная: станок модели 1341.
1. Точение черновое поверхности 76h12.
 2. Точение черновое поверхности $\varnothing 100$.
 3. Растачивание черновое поверхности $\varnothing 55,5H9$.
- 015 – Токарная с ЧПУ: оборудование – 16K20Ф3.
1. Точение получистовое поверхности 76h12.
 2. Точение получистовое поверхностей $\varnothing 76f9$; торец размера 65.

					151900.2016.003.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		20

3. Точение чистовое поверхностей $\varnothing 76f9$; торец размера 65.
 4. Растачивание получистовое поверхностей $\varnothing 58H9$; $28 \pm 0,2$; диаметра под резьбу $M64 \times 1,5-7H$; 21; $\varnothing 64,7$; торец размера 5.
 5. Растачивание чистовое поверхностей $\varnothing 58H9$; $28 \pm 0,2$; диаметра под резьбу $M64 \times 1,5-7H$; торец размера 21.
- 020 – Токарная с ЧПУ: оборудование – 16K20Ф3.
1. Точение чистовое поверхности 76h12; получистовое $\varnothing 100$.
 2. Точение тонкое поверхности 76h12.
 3. Растачивание получистовое поверхности $\varnothing 55,5H9$.
 4. Растачивание чистовое поверхности $\varnothing 55,5H9$.
- 025-Токарная с ЧПУ: оборудование – СТП-220.
1. Точение чистовое поверхности 76h12.
 2. Точение тонкое поверхностей $\varnothing 76f9$; 65.
 3. Растачивание получистовое поверхностей $\varnothing 64,7$; торец размера 3; $R0,5$; $R1$; 45° .
 4. Растачивание тонкое поверхностей диаметра под резьбу $M64 \times 1,57-H$; $\varnothing 59,5^{+0,2}$; 30° .
 5. Растачивание тонкое поверхностей $\varnothing 58H9$; $R0,5$; 45° ; $R0,2$.
 6. Точение получистовое поверхностей $\varnothing 72h12$; 3h14; 6H12.
 7. Точение получистовое поверхностей $\varnothing 71,3h9$; 15H14; $8 \pm 0,1$.
 8. Точение чистовое поверхностей $\varnothing 71,3h9$; 15H14; $8 \pm 0,1$.
 9. Растачивание размеров $R0,5$; $R0,2$; 45° .
 10. Нарезание резьбы $M64 \times 1,5-7H$.
- 030-Токарная с ЧПУ: оборудование – СТП-220.
1. Точение тонкое поверхности 76h12; чистовое $\varnothing 100$.
 2. Растачивание тонкое поверхности $\varnothing 55, Hf9$.
 3. Растачивание получистовое поверхностей $\varnothing 66H9$; 9; $R0,5$; $R0,2max$; $4,2^{+0,2}$.
 4. Растачивание чистовое поверхностей $\varnothing 66H9$; 9; $R0,5$; $R0,2max$.
 5. Растачивание получистовое поверхностей $\varnothing 59H8$; 15; $4,2^{+0,2}$; $R0,2max$.
 6. Растачивание чистовое поверхностей $\varnothing 59H8$; 15; $4,2^{+0,2}$; $R0,2max$.
- 035-Вертикально-сверлильная: оборудование – 2H135.
1. Сверление 6 отверстий в размеры $\varnothing 6,5$; $\varnothing 88$.
 2. Сверление 2 отверстий в размеры $\varnothing 5,8$; $\varnothing 88$.
- 040-Радиально-сверлильная: оборудование – НС-12.
- 1.Сверление 144 отверстий в размеры $\varnothing 3H14$; $30,5 \pm 0,2$; 4,2; 12,6.
- 045-Фрезерная с ЧПУ: оборудование – FQS-400.
1. Фрезерование 4 пазов в размеры: 10H14; $4 \pm 0,1$.
- 050-Слесарная: оборудование – Верстак слесарный.
1. Притупление острых кромок, зачистка заусенцев.
- 055-Контрольная: оборудование – Стол контроля.
1. Контроль размеров детали.

					151900.2016.003.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		21

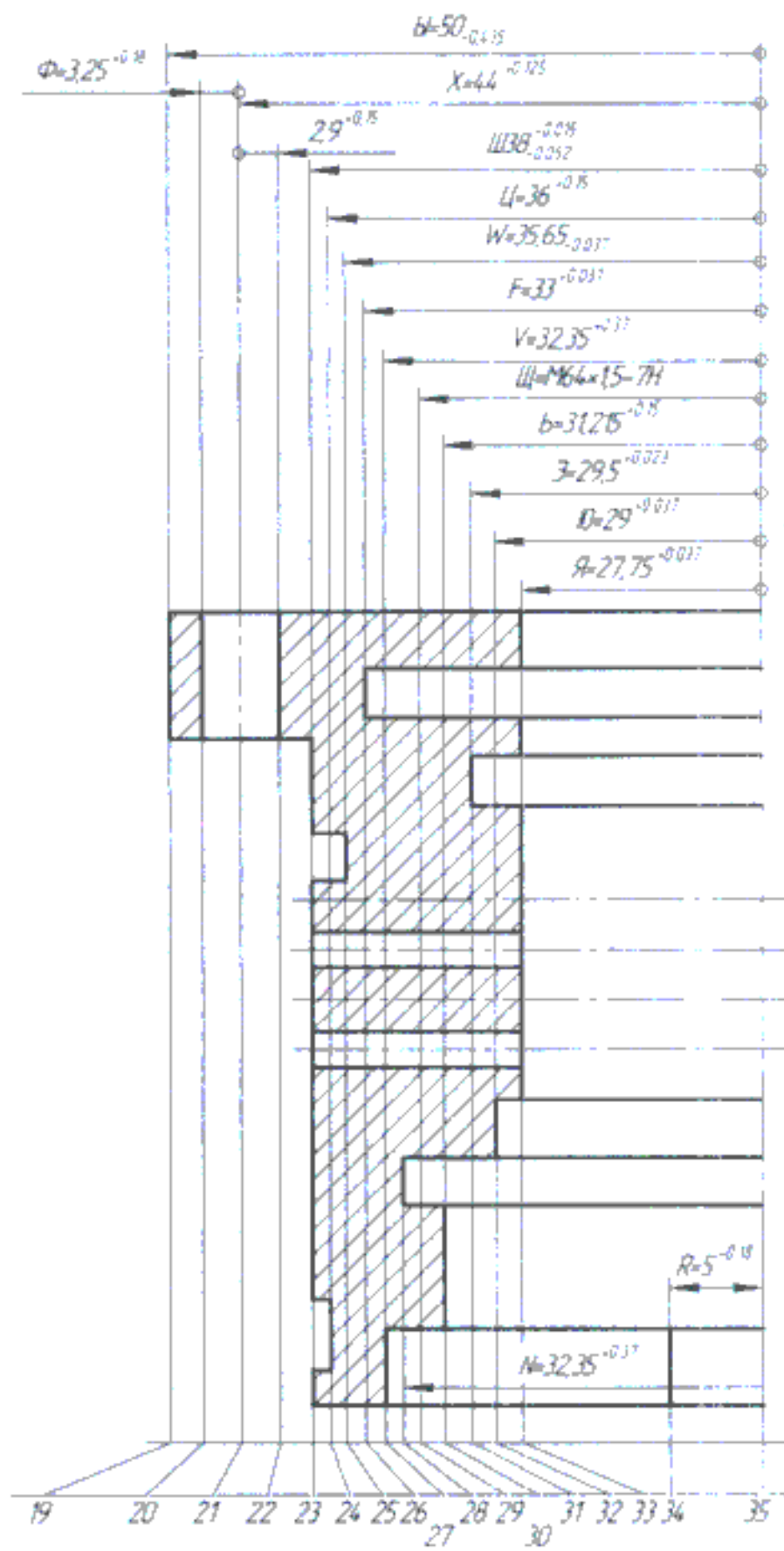


Рисунок 2.3 – Преобразованный чертеж детали по диаметральным размерам

					151900.2016.003.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		23

Таблица 2.1 – Технологический маршрут изготовления детали «Втулка»

№ опер.	Эскиз	Допуски и тех. требования
1 000 – Заготовительная		$TA^0=1,2$ $TB^0=1,2$ $T2Ш^0=1,2$ $T2Я^0=1,2$ $T2Ы^0=1,4$ $\textcircled{\ominus} 23^0, 33^0=1,0$ $\textcircled{\ominus} 23^0, 19^0=1,0$ $\perp 1^0, 33^0=0,5$ $\perp 18^0, 33^0=0,5$
005 – Токарно-револьверная поз.1		$TA^{5(1)}=TA_{табл.}^{5(1)} + \Delta 18^0$ $TA^{5(1)}=0,74+0,5=1,24$ $\perp 1^{5(1)}, 33^0=0,3$

Продолжение таблицы 2.1

1	2	3
010 – Токарно-револьв. поз.1		$T_A^{10(1)} = T_{A_{\text{табл.}}}^{10(1)} + \Delta^{5(1)}$ $T_A^{10(1)} = 0,74 + 0,3 = 1,04$ $\perp 18^{10(1)}, 23^{5(2)} = 0,25$
010 – Токарно-револьв. поз.2		$T_b^{10(2)} = 0,87$ $\odot 19^{10(2)}, 23^{5(2)} = 0,25$
010 – Токарно-револьв. поз.3		$T_{2Я}^{10(3)} = 0,3$ $\odot 33^{10(3)}, 23^{5(2)} = 0,25$

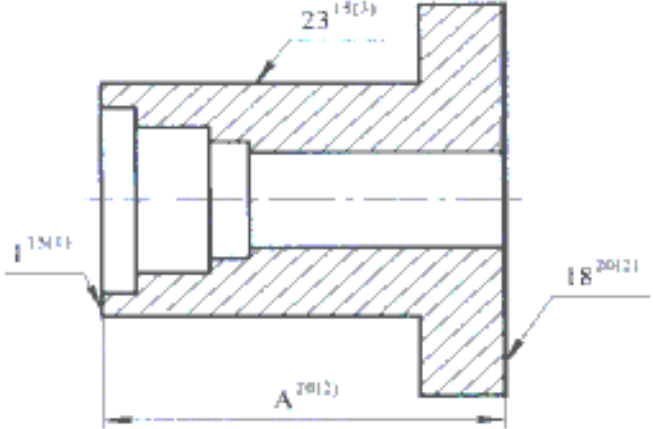
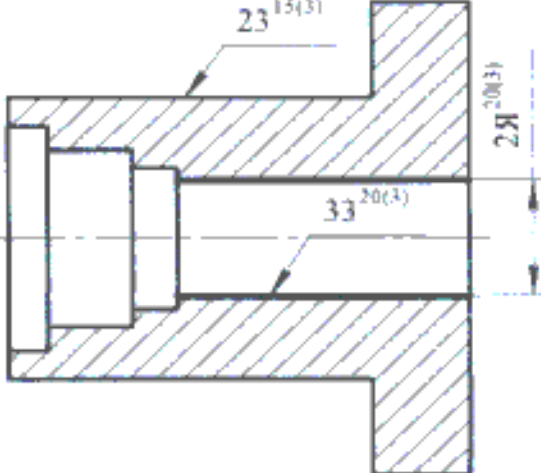
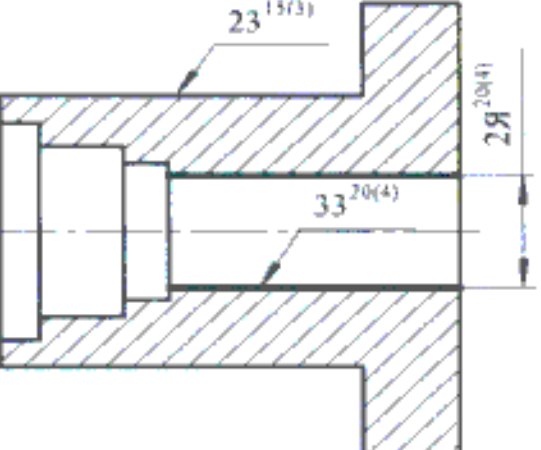
Продолжение таблицы 2.1

1	2	3
015 – Токарная с ЧПУ ПОЗ.1		$TA^{15(1)} = TA_{\text{табл.}}^{15(1)} + \Delta_{18^{10(3)}}$ $TA^{15(1)} = 0,3 + 0,25 = 0,55$ $\perp_{1^{15(1)}, 33^{10(3)}} = 0,12$
015 – Токарная с ЧПУ ПОЗ.2		$T_{2Ш}^{15(2)} = 0,19$ $T_B^{15(2)} = 0,3$ $\odot_{23^{15(2)}, 33^{10(3)}} = 0,16$
015 – Токарная с ЧПУ ПОЗ.3		$T_{2Ш}^{15(3)} = 0,046$ $T_B^{15(3)} = T_{\text{табл.}}^{15(3)} = 0,074$ $\odot_{23^{15(2)}, 33^{10(3)}} = 0,16$

Продолжение таблицы 2.1

1	2	3
<p>015 – Токарная с ЧПУ поз.4</p>		<p> $T_{2Ю}^{15(4)}=0,120$ $T_{2Б}^{15(4)}=0,120$ $T_{2V}^{15(4)}=0,120$ $T_E^{15(4)}=0,120$ $T_D^{15(4)}=0,21$ $T_I^{15(4)}=0,21$ </p> <p> $\textcircled{\circ} 32^{15(4)}, 33^{10(3)}=0,1$ $\textcircled{\circ} 30^{15(4)}, 33^{10(3)}=0,1$ $\textcircled{\circ} 27^{15(4)}, 33^{10(3)}=0,1$ </p>
<p>015 – Токарная с ЧПУ поз.5</p>		<p> $T_{2Ю}^{15(5)}=0,074$ $T_{2Б}^{15(5)}=0,074$ $T_D^{15(5)}=0,052$ $T_I^{15(5)}=0,052$ </p> <p> $\textcircled{\circ} 32^{15(5)}, 33^{10(3)}=0,06$ $\textcircled{\circ} 30^{15(5)}, 33^{10(3)}=0,06$ </p>
<p>020 – Токарная с ЧПУ поз.1</p>		<p> $T_A^{20(1)}=T_{A_{\text{табл.}}}^{20(1)} + \Delta^{15(1)}$ $T_A^{20(1)}=0,3+0,12=0,42$ $T_{2Б}^{20(1)}=0,22$ </p> <p> $\textcircled{\circ} 19^{20(1)}, 23^{15(3)}=0,16$ $\perp 18^{20(1)}, 23^{15(3)}=0,06$ </p>

Продолжение таблицы 2.1

1	2	3
<p>020 – Токарная с ЧПУ поз.2</p>		$TA^{20(2)} = TA_{табл.}^{20(2)} + \Delta^{15(3)}$ $TA^{20(2)} = 0,074 + 0,12 = 0,194$ $\perp 18^{20(2)}, 23^{15(3)} = 0,016$
<p>020 – Токарная с ЧПУ поз.3</p>		$T2Я^{20(3)} = 0,12$ $\textcircled{\perp} 33^{20(3)}, 23^{15(3)} = 0,1$
<p>020 – Токарная с ЧПУ поз.4</p>		$T2Я^{20(4)} = 0,074$ $\textcircled{\perp} 33^{20(4)}, 23^{15(3)} = 0,06$

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

Продолжение таблицы 2.1

1	2	3
<p>025 – Токарная с ЧПУ поз.1</p>		$T_A^{25(1)} = T_{A_{\text{табл.}}}^{25(1)} + \Delta^{1^{25(1)}, 33^{20(2)}}$ $T_A^{25(1)} = 0,07 + 0,016 = 0,09$ $\perp 1^{25(1)}, 33^{20(3)} = 0,01$
<p>025 – Токарная с ЧПУ поз.2</p>		$T_{2Ш}^{25(2)} = 0,03$ $T_B^{25(2)} = 0,03$ $\odot 23^{25(2)}, 33^{20(3)} = 0,016$ $\perp 15^{25(2)}, 23^{25(2)} = 0,03$
<p>025 – Токарная с ЧПУ поз.3</p>		$T_B^{25(3)} = 0,21$ $T_K^{25(3)} = 0,1$ $T_{2N}^{25(3)} = 0,3$ $\perp 7^{25(3)}, 23^{25(2)} = 0,04$

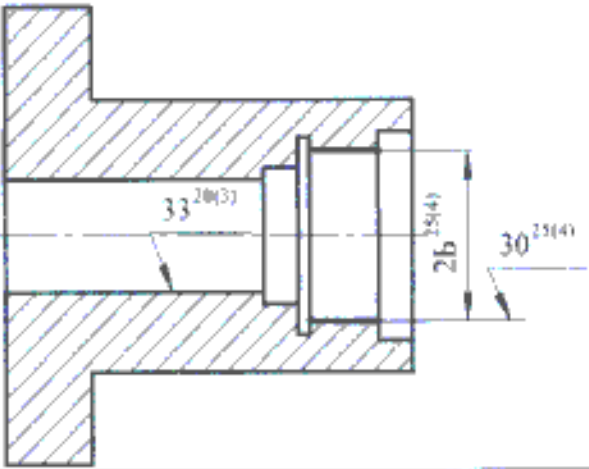
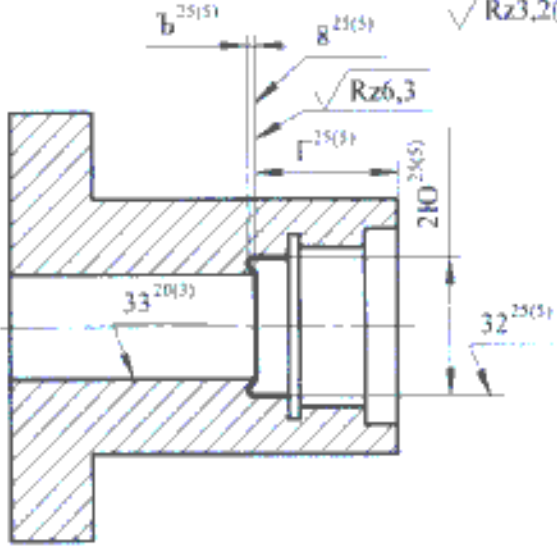
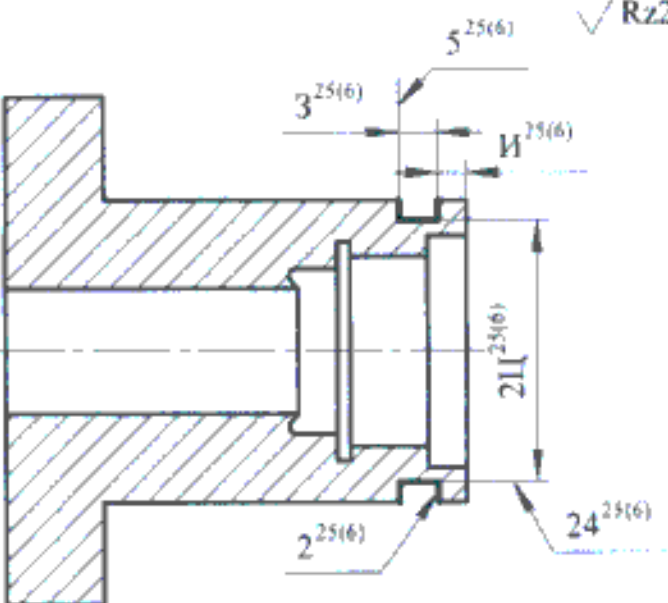
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

151900.2016.003.000 ПЗ

Лист

30

Продолжение таблицы 2.1

1	2	3
<p>025 – Токарная с ЧПУ поз.4</p>	 <p style="text-align: right;">$\sqrt{Rz6,3(\checkmark)}$</p>	<p>$T2b^{25(4)}=0,03$ $\textcircled{\text{C}}_{30}^{25(4)}, 33^{20(3)}=0,025$</p>
<p>025 – Токарная с ЧПУ поз.5</p>	 <p style="text-align: right;">$\sqrt{Rz3,2(\checkmark)}$</p>	<p>$Tt^{25(5)}=0,033$ $T2Ю^{25(5)}=0,03$ $T2b^{25(5)}=0,1$ $\textcircled{\text{C}}_{32}^{25(5)}, 33^{20(3)}=0,025$</p>
<p>025 – Токарная с ЧПУ поз.6</p>	 <p style="text-align: right;">$\sqrt{Rz25}$</p>	<p>$T2Ц^{25(6)}=0,3$ $T3^{25(6)}=0,12$ $TИ^{25(6)}=0,1$</p>

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

151900.2016.003.000 ПЗ

Продолжение таблицы 2.1

1	2	3
<p>025 – Токарная с ЧПУ П03.7</p>	<p style="text-align: right;">$\sqrt{Rz25(\checkmark)}$</p>	<p> $T2W^{25(7)}=0,12$ $TP^{25(7)}=0,15$ $TC^{25(7)}=0,18$ $\odot_{25^{25(7)}, 23^{25(2)}}=0,18$ </p>
<p>025 – Токарная с ЧПУ П03.8</p>	<p style="text-align: right;">$\sqrt{Rz12,5(\checkmark)}$</p>	<p> $T2W^{25(8)}=0,046$ $TP^{25(8)}=0,058$ $TC^{25(8)}=0,07$ $\odot_{25^{25(8)}, 23^{25(2)}}=0,025$ </p>
<p>025 – Токарная с ЧПУ П03.9</p>	<p style="text-align: right;">$\sqrt{Rz12,5}$</p>	<p>$T2Ш^{25(9)}=0,106$</p>

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

151900.2016.003.000 ПТЗ

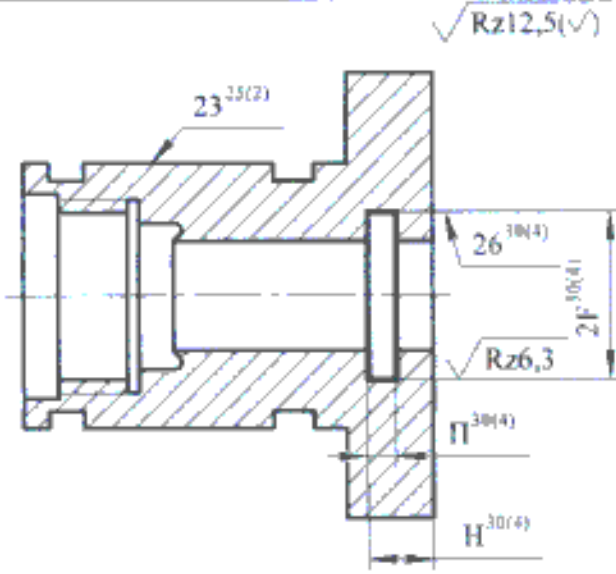
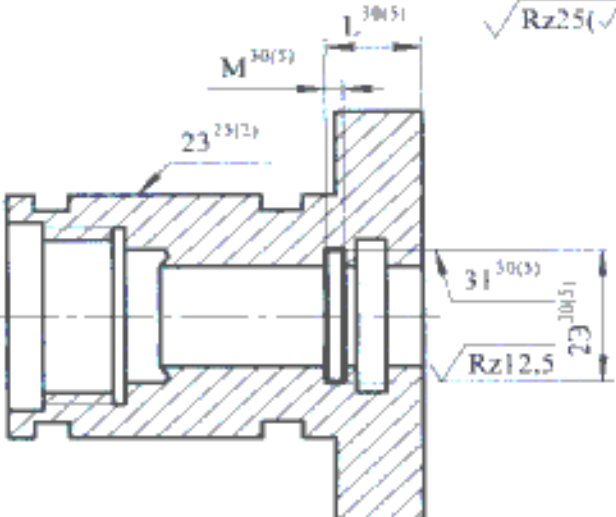
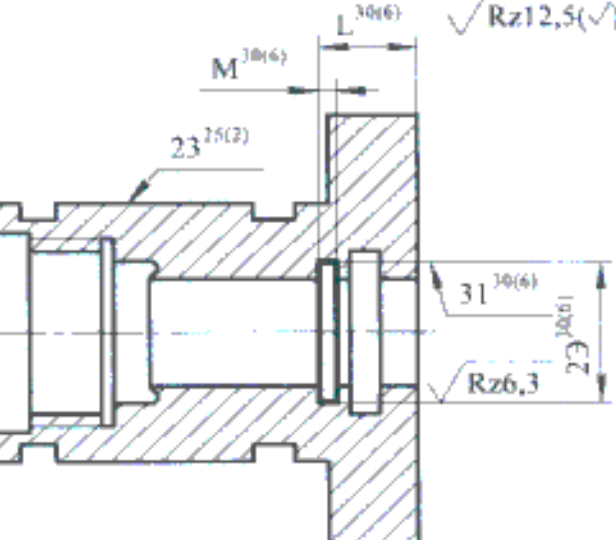
Лист

32

Продолжение таблицы 2.1

1	2	3
<p>030 – Токарная с ЧПУ поз.1</p>		<p>$T2b_1^{30(1)}=0,054$ $TA^{30(1)}=TA_{\text{табл.}}^{30(1)} + \Delta^{125(1)}$ $TA^{30(1)}=0,03+0,01=0,04$ $\textcircled{\circ} 19^{30(1)}, 23^{25(2)}=0,025$ $\perp 18^{30(1)}, 23^{25(2)}=0,03$</p>
<p>030 – Токарная с ЧПУ поз.2</p>		<p>$T2Я^{30(2)}=0,03$ $\textcircled{\circ} 33^{30(2)}, 23^{25(2)}=0,025$</p>
<p>030 – Токарная с ЧПУ поз.3</p>		<p>$T2F^{30(3)}=0,074$ $T\Pi^{30(3)}=0,12$ $TН^{30(3)}=0,15$ $\textcircled{\circ} 26^{30(3)}, 23^{25(2)}=0,06$</p>

Продолжение таблицы 2.1

1	2	3
<p>030 – Токарная с ЧПУ поз.4</p>		<p> $T2F^{30(4)}=0,03$ $ТП^{30(4)}=0,048$ $ТН^{30(4)}=0,058$ $\textcircled{\circ} 26^{30(4)}, 23^{25(2)}=0,025$ </p>
<p>030 – Токарная с ЧПУ поз.5</p>		<p> $T2Э^{30(5)}=0,074$ $ТМ^{30(5)}=0,12$ $ТЛ^{30(5)}=0,18$ $\textcircled{\circ} 31^{30(5)}, 23^{25(2)}=0,06$ </p>
<p>030 – Токарная с ЧПУ поз.6</p>		<p> $T2Э^{30(6)}=0,019$ $ТМ^{30(6)}=0,048$ $ТЛ^{30(6)}=0,07$ $\textcircled{\circ} 31^{30(6)}, 23^{25(2)}=0,025$ </p>

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

151900.2016.003.000 ПЗ

Лист

34

Продолжение таблицы 2.1

1	2	3
<p>035 – Вертикально-сверлильная</p>		<p> $T2S^{35}=0,12$ $T2\Phi^{35}=0,15$ $TX^{35}=0,125$ $\odot 21^{35}, 33^{30(2)}=0,16$ </p>
<p>040 – Радиально-сверлильная</p>		<p> $T2Y^{40}=0,1$ $TЛ^{40}=0,2$ $Tq^{40}=0,2$ </p>

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Окончание таблицы 2.1

1	2	3
<p>045 – Фрезерная с ЧПУ</p>		$TR^{45(1)}=0,22$ $TG^{45(1)}=TG_{\text{табл.}}^{45(1)} + \Delta^{18^{30(1)}}$ $TG^{45(1)}=0,3+0,006=$ $=0,306$ $TR^{45(2)}=0,058$ $TG^{45(2)}=TG_{\text{табл.}}^{45(2)} + \Delta^{18^{30(1)}}$ $TG^{45(2)}=0,12+0,006=$ $=0,126$

Схема линейных размеров детали выполняется в соответствии с рисунком 2.4.
 Схема диаметральных размеров детали выполняется в соответствии с рисунком 2.5.
 Схема пространственных отклонений выполняется в соответствии с рисунком 2.6.

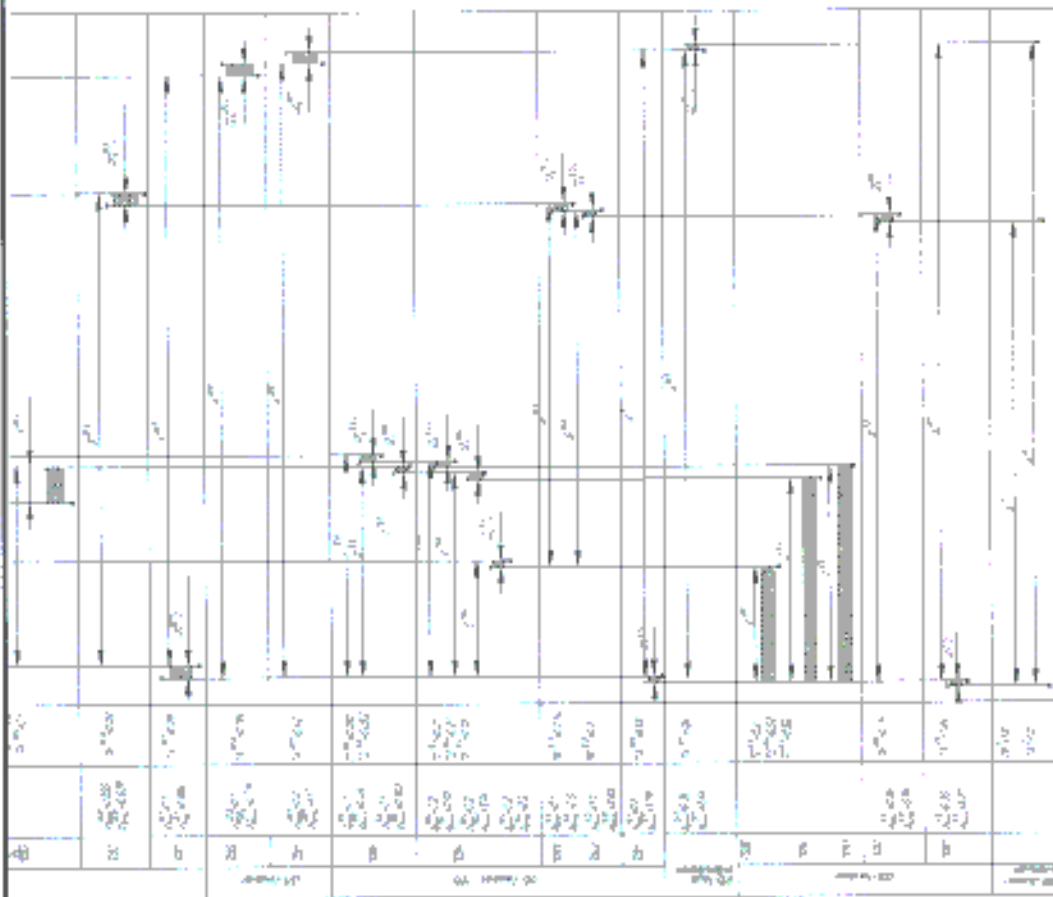


Рисунок 2.4 – Схема линейных размеров

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

151900.2016.003.000 ПЗ

Копиробол

Формат А3

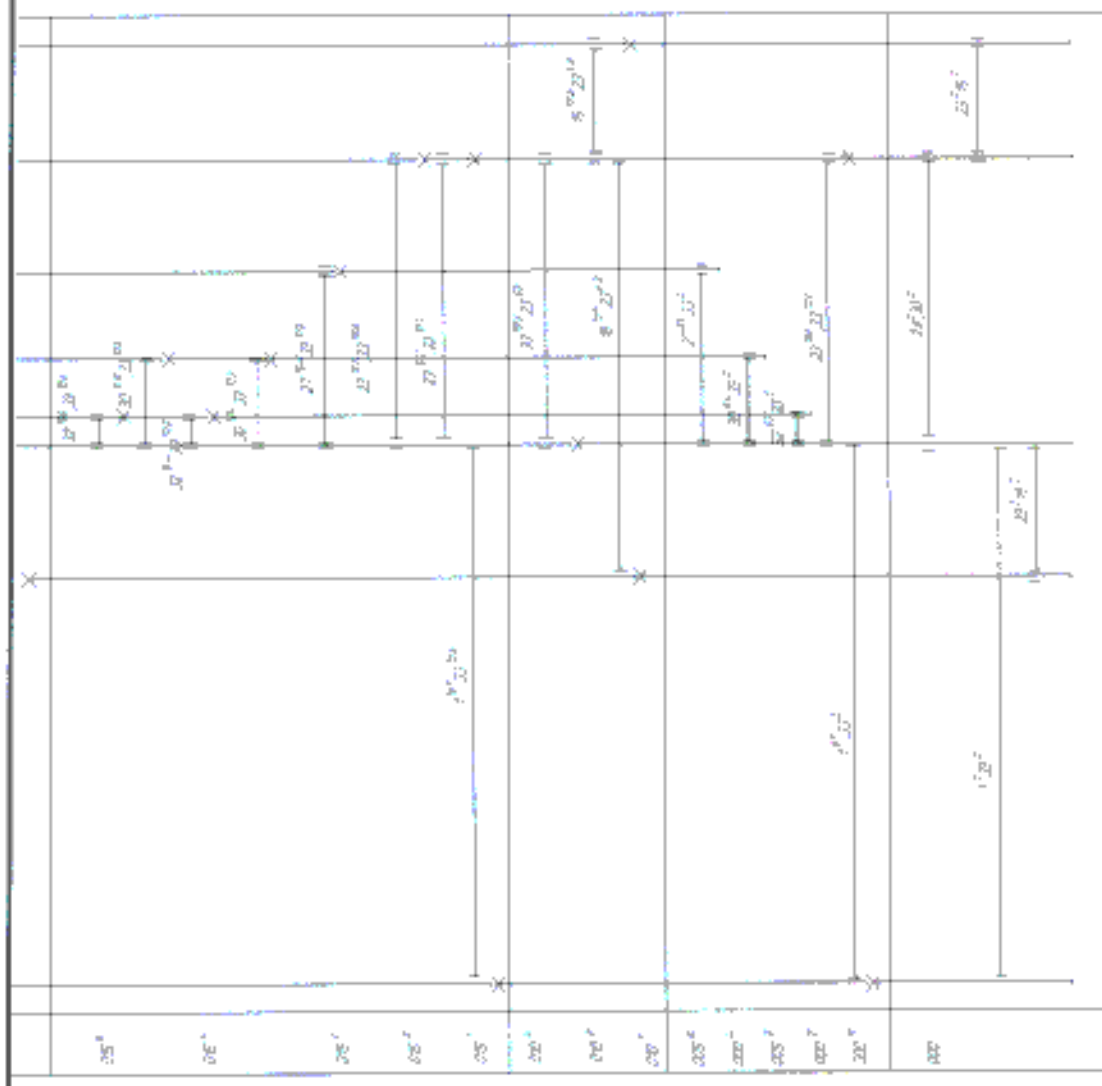


Рисунок 2.6 ~ Схема пространственных отклонений

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

151900.2016.003.000 ПЗ

Копировал

Формат А3

Лист
41

Проверяем обеспечивается ли точность замыкающего звена чертежного размера.

$$[Ж^{45}] = ТА^{30(1)} + ТГ^{45(2)},$$

$0,2 \leq 0,04 + 0,126 = 0,166$ – условие выполняется.

$$[В^{40}] = ТА^{30(1)} + ТЛ^{40},$$

$0,4 \geq 0,04 + 0,2 = 0,24$ – условие выполняется.

Уравнения размерных цепей по схеме линейных размеров (см. рисунок 2.4).

$$[Z_3^{45(2)}] = G^{45(1)} + G^{45(2)},$$

$$[Z_1^{30}] = A^{25(1)} + A^{30(1)},$$

$$[Z_1^{25(1)}] = A^{20(2)} + A^{25(1)},$$

$$[Z_{18}^{20(2)}] = A^{20(1)} + A^{20(2)},$$

$$[Z_{18}^{20(1)}] = A^{15(1)} + A^{20(1)},$$

$$[Z_1^{15(1)}] = A^{10(1)} + A^{15(1)},$$

$$[Z_8^{10(1)}] = A^{5(1)} + A^{10(1)},$$

$$[Z_1^{5(1)}] = A^0 + A^{5(1)},$$

$$[Z_{15}^{25(2)}] = B^{25(2)} - A^{25(1)} + A^{20(2)} - B^{15(3)},$$

$$[Z_{15}^{15(2)}] = B^{15(2)} - A^{15(1)} + A^{10(1)} - B^{5(2)},$$

$$[Z_{15}^{5(2)}] = B^{5(2)} - A^{5(1)} + A^0 - B^0,$$

$$[Z_{13}^{30(6)}] = L^{30(6)} - L^{30(5)},$$

$$[Z_{14}^{30(6)}] = M^{30(6)} - L^{30(6)} + L^{30(5)} - M^{30(5)},$$

$$[Z_{16}^{30(4)}] = H^{30(4)} - H^{30(3)},$$

$$[Z_{17}^{30(4)}] = П^{30(4)} - H^{30(4)} + H^{30(3)} - П^{30(3)},$$

$$[Z_8^{25(5)}] = \Gamma^{25(5)} - A^{25(1)} + A^{20(2)} - \Gamma^{15(5)},$$

$$[Z_8^{15(5)}] = \Gamma^{15(5)} - \Gamma^{15(4)},$$

$$[Z_8^{15(4)}] = \Gamma^{15(4)} - A^{15(1)} + A^{10(1)} - \Gamma^{5(3)},$$

$$[Z_7^{15(5)}] = Д^{15(5)} - Д^{15(4)},$$

$$[Z_7^{15(4)}] = Д^{15(4)} - A^{15(1)} + A^{10(1)} - Л^{5(4)},$$

$$[Z_4^{15(4)}] = E^{15(4)} - A^{15(1)} + A^{10(1)} - E^{5(5)},$$

$$[Z_{12}^{25(8)}] = p^{25(8)} - p^{25(7)},$$

$$[Z_{11}^{25(8)}] = C^{25(8)} + p^{25(8)} - p^{25(7)} - C^{25(7)},$$

$$[Z_{15min}^{15(2)}] = B^{15(3)} - B^{15(2)},$$

					151900.2016.003.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		40

$$[Ж^{45}] = A^{30(1)} + G^{45(2)},$$

$$[B^{40}] = A^{30(1)} + Л^{40}.$$

Решение размерных цепей по схеме линейных размеров.

$$1. [Z_3^{45(2)}] = G^{45(1)} + G^{45(2)},$$

$$Z_3^{45(2)} \min = 0,1; G^{45(2)} = 72_{-0,1}; \Delta nG^{45(1)} = -0,08;$$

$$Z_3^{45(2)} \min = G^{45(1)} \min - G^{45(2)} \max;$$

$$G^{45(1)} \min = Z_3^{45(2)} \min + G^{45(2)} \max = 0,1 + 72 = 72,1;$$

$$G^{45(1)} \text{ ном} = G^{45(1)} \min - \Delta nG^{45(1)} = 72,1 - (-0,08) = 72,18;$$

$$Z_3^{45(2)} \max = G^{45(1)} \max - G^{45(2)} \min = 72,18 - 71,9 = 0,28;$$

$$G^{45(1)} = 72,18_{-0,08}; Z_3^{45(2)} \max = 0,28.$$

$$2. [Z_{18}^{30(1)}] = A^{25(1)} - A^{30(1)}$$

$$Z_{18}^{30(1)} \min = 0,025; A^{30(1)} = 76_{-0,04}; \Delta nA^{25(1)} = -0,09;$$

$$Z_{18}^{30(1)} \min = A^{25(1)} \min - A^{30(1)} \max;$$

$$A^{25(1)} \min = Z_{18}^{30(1)} \min + A^{30(1)} \max = 0,025 + 76 = 76,025;$$

$$A^{25(1)} \text{ ном} = A^{25(1)} \min - \Delta nA^{25(1)} = 76,025 - (-0,09) = 76,115;$$

$$Z_{18}^{30(1)} \max = A^{25(1)} \max - A^{30(1)} \min = 76,115 - 75,96 = 0,115;$$

$$A^{25(1)} = 76,115_{-0,09}; Z_{18}^{30(1)} \max = 0,115.$$

Остальные расчеты сводим в таблицу 2.2.

					151900.2016.003.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум	Подпись	Дата		41

Таблица 2.2 – Расчетные данные по схеме линейных размеров

Исходные данные	Уравнение	Межоперационный размер	Z_{\max}
2	3	4	5
$Z_{18}^{20(2)} \min = 0,1$; $A^{20(2)} = 76,409_{-0,194}$; $\Delta H A^{20(1)} = -0,42$.	$[Z_{18}^{20(2)}] = A^{20(1)} - A^{20(2)}$	$A^{20(1)} = 76,929_{-0,42}$	$Z_{18}^{20(2)} \max = 0,714$
$Z_{18}^{20(1)} \min = 0,2$; $A^{20(1)} = 76,929_{-0,42}$; $\Delta H A^{15(1)} = -0,55$.	$[Z_{18}^{20(1)}] = A^{15(1)} - A^{20(1)}$	$A^{15(1)} = 77,679_{-0,55}$	$Z_{18}^{20(1)} \max = 1,17$
$Z_1^{15(1)} \min = 0,2$; $A^{15(1)} = 77,679_{-0,55}$; $\Delta H A^{10(1)} = -1,04$.	$[Z_1^{15(1)}] = A^{10(1)} - A^{15(1)}$	$A^{10(1)} = 78,919_{-1,04}$	$Z_1^{15(1)} \max = 1,79$
$Z_8^{10(1)} \min = 0,36$; $A^{10(1)} = 78,919_{-1,04}$; $\Delta H A^{5(1)} = -1,24$.	$[Z_8^{10(1)}] = A^{5(1)} - A^{10(1)}$	$A^{5(1)} = 80,519_{-1,24}$	$Z_8^{10(1)} \max = 2,64$
$Z_1^{5(1)} \min = 0,36$; $A^{5(1)} = 80,519_{-1,24}$; $\Delta H A^0 = -0,4$; $T A^0 = 1,2_{(-0,4)}^{(+0,8)}$.	$[Z_1^{5(1)}] = A^0 - A^{5(1)}$	$A^0 = 81,279_{-0,4}^{+0,8}$	$Z_1^{5(1)} = 2$
$Z_{15}^{25(2)} \min = 0,025$; $B^{25(2)} = 65^{+0,03}$; $A^{20(2)} = 76,409_{-0,194}$; $A^{25(1)} = 76,115_{-0,09}$; $\Delta B B^{15(3)} = 0,074$.	$[Z_{15}^{25(2)}] = B^{25(2)} - A^{25(1)} + A^{20(2)} - B^{15(3)}$	$B^{15(3)} = 65^{+0,074}$	$Z_{15}^{25(2)} \max = 0,42$
$Z_{15}^{15(2)} \min = 0,2$; $B^{15(2)} = 64,6^{+0,3}$; $A^{15(1)} = 77,679_{-0,55}$; $\Delta B B^{5(2)} = 0,74$; $A^{10(1)} = 78,919_{-1,04}$.	$[Z_{15}^{15(2)}] = B^{15(2)} - A^{15(1)} + A^{10(1)} - B^{5(2)}$	$B^{5(2)} = 64,035^{+0,74}$	$Z_{15}^{15(2)} \max = 2,83$
$Z_{15}^{5(2)} \min = 0,36$; $B^{5(2)} = 64,035^{+0,74}$; $A^0 = 81,28_{-0,4}^{+0,8}$; $\Delta B B^0 = 0,8$; $T B^0 = 1,2_{(-0,4)}^{(+0,8)}$; $A^{5(1)} = 80,519_{-1,24}$.	$[Z_{15}^{5(2)}] = B^{5(2)} - A^{5(1)} + A^0 - B^0$	$B^0 = 63,236_{-0,4}^{+0,8}$	$Z_{15}^{5(2)} \max = 4,74$
$Z_{13}^{30(6)} \min = 0,025$; $L^{30(6)} = 15^{+0,07}$; $\Delta B L^{30(5)} = 0,18$.	$[Z_{13}^{30(6)}] = L^{30(6)} - L^{30(5)}$	$L^{30(5)} = 14,795^{+0,18}$	$Z_{13}^{30(6)} \max = 0,275$

Продолжение таблицы 2.2

$Z_{14}^{30(6)}$ min = 0,025; $L^{30(6)}$ = $15^{+0,07}$; $M^{30(6)}$ = $4,2^{+0,048}$; $L^{30(5)}$ = $14,795^{+0,18}$; $\Delta B M^{3(5)}$ = 0,12.	$[Z_{14}^{30(6)}] = M^{30(6)} - L^{30(6)} + L^{30(5)} - M^{30(5)}$	$M^{30(5)} = 3,78^{+0,12}$	$Z_{14}^{30(6)}$ max = 0,443
$Z_{16}^{30(4)}$ min = 0,025; $\Delta B A^{30(3)}$ = 0,12 $H^{30(4)}$ = $9^{+0,058}$.	$[Z_{16}^{30(4)}] = H^{30(4)} - H^{30(3)}$	$H^{30(3)} = 8,855^{+0,12}$	$Z_{16}^{30(4)}$ max = 0,203
$Z_{17}^{30(4)}$ min = 0,025; $H^{30(4)}$ = $9^{+0,058}$; $H^{30(3)}$ = $8,855^{+0,12}$; $\Delta B \Pi^{30(3)}$ = 0,12; $\Pi^{30(4)}$ = $4,2^{+0,048}$.	$[Z_{17}^{30(4)}] = \Pi^{30(4)} - H^{30(4)} + H^{30(3)} - \Pi^{30(3)}$	$\Pi^{30(3)} = 3,852^{+0,12}$	$Z_{17}^{30(4)}$ max = 0,429
$Z_8^{25(5)}$ min = 0,025; $A^{25(1)}$ = $76,115_{-0,09}$; $A^{20(2)}$ = $76,409_{-0,194}$; $\Gamma^{25(5)}$ = 0,033; $\Delta B \Gamma^{15(5)}$ = 0,026 $\Gamma^{25(5)}$ = $28 \pm 0,0165$; $\Gamma^{15(5)}$ = $0,052(\pm 0,026)$; $A^{25(1)}$ = $14,795^{+0,18}$.	$[Z_8^{25(5)}] = \Gamma^{25(5)} - A^{25(1)} + A^{20(2)} - \Gamma^{15(5)}$	$\Gamma^{15(5)} = 28,0325 \pm 0,026$	$Z_8^{25(5)}$ max = 0,394
$Z_8^{15(5)}$ min = 0,1; $\Gamma^{15(5)}$ = $28,0325 \pm 0,026$; $\Gamma^{15(4)}$ = $0,21(\pm 0,105)$.	$[Z_8^{15(5)}] = \Gamma^{15(5)} - \Gamma^{15(4)}$	$\Gamma^{15(4)} = 27,702 \pm 0,105$	$Z_8^{15(5)}$ max = 0,46
$Z_8^{15(4)}$ min = 0,2; $A^{10(1)}$ = $78,919_{-1,047}$; $\Gamma^{15(3)}$ = $0,52(\pm 0,26)$ $\Gamma^{15(4)}$ = $27,702 \pm 0,105$; $A^{15(1)}$ = $77,679_{-0,55}$.	$[Z_8^{15(4)}] = \Gamma^{15(4)} - A^{15(1)} + A^{10(1)} - \Gamma^{15(3)}$	$\Gamma^{15(3)} = 27,337 \pm 0,26$	$Z_8^{15(4)}$ max = 2,52
$Z_7^{15(5)}$ min = 0,1; $A^{15(5)}$ = $21^{+0,052}$; $\Delta B A^{15(4)}$ = 0,21.	$[Z_7^{15(5)}] = A^{15(5)} - A^{15(4)}$	$A^{15(4)} = 20,69^{+0,21}$	$Z_7^{15(5)}$ max = 0,362

Окончание таблицы 2.2

$Z_7^{15(4)}$ min = 0,2; $A^{15(1)} = 77,679_{-0,55}$; $A^{10(1)} = 78,919_{-1,04}$; $\Delta B D^{5(4)} = 0,52$; $D^{15(4)} = 20,69^{+0,21}$	$[Z_7^{15(4)}] = D^{15(4)} - A^{15(1)} + A^{10(1)} - D^{5(4)}$	$D^{5(4)} = 20,17^{+0,52}$	$Z_7^{15(4)}$ max = 3,04
$Z_4^{15(4)}$ min = 0,2; $E^{15(4)} = 5^{+0,12}$; $\Delta B E^{5(5)} = 0,3$; $A^{15(1)} = 77,679_{-0,55}$; $A^{10(1)} = 78,919_{-1,04}$	$[Z_4^{15(4)}] = E^{15(4)} - A^{15(1)} + A^{10(1)} - E^{5(5)}$	$E^{5(5)} = 4,7^{+0,3}$	$Z_4^{15(4)}$ max = 2,2
$Z_{12}^{25(8)}$ min = 0,025; $P^{25(8)} = 8 \pm 0,029$; $TP^{25(7)} = 0,15(\pm 0,075)$; $\Delta HP^{25(7)} = -0,075$; $TP^{25(8)} = 0,058(\pm 0,029)$	$[Z_{12}^{25(8)}] = P^{25(7)} - P^{25(8)}$	$P^{25(7)} = 8,129 \pm 0,075$	$Z_{12}^{25(8)}$ max = 0,233
$Z_{11}^{25(8)}$ min = 0,025; $C^{25(8)} = 15^{+0,12}$; $P^{25(7)} = 8,129 \pm 0,075$; $TC^{25(7)} = 0,18$; $P^{25(8)} = 8 \pm 0,029$	$[Z_{11}^{25(8)}] = C^{25(8)} + P^{25(8)} - P^{25(7)} - C^{25(7)}$	$C^{25(7)} = 14,562^{+0,18}$	$Z_{11}^{25(8)}$ max = 0,533
$Z_{15}^{15(3)}$ min = 0,1; $B^{15(3)} = 65^{+0,074}$; $\Delta BB^{15(2)} = 0,3$	$[Z_{15}^{15(3)}] = B^{15(3)} - B^{15(2)}$	$B^{15(2)} = 64,6^{+0,3}$	$Z_{15}^{15(3)}$ max = 0,5
$Ж^{45} = 4 \pm 0,1$; $A^{30(1)} = 76_{-0,04}$	$[Ж^{45}] = A^{30(1)} - G^{45(2)}$	$G^{45(2)} = 72^{+0,04}_{-0,1}$	
$B^{40} = 30,5 \pm 0,2$; $A^{30(1)} = 76_{-0,04}$	$[Л^{40}] = A^{30(1)} - Л^{40}$	$Л^{40} = 45,5^{+0,16}_{-0,2}$	

Уравнения размерных цепей по схеме диаметральных размеров (см. рисунок 2.5).

$$\begin{aligned}
 [Z_{34}^{45(2)}] &= R^{45(2)} - R^{45(1)}; \\
 [Z_{31}^{30(6)}] &= \mathfrak{P}^{30(6)} - \mathfrak{P}^{30(5)} - 31^{30(6)}23^{25(2)} - 31^{30(5)}23^{25(2)}; \\
 [Z_{26}^{30(4)}] &= F^{30(4)} - F^{30(3)} - 26^{30(4)}23^{25(2)} - 26^{30(3)}23^{25(2)}; \\
 [Z_{33}^{30(2)}] &= \mathfrak{P}^{30(2)} - \mathfrak{P}^{20(4)} - 33^{30(2)}23^{25(2)} - 33^{25(3)}23^{25(2)}; \\
 [Z_{25}^{25(8)}] &= W^{25(7)} - W^{25(8)} - 25^{25(8)}23^{25(3)} - 25^{25(7)}23^{25(3)}; \\
 [Z_{32}^{25(5)}] &= \mathfrak{Y}^{25(5)} - \mathfrak{Y}^{15(5)} - 32^{25(5)}33^{20(3)} - 33^{20(4)}23^{15(3)} - \\
 &\quad - 23^{15(3)}33^{10(3)} - 32^{15(4)}33^{10(3)}; \\
 [Z_{23}^{25(2)}] &= \mathfrak{M}^{15(3)} - \mathfrak{M}^{25(2)} - 23^{25(2)}33^{20(3)} - 33^{20(4)}23^{15(3)}; \\
 [Z_{19}^{30(1)}] &= \mathfrak{B}^{20(1)} - \mathfrak{B}^{30(1)} - 19^{30(1)}23^{25(2)} - 23^{25(2)}33^{20(3)} - 33^{20(4)} - \\
 &\quad - 23^{15(3)} - 19^{20(1)}23^{15(3)}; \\
 [Z_{33}^{20(4)}] &= \mathfrak{P}^{20(4)} - \mathfrak{P}^{20(3)} - 33^{20(4)}23^{15(3)} - 33^{20(3)}23^{15(3)}; \\
 [Z_{33}^{20(3)}] &= \mathfrak{P}^{20(3)} - \mathfrak{P}^{10(3)} - 33^{20(3)}23^{15(3)} - 23^{15(3)}33^{10(3)}; \\
 [Z_{19}^{20(1)}] &= \mathfrak{B}^{10(2)} - \mathfrak{B}^{20(1)} - 19^{20(1)}23^{15(2)} - 23^{15(3)}33^{10(3)} - 33^{10(3)}23^{5(3)} - \\
 &\quad - 19^{10(2)}23^{5(2)}; \\
 [Z_{32}^{15(5)}] &= \mathfrak{Y}^{15(5)} - \mathfrak{Y}^{15(4)} - 32^{15(5)}33^{10(3)} - 32^{15(4)}33^{10(3)}; \\
 [Z_{30}^{25(4)}] &= \mathfrak{B}^{25(4)} - \mathfrak{B}^{15(5)} - 30^{25(4)}33^{20(3)} - 33^{20(4)}23^{15(3)} - 23^{15(3)}33^{10(3)} - \\
 &\quad - 30^{15(5)}33^{10(3)}; \\
 [Z_{30}^{15(5)}] &= \mathfrak{B}^{15(5)} - \mathfrak{B}^{15(4)} - 30^{15(5)}33^{10(3)} - 30^{15(4)}33^{10(3)}; \\
 [Z_{32}^{15(4)}] &= \mathfrak{Y}^{15(4)} - \mathfrak{Y}^{5(3)} - 32^{15(4)}33^{10(3)} - 33^{10(3)}23^{5(3)} - 23^{5(2)} - \\
 &\quad - 33^0 - 32^{5(3)}33^0; \\
 [Z_{30}^{15(4)}] &= \mathfrak{B}^{15(4)} - \mathfrak{B}^{5(4)} - 30^{15(4)}33^{10(3)} - 33^{10(3)}23^{5(2)} - 23^{5(2)}33^0 - \\
 &\quad - 30^{5(4)}33^0; \\
 [Z_{23}^{15(3)}] &= \mathfrak{M}^{15(2)} - \mathfrak{M}^{15(3)} - 23^{15(3)}33^{10(3)} - 23^{15(2)}33^{10(3)}; \\
 [Z_{23}^{15(2)}] &= \mathfrak{M}^{5(2)} - \mathfrak{M}^{15(2)} - 23^{15(2)}33^{10(3)} - 33^{5(2)}23^{5(2)}; \\
 [Z_{33}^{10(3)}] &= \mathfrak{P}^{10(3)} - \mathfrak{P}^0 - 33^{10(3)}23^{5(2)} - 23^{5(2)}33^0; \\
 [Z_{19}^{10(2)}] &= \mathfrak{B}^0 - \mathfrak{B}^{10(2)} - 19^{10(2)}23^{5(2)} - 23^{5(2)}33^0 - 33^023^0 - 19^023^0; \\
 [Z_{23}^{5(2)}] &= \mathfrak{M}^0 - \mathfrak{M}^{5(2)} - 23^{5(2)}33^0 - 33^023^0; \\
 [Z_{27}^{15(4)}] &= \\
 &V^{15(4)} - V^{5(5)} - 27^{15(4)}33^{10(3)} - 33^{10(3)}23^{5(2)} - 23^{5(2)}33^0 - 27^{5(5)}33^0.
 \end{aligned}$$

Решение размерных цепей по схеме диаметральных размеров

$$1. [Z_{34}^{45(2)}] = R^{45(2)} - R^{45(1)}.$$

$$Z_{34}^{45(2)} \min = 0,1; R^{45(2)} = 5^{+0,22}; TR^{45(1)} = 0,22(^{+0,22});$$

$$Z_{34}^{45(2)} \min = R^{45(2)} \min - R^{45(1)} \max;$$

$$R^{45(1)} \min = R^{45(2)} \min - Z_{34}^{45(2)} \min = 5 - 0,1 = 4,9;$$

$$R^{45(1)} \text{ ном} = R^{45(1)} \min - \Delta_B R^{45(1)} = 4,9 - 0,22 = 4,68;$$

$$Z_{34}^{45(2)} \max = R^{45(2)} \max - R^{45(1)} \min = 5,22 - 4,68 = 0,54;$$

$$R^{45(1)} = 4,68^{+0,22}; Z_{34}^{45(2)} \max = 0,54.$$

$$2. [Z_{31}^{30(6)}] = \vartheta^{30(6)} - \vartheta^{30(5)} - 31^{30(6)} 23^{25(2)} - 31^{30(5)} 23^{25(2)}.$$

$$Z_{31}^{30(6)} \min = 0,0125; \vartheta^{30(6)} = 29,5^{+0,0095}; 31^{30(6)} 23^{25(2)} = 0,025(\pm 0,0125);$$

$$31^{30(5)} 23^{25(2)} = 0,06(\pm 0,03); T\vartheta^{30(5)} = 0,037;$$

$$Z_{31}^{30(6)} \min = \vartheta^{30(6)} \min - \vartheta^{30(5)} \max - 31^{30(6)} 23^{25(2)} \max - 31^{30(5)} 23^{25(2)} \max;$$

$$\vartheta^{30(5)} \max = \vartheta^{30(6)} \min - 31^{30(6)} 23^{25(2)} \max - 31^{30(5)} 23^{25(2)} \max$$

$$- Z_{31}^{30(6)} \min = 29,5 - 0,0125 - 0,03 - 0,0125 = 29,445;$$

$$\vartheta^{30(5)} \text{ ном} = \vartheta^{30(5)} \max - \Delta_B \vartheta^{30(5)} = 29,445 - 0,037 = 29,408;$$

$$Z_{31}^{30(6)} \max = \vartheta^{30(6)} \max - \vartheta^{30(5)} \min - 31^{30(6)} 23^{25(2)} \min - 31^{30(5)} 23^{25(2)} \min =$$

$$= 29,50095 - 29,408 - (-0,0125) - (-0,03) = 0,144;$$

$$\vartheta^{30(5)} = 29,408^{+0,037}; 2\vartheta^{30(5)} = 58,816^{+0,074}; Z_{31}^{30(6)} \max = 0,144.$$

$$3. [Z_{26}^{30(4)}] = F^{30(4)} - F^{30(3)} - 26^{30(4)} 23^{25(2)} - 26^{30(3)} 23^{25(2)}.$$

$$Z_{26}^{30(4)} \min = 0,0125; F^{30(4)} = 33^{+0,15}; 26^{30(4)} 23^{25(2)} = \pm 0,0125;$$

$$26^{30(3)} 23^{25(2)} = \pm 0,03; TF^{30(3)} = 0,037;$$

$$Z_{26}^{30(4)} \min = F^{30(4)} \min - F^{30(3)} \max - 26^{30(4)} 23^{25(2)} \max - 26^{30(3)} 23^{25(2)} \max;$$

$$F^{30(3)} \max = F^{30(4)} \min - 26^{30(4)} 23^{25(2)} \max - 26^{30(3)} 23^{25(2)} \max - Z_{26}^{30(4)} \min =$$

$$= 33 - 0,0125 - 0,03 - 0,0125 = 32,945;$$

$$F^{30(3)} \text{ ном} = F^{30(3)} \max - \Delta_B F^{30(3)} = 32,945 - 0,037 = 32,908;$$

$$Z_{26}^{30(4)} \max = F^{30(4)} \max - F^{30(3)} \min - 26^{30(4)} 23^{25(2)} \min - 26^{30(3)} 23^{25(2)} \min =$$

$$= 33,015 - 32,908 - (-0,0125) - (-0,03) = 0,15;$$

$$F^{30(3)} = 32,908^{+0,037}; 2F^{30(3)} = 65,816^{+0,074}; Z_{26}^{30(4)} \max = 0,15.$$

Остальные расчеты сводим в таблицу 2.3.

					151900.2016.003.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		46

Таблица 2.3 – Расчетные данные по схеме диаметральных размеров

Исходные данные	Уравнение	Межоперационный размер	Z_{\max}
2	3	4	5
$Z_{33}^{30(2)} \min = 0,0125$; $33^{30(2)}23^{25(2)} = \pm 0,0125$; $33^{25(3)}23^{25(2)} = \pm 0,008$; $Я^{30(2)} = 27,75^{+0,015}$; $\Delta Я^{20(4)} = 0,037$; $Z_{25}^{25(8)} \min = 0,0125$; $25^{25(8)}23^{25(3)} = \pm 0,0125$; $W^{25(7)} = 35,65_{-0,023}$; $\Delta W^{25(7)} = -0,06$; $25^{25(7)}23^{25(3)} = \pm 0,00125$	$\left[Z_{33}^{30(2)} \right] = Я^{30(2)} - Я^{20(4)} - 33^{30(2)}23^{25(2)} - 33^{25(3)}23^{25(2)}$ $\left[Z_{25}^{25(8)} \right] = W^{25(7)} - W^{25(8)} - 25^{25(8)}23^{25(3)} - 25^{25(7)}23^{25(3)}$	$2Я^{20(4)} = 55,36^{+0,074}$	$Z_{33}^{30(2)} \max = 0,11$
$Z_{32}^{25(5)} \min = 0,0125$; $32^{25(5)}33^{20(3)} = \pm 0,0125$; $23^{15(3)}33^{10(3)} = \pm 0,02$; $Ю^{25(5)} = 29^{+0,015}$, $\Delta вЮ^{15(5)} = 0,037$; $32^{15(4)}33^{10(3)} = \pm 0,05$; $33^{20(4)}23^{15(3)} = \pm 0,03$; $Z_{23}^{25(2)} \min = 0,0125$; $23^{25(2)}33^{20(3)} = \pm 0,008$; $Ш^{25(2)} = 38 \pm 0,0075$; $\Delta Ш^{15(3)} = \pm 0,03$; $33^{20(4)}23^{15(3)} = \pm 0,03$; $ТШ^{15(3)} = 0,023(\pm 0,0115)$	$\left[Z_{32}^{25(5)} \right] = Ю^{25(5)} - Ю^{15(5)} - 32^{25(5)}33^{20(3)} - 33^{20(4)}23^{15(3)} - 23^{15(3)}33^{10(3)} - 32^{15(4)}33^{10(3)}$ $\left[Z_{23}^{25(2)} \right] = Ш^{15(3)} - Ш^{25(2)} - 23^{25(2)}33^{20(3)} - 33^{20(4)}23^{15(3)}$	$2Ю^{15(5)} = 57,676^{+0,074}$	$Z_{25}^{25(8)} \max = 0,146$

Продолжение таблицы 1.3

2	3	4	5
$Z_{19}^{30(1)}$ min = 0,05 ; $\Delta nY^{20(1)}$ = -0,11; $19^{30(1)}23^{25(2)}$ = $\pm 0,0125$; $33^{20(4)}23^{15(3)}$ = $\pm 0,03$; $19^{20(1)}23^{15(3)}$ = $\pm 0,03$; $23^{25(2)}33^{20(3)}$ = $\pm 0,008$; $Y^{30(1)}$ = 50 ^{-0,027} ; $Z_{33}^{20(4)}$ min = 0,025 ; $\Delta nY^{20(3)}$ = 0,06; $33^{20(3)}23^{15(3)}$ = $\pm 0,05$; $Y^{20(4)}$ = 27,68 ^{+0,037} ; $33^{20(4)}23^{15(3)}$ = $\pm 0,03$; $Z_{33}^{20(3)}$ min = 0,1 ; $\Delta nY^{10(3)}$ = 0,15; $33^{20(3)}23^{15(3)}$ = $\pm 0,05$; $23^{15(3)}33^{10(3)}$ = $\pm 0,02$; $Y^{20(3)}$ = 27,515 ^{+0,06} ; $Z_{19}^{20(1)}$ min = 0,1 ; $\Delta nY^{10(2)}$ = -0,435; $19^{20(1)}23^{15(2)}$ = $\pm 0,03$; $33^{10(3)}23^{5(2)}$ = $\pm 0,125$; $Y^{20(1)}$ = 50,2405 ^{-0,11} ; $19^{10(2)}23^{5(2)}$ = $\pm 0,125$; $23^{15(3)}33^{10(3)}$ = $\pm 0,02$; $Z_{32}^{15(5)}$ min = 0,025 ; $Y^{15(5)}$ = 28,838 ^{+0,037} ; $\Delta nY^{15(4)}$ = 0,06; $32^{15(5)}33^{10(3)}$ = $\pm 0,03$; $32^{15(4)}33^{10(3)}$ = $\pm 0,05$	$Z_{19}^{30(1)}$ = $Y^{20(1)}$ - $Y^{30(1)}$ - $19^{30(1)}23^{25(2)}$ - $-23^{25(2)}33^{20(3)}$ - $33^{20(4)}23^{15(3)}$ - $-19^{20(1)}23^{15(3)}$ $Z_{33}^{20(4)}$ = $Y^{20(4)}$ - $Y^{20(3)}$ - $33^{20(4)}23^{15(3)}$ - $-33^{20(3)}23^{15(3)}$ $Z_{33}^{20(3)}$ = $Y^{20(3)}$ - $Y^{10(3)}$ - $33^{20(3)}23^{15(3)}$ - $-23^{15(3)}33^{10(3)}$ $Z_{19}^{20(1)}$ = $Y^{10(2)}$ - $Y^{20(1)}$ - $19^{20(1)}23^{15(2)}$ - $-23^{15(3)}33^{10(3)}$ - $33^{10(3)}23^{5(2)}$ - $-19^{10(2)}23^{5(2)}$ $Z_{32}^{15(5)}$ = $Y^{15(5)}$ - $Y^{15(4)}$ - $32^{15(5)}33^{10(3)}$ - $-32^{15(4)}33^{10(3)}$	$2Y^{20(1)}$ = 100,481 ^{-0,22} $2Y^{20(3)}$ = 55,03 ^{+0,12} $2Y^{10(3)}$ = 54,39 ^{+0,3} $2Y^{10(2)}$ = 102,151 ^{-0,87} $2Y^{15(4)}$ = 57,346 ^{+0,12}	$Z_{19}^{30(1)}$ max = 0,348 $Z_{33}^{20(4)}$ max = 0,282 $Z_{33}^{20(3)}$ max = 0,45 $Z_{19}^{20(1)}$ max = 1,245 $Z_{32}^{15(5)}$ max = 0,282

Продолжение таблицы 2.3

2	3	4	5
$Z_{30}^{25(4)}$ min = 0,0125; $33^{20(4)}23^{15(3)}$ = ±0,03; $23^{15(3)}33^{10(3)}$ = ±0,02; $b^{25(4)}$ = 31,215 ^{+0,015} ; $\Delta b^{15(5)}$ = 0,037; $30^{15(5)}33^{10(3)}$ = ±0,03; $30^{25(4)}33^{20(3)}$ = ±0,0125;	$[Z_{30}^{25(4)}] = b^{25(4)} - b^{15(5)} - 30^{25(4)}33^{20(3)} - 33^{20(4)}23^{15(3)} - 23^{15(3)}33^{10(3)} - 30^{15(5)}33^{10(3)}$	$2b^{15(5)} = 62,146^{+0,074}$	$Z_{30}^{25(4)}$ max = 0,25
$Z_{30}^{15(5)}$ min = 0,025; $\Delta b^{15(4)}$ = 0,06; $30^{15(5)}33^{10(3)}$ = ±0,03; $b^{15(5)}$ = 31,073 ^{+0,037} ; $30^{15(4)}33^{10(3)}$ = ±0,05	$[Z_{30}^{15(5)}] = b^{15(5)} - b^{15(4)} - 30^{15(5)}33^{10(3)} - 30^{15(4)}33^{10(3)}$	$2b^{15(4)} = 61,816^{+0,12}$	$Z_{30}^{15(5)}$ max = 0,282
$Z_{32}^{15(4)}$ min = 0,1; $32^{15(4)}33^{10(3)}$ = ±0,05; $23^{5(2)}33^0$ = ±0,125; $\text{Ю}^{15(4)}$ = 28,673 ^{+0,06} ; $\Delta \text{бЮ}^{5(3)}$ = 0,15; $33^{10(3)}23^{5(4)}$ = ±0,125; $32^{5(3)}33^0$ = ±0,125	$[Z_{32}^{15(4)}] = \text{Ю}^{15(4)} - \text{Ю}^{5(3)} - 32^{15(4)}33^{10(3)} - 33^{10(3)}23^{5(4)} - 23^{5(2)}33^0 - 32^{5(3)}33^0$	$2\text{Ю}^{5(3)} = 55,996^{+0,3}$	$Z_{32}^{15(4)}$ max = 1,16
$Z_{30}^{15(4)}$ min = 0,1; $\Delta b^{5(4)}$ = 0,15; $30^{15(4)}33^{10(3)}$ = ±0,05; $23^{5(2)}33^0$ = ±0,125; $b^{15(4)}$ = 30,908 ^{+0,06} ; $33^{10(3)}23^{5(2)}$ = ±0,125; $30^{5(4)}33^0$ = ±0,125	$[Z_{30}^{15(4)}] = b^{15(4)} - b^{5(4)} - 30^{15(4)}33^{10(3)} - 33^{10(3)}23^{5(2)} - 23^{5(2)}33^0 - 30^{5(4)}33^0$	$2b^{5(4)} = 60,466^{+0,3}$	$Z_{30}^{15(4)}$ max = 1,16
$Z_{23}^{15(3)}$ min = 0,05; $23^{15(3)}33^{10(3)}$ = ±0,02; $\text{Ш}^{15(3)}$ = 38,0695 ± 0,0115; $23^{15(2)}33^{10(3)}$ = ±0,08; $\Delta \text{нШ}^{15(2)}$ = -0,0475;	$[Z_{23}^{15(3)}] = \text{Ш}^{15(2)} - \text{Ш}^{15(3)} - 23^{15(3)}33^{10(3)} - 23^{15(2)}33^{10(3)}$	$2\text{Ш}^{15(2)} = 76,558 \pm 0,095$	$Z_{23}^{15(3)}$ max = 0,368

Продолжение таблицы 2.3

2	3	4	5
$Z_{23}^{15(2)}$ min = 0,1; $\Delta\Pi\text{Ш}^{5(2)}$ = -0,075; $\Pi\text{Ш}^{15(2)}$ = 38,2785 ± 0,0475; $33^{5(2)}23^{5(2)}$ = ±0,125; $23^{15(2)}33^{10(3)}$ = ±0,08;	$[Z_{23}^{15(2)}] = \Pi\text{Ш}^{5(2)} - \Pi\text{Ш}^{15(2)} - 23^{15(2)}33^{10(3)} - 33^{5(2)}23^{5(2)}$	$2\Pi\text{Ш}^{5(2)} = 77,412 \pm 0,15$	$Z_{23}^{15(2)}$ max = 0,755
$Z_{33}^{10(3)}$ min = 0,36; $33^{10(3)}23^{5(2)}$ = ±0,125; $\Delta\Pi\text{Я}^0$ = -0,4; $\Delta\text{в}\text{Я}^0$ = 0,2; $23^{5(2)}33^0$ = ±0,125; $\text{Я}^{10(3)}$ = 27,195 ^{+0,15} ;	$[Z_{33}^{10(3)}] = \text{Я}^{10(3)} - \text{Я}^0 - 33^{10(3)}23^{5(2)} - 23^{5(2)}33^0$	$2\text{Я}^0 = 52,37^{+0,4}_{-0,8}$	$Z_{33}^{10(3)}$ max = 1,84
$Z_{19}^{10(2)}$ min = 0,36; $23^{5(2)}33^0$ = ±0,125; 19^023^0 = ±0,5; $\Delta\Pi\text{Ы}^0$ = -0,2; $\Delta\text{в}\text{Ы}^0$ = 0,4; 33^023^0 = ±0,5; $19^{10(2)}23^{5(2)}$ = ±0,125; 33^023^0 = ±0,5; $\text{Ы}^{10(2)}$ = 51,0755 ^{-0,435} ;	$[Z_{19}^{10(2)}] = \text{Ы}^0 - \text{Ы}^{10(2)} - 19^{10(2)}23^{5(2)} - 23^{5(2)}33^0 - 33^023^0 - 19^023^0$	$2\text{Ы}^0 = 105,371^{+0,8}_{-0,4}$	$Z_{19}^{10(2)}$ max = 3,69
$Z_{23}^{5(2)}$ min = 0,36; $23^{5(2)}33^0$ = ±0,125; $\Delta\Pi\text{Ш}^0$ = -0,2; $\Pi\text{Ш}^{5(2)}$ = 38,706 ± 0,075; 33^023^0 = ±0,5; $\Delta\text{в}\text{Ш}^0$ = 0,4	$[Z_{23}^{5(2)}] = \Pi\text{Ш}^0 - \Pi\text{Ш}^{5(2)} - 23^{5(2)}33^0 - 33^023^0$	$2\Pi\text{Ш}^0 = 79,932^{+0,4}_{-0,4}$	$Z_{23}^{5(2)}$ max = 2,36
$Z_{27}^{15(4)}$ min = 0,1; $V^{15(4)}$ = 32,35 ^{+0,06} ; $27^{15(4)}33^{10(3)}$ = ±0,05; $\Delta\text{в}\text{V}^{5(5)}$ = 0,15; $27^{5(5)}33^0$ = ±0,125; $23^{5(2)}33^0$ = ±0,125; $33^{10(3)}23^{5(2)}$ = ±0,125;	$[Z_{27}^{15(4)}] = V^{15(4)} - V^{5(5)} - 27^{15(4)}33^{10(3)} - 33^{10(3)}23^{5(2)} - 23^{5(2)}33^0 - 27^{5(5)}33^0$	$2V^{5(5)} = 63,35^{+0,3}$	$Z_{27}^{15(4)}$ max = 1,16

Проверка по схеме пространственных отклонений.

$$\begin{aligned}
 & [7,23] \geq 7^{25(3)} 23^{25(2)} \\
 & 0,05 \geq 0,04 \text{ – условие выполняется.} \\
 & [15,23] \geq 15^{25(2)} 23^{25(2)} \\
 & 0,05 \geq 0,03 \text{ – условие выполняется.} \\
 & [18,23] \geq 18^{30(1)} 23^{25(2)} \\
 & 0,05 \geq 0,03 \text{ – условие выполняется.} \\
 & [30,32] \geq 30^{25(4)} 33^{20(3)} + 32^{25(5)} 33^{20(3)} \\
 & 0,05 \geq 0,025 + 0,025 = 0,5 \text{ – условие выполняется.} \\
 & [33,23] \geq 33^{30(2)} 23^{25(2)} \\
 & 0,05 \geq 0,025 \text{ – условие выполняется.} \\
 & [32,33] \geq 32^{25(5)} 33^{20(3)} \\
 & 0,05 \geq 0,025 \text{ – условие выполняется.} \\
 & [26,33] \geq 26^{30(4)} 23^{25(2)} + 33^{30(2)} 23^{25(2)} \\
 & 0,5 \geq 0,025 + 0,025 = 0,5 \text{ – условие выполняется.} \\
 & [31,33] \geq 31^{30(6)} 23^{25(2)} + 33^{20(2)} 23^{25(2)} \\
 & 0,5 \geq 0,025 + 0,025 = 0,5 \text{ – условие выполняется.} \\
 & [25,23] \geq 25^{25(8)} 23^{25(2)} \\
 & 0,05 \geq 0,025 \text{ – условие выполняется.}
 \end{aligned}$$

В результате проведенного размерного анализа детали были определены необходимые размеры и допуски для проектирования заготовки. Эскиз заготовки показан на рисунке 2.7.

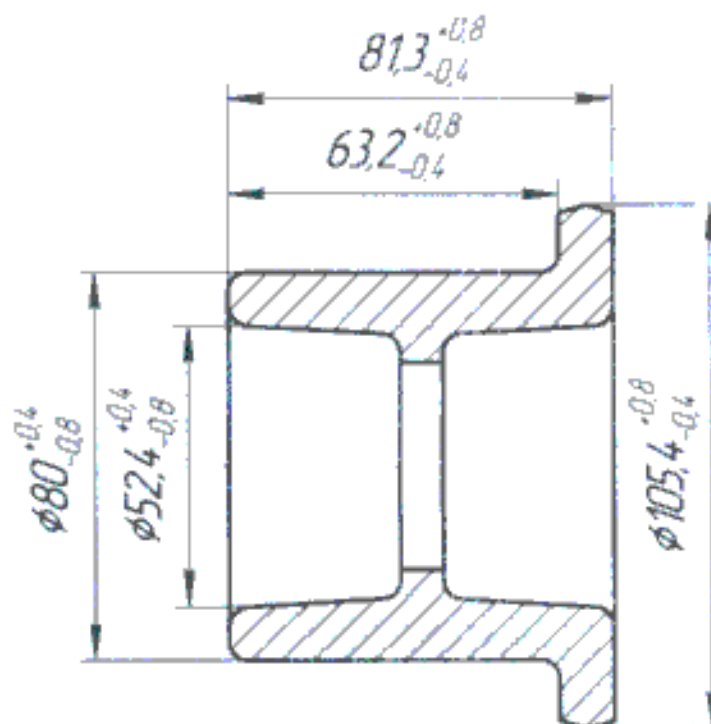


Рисунок 2.7 – Эскиз заготовки

					151900.2016.003.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		51

Неуказанные штамповочные радиусы – 3мм ± 1мм

Неуказанные штамповочные уклоны:

наружные – 7°;

внутренние – 10°;

2.4 Расчет режимов резания, определение сил резания, проверка оборудования по мощности

Для примера аналитического расчета режимов резания принимаются следующие операции: 005, 010, 035.

Расчет режимов резания для операции 005.

Расчет производится по [6].

Глубина резания определяется как полуразность между диаметром детали до обработки и диаметром, полученным в процессе обработки по формуле

$$t = \frac{2Ш^0 - 2Ш^{5(2)}}{2}, \quad (2.1)$$

где t – глубина резания, мм.

$$t = \frac{80 - 77,4}{2} = 1,3$$

Подача для чернового точения находится в пределах 0,1 – 0,5 мм /об. Принимается с учетом паспортных данных станка $S = 0,4$ мм /об. Скорость резания определяется по формуле

$$V = \frac{Cv}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot Kv, \quad (2.2)$$

где V – скорость резания, м./мин.;

$T = 60$ мин. – стойкость резца;

$Cv = 420$ – коэффициент, учитывающий условия обработки;

x, m, y – показатели степени, соответственно равны 0,2, 0,15, 0,2;

Kv – поправочный коэффициент, определяется по формуле

$$Kv = K_{nv} \cdot K_{iv} \cdot K_{\varphi v} \cdot K_{rv} \cdot K_{mv}, \quad (2.3)$$

где $K_{nv} = 1$ – коэффициент, учитывающий состояние поверхности;

$K_{iv} = 1$ – коэффициент, учитывающий материал инструмента;

$K_{\varphi v} = 0,7$ – коэффициент, учитывающий влияние главного угла в плане;

$K_{rv} = 0,94$ – коэффициент, учитывающий влияние радиуса при вершине резца;

					151900.2016.003.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		52

K_{mv} – коэффициент, учитывающий влияние материала заготовки, определяется по формуле

$$K_{mv} = \frac{75}{Gb} \quad (2.4)$$

Подставляя значения, имеем:

$$K_{mv} = 1,595;$$

$$K_v = 1 \cdot 1 \cdot 0,7 \cdot 0,94 \cdot 1,595 = 0,73;$$

$$V = \frac{420}{60^{0,2} \cdot 1,3^{0,15} \cdot 0,4^{0,2}} \cdot 0,73 = \frac{420}{2,26 \cdot 1,04 \cdot 0,83} \cdot 0,73 = 88,2$$

Частота вращения шпинделя выражается из скорости резания по формуле

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d} \quad (2.5)$$

где n – частота вращения шпинделя, об./мин.;
 d – диаметр обрабатываемой поверхности, мм.

$$n = \frac{1000 \cdot 88,2}{3,14 \cdot 77,4} = 362,9$$

Принимается частота вращения шпинделя в соответствии с паспортными данными станка $n = 250$ об./мин.

По принятой частоте корректируется скорость резания

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 77,4 \cdot 250}{1000} = 88$$

Радиальная составляющая силы резания определяется по формуле

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p \quad (2.6)$$

где P_z – радиальная составляющая силы резания, Н;

$C_p = 300$ – коэффициент, учитывающий условия обработки;

x, n, y – показатели степени, соответственно равны 1, -0,15, 0,75;

K_p – поправочный коэффициент, определяется по формуле

$$K_p = K_{tp} \cdot K_{\varphi p} \cdot K_{\lambda p} \cdot K_{\gamma p} \cdot K_{r p} \quad (2.7)$$

				151900.2016.003.000 ПЗ		Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	53	

где $K_{mp} = 1,595$ – коэффициент, учитывающий влияние материала заготовки;
 $K_{\varphi p} = 0,89$ – коэффициент, учитывающий влияние угла в плане;
 $K_{\lambda p} = 1$ – коэффициент, учитывающий влияние угла наклона режущей кромки;
 $K_{\gamma p} = 1$ – коэффициент, учитывающий влияние переднего угла;
 $K_{rp} = 0,93$ – коэффициент, учитывающий влияние радиуса при вершине резца.

Подставляя значения, имеем:

$$K_p = 1,595 \cdot 0,89 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,93 = 1,32;$$

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 1,3 \cdot 0,4^{0,75} \cdot 88^{-0,15} \cdot 1,32 = 18,1.$$

Мощность резания определяется по формуле

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60}, \quad (2.8)$$

где N – мощность резания, кВт.

$$N = \frac{18,1 \cdot 88}{1020 \cdot 60} = 0,03.$$

Расчет режимов резания для операции 010.

Глубина резания определяется как полуразность между диаметром детали до обработки и диаметром, полученным в процессе обработки по формуле

$$t = \frac{2\text{Ш}^0 - 2\text{Ш}^{10(2)}}{2}$$

где t – глубина резания, мм.

$$t = \frac{105,4 - 102,2}{2} = 1,6$$

Подача для чернового точения находится в пределах 0,1–0,5 мм /об. Принимается с учетом паспортных данных станка $S = 0,4$ мм /об.

Скорость резания определяется по формуле

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v$$

где V – скорость резания, м./мин.;

$T = 60$ мин. – стойкость резца;

					151900.2016.003.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		54

$C_v = 420$ – коэффициент, учитывающий условия обработки;
 x, m, y – показатели степени, соответственно равны 0,2, 0,15, 0,2;
 K_v – поправочный коэффициент, определяется по формуле

$$K_v = K_{nv} \cdot K_{iv} \cdot K_{\varphi v} \cdot K_{rv} \cdot K_{mv}, \quad (2.3)$$

где $K_{nv} = 1$ – коэффициент, учитывающий состояние поверхности;
 $K_{iv} = 1$ – коэффициент, учитывающий материал инструмента;
 $K_{\varphi v} = 0,7$ – коэффициент, учитывающий влияние главного угла в плане;
 $K_{rv} = 0,94$ – коэффициент, учитывающий влияние радиуса при вершине реза;
 K_{mv} – коэффициент, учитывающий влияние материала заготовки, определяется по формуле

$$K_{mv} = \frac{75}{Gb}$$

Подставляя значения, имеем:

$$K_{mv} = 1,595;$$

$$K_v = 1 \cdot 1 \cdot 0,7 \cdot 0,94 \cdot 1,595 = 0,73;$$

$$V = \frac{420}{60^{0,2} \cdot 1,6^{0,15} \cdot 0,4^{0,2}} \cdot 0,73 = \frac{420}{2,26 \cdot 0,873 \cdot 0,63} \cdot 0,73 = 217,9.$$

Частота вращения шпинделя выражается из скорости резания по формуле

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot d},$$

где n – частота вращения шпинделя, об./мин.;
 d – диаметр обрабатываемой поверхности, мм.

$$n = \frac{1000 \cdot 217,9}{3,14 \cdot 102,2} = 422,5.$$

Принимается частота вращения шпинделя в соответствии с паспортными данными станка $n = 250$ об/мин.

По принятой частоте корректируется скорость резания

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 102,2 \cdot 250}{1000} = 85.$$

					151900.2016.003.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		55

Радиальная составляющая силы резания определяется по формуле

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p,$$

где P_z – радиальная составляющая силы резания, Н;

$C_p = 300$ – коэффициент, учитывающий условия обработки;

x, n, y – показатели степени, соответственно равны 1, -0,15, 0,75;

K_p – поправочный коэффициент, определяется по формуле

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

где $K_{mp} = 1,595$ – коэффициент, учитывающий влияние материала заготовки;

$K_{\varphi p} = 0,89$ – коэффициент, учитывающий влияние угла в плане;

$K_{\lambda p} = 1$ – коэффициент, учитывающий влияние угла наклона режущей кромки;

$K_{\gamma p} = 1$ – коэффициент, учитывающий влияние переднего угла;

$K_{r_p} = 0,93$ – коэффициент, учитывающий влияние радиуса при вершине резца;

Подставляя значения, имеем:

$$K_p = 1,595 \cdot 0,89 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,93 = 1,32,$$

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 1,6 \cdot 0,4^{0,75} \cdot 85^{-0,15} \cdot 1,32 = 15,3,$$

Мощность резания определяется по формуле

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60},$$

где N – мощность резания, кВт.

$$N = \frac{15,3 \cdot 85}{1020 \cdot 60} = 0,02$$

Расчет режимов резания для операции 035.

Сверление отверстия Ø6,5H14.

По нормативам выбираем сверло Ø6,5. Обработка с охлаждением.

Геометрические параметры режущей части сверла [7]:

Материал режущей части сверла – сталь P18;

Форма заточки одинарная с подточкой перемычки НП;

Угол наклона винтовой канавки $\omega=30^\circ$;

Угол при вершине сверла $2\varphi=118^\circ$;

Задний угол $\alpha=12^\circ$;

Угол наклона поперечной кромки $\psi=50^\circ$.

Выбираем подачу в пределах [4]: $S=0,15\div 0,2$ мм/об.

Поправочный коэффициент на подачу равняется [4]: $K_{os}=1$.

Подача принимается с учетом паспортных данных станка: $S=0,2$ мм/об.

Допустимая скорость резания определяется по формуле:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} \cdot K_v, \quad (2.9)$$

где $T=25$ мин. – стойкость резца;

$C_v = 7$ – коэффициент, учитывающий условия обработки;

q, m, y – показатели степени, соответственно равны 0,4, 0,7, 0,2;

K_v – поправочный коэффициент, определяется по формуле:

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{iv} \cdot K_{lv}, \quad (2.10)$$

где $K_{mv} = 0,8$ – коэффициент, учитывающий влияние материала заготовки;

$K_{iv} = 1$ – коэффициент, учитывающий материал инструмента;

Подставляя значения, имеем:

$$K_v = 0,8 \cdot 1 \cdot 1 = 0,8,$$

$$V = \frac{7 \cdot 6,5^{0,4}}{25^{0,2} \cdot 0,2^{0,7}} \cdot 0,8 = 19,4 \frac{\text{м}}{\text{мин}}.$$

Частота вращения шпинделя определяется по формуле:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D},$$

где D – диаметр отверстия, мм.

$$n = \frac{1000 \cdot 19,4}{3,14 \cdot 6,5} = 951 \frac{\text{об}}{\text{мин}}.$$

Принимаем частоту вращения шпинделя в соответствии с паспортными данными станка $n=840$ об/мин.

Определяем действительную скорость резания по формуле:

					151900.2016.003.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		57

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000},$$

$$V = \frac{3,14 \cdot 6,5 \cdot 840}{1000} = 17 \frac{\text{м}}{\text{мин}}.$$

Осевая сила резания при сверлении определяется по формуле [4]:

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

где $C_p = 68$ – коэффициент, учитывающий условия обработки;

q, y – показатели степени, соответственно равны 1, 0,7;

K_p – поправочный коэффициент, $K_p = K_{mp} = 0,8$;

K_{mp} – коэффициент, учитывающий влияние материала заготовки. *

Подставляя значения, имеем:

$$P_o = 10 \cdot 68 \cdot 6,5^1 \cdot 0,2^{0,7} \cdot 0,8 = 3569 \text{ Н},$$

$$P_o < [P] = 15000 \text{ Н}.$$

Крутящий момент определяется по формуле [5]:

$$M_{кр} = 10 \cdot C_m \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p \quad (2.11)$$

где $C_m = 0,0345$ – коэффициент, учитывающий условия обработки;

q, y – показатели степени, соответственно равны 2,0, 0,8;

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,0345 \cdot 6,5^2 \cdot 0,2^{0,8} \cdot 0,8 = 3,3 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

$$M_{кр} \leq [M_{кр}] = 400 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Мощность резания определяется по формуле:

$$N_c = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750}; \quad (2.12)$$

$$N_c = \frac{3,3 \cdot 840}{9750} = 0,3 \text{ кВт}.$$

$$N_c < [N_c] = 4 \text{ кВт}.$$

Результаты расчетов режимов резания для остальных операций сводим в таблицу 2.4

										Лист
										58
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	151900.2016.003.000 ПЗ					

Таблица 2.4 – Режимы резания

№ операции и позиции	D, мм	L, мм	t, мм	i	S, мм/об	n, об/мин	V, м/мин
1	2	3	4	5	6	7	8
005(1)	80	19	1,5	1	0,4	475	119
005(2)	105,4	83	1,3	1	0,4	265	88
005(3)	56	30	1,8	1	0,2	475	84
005(4)	60,4	23	2,2	1	0,2	475	90
005(5)	63,3	8	1,45	1	0,2	475	94
010(1)	105,4	31	2,4	1	0,4	275	88
010(2)	102,2	20	1,6	1	0,4	275	85
010(3)	54,4	56	1	1	0,2	475	81
015(1)	77,4	11	1,22	1	0,2	500	121
015(2)	102,2	82	0,5	1	0,2	350	112
015(3)	102,2	82	0,1	1	0,1	350	112
015(4)	61,8	31	0,8	1	0,2	500	97
015(5)	64,731	31	0,15	1	0,1	500	94
020(1)	100,5	40	0,8	1	0,2	300	95
020(2)	100,5	28	0,5	1	0,2	300	95
020(3)	55	53	0,3	1	0,2	500	86
020(4)	55,3	53	0,15	1	0,1	500	86
025(2)	100,5	82	0,25	1	0,1	350	110
025(3)	64,7	3	3	1	0,1	350	71
025(4)	59,5	21	0,9	1	0,1	350	65
025(5)	58	10	0,2	1	0,05	350	64
025(6)	72	4	6	1	0,1	350	79
025(7)	71,5	4	7,3	2	0,15	350	79
025(8)	72	4	0,25	1	0,1	350	79
025(9)	64	17	1,5	1	1,5	100	20
030(1)	100	38	0,2	1	0,1	350	110
030(2)	55,5	52	0,1	1	0,1	500	87
030(3)	65,8	8	3,85	1	0,15	350	72
030(4)	66	8	0,1	1	0,1	350	73
030(5)	58,8	4	3,78	1	0,15	350	65
030(5)	58,8	4	3,78	1	0,15	350	65
030(6)	59	4	0,11	1	0,1	350	65
035(1)	6,5	13	3,25	1	0,2	840	17
035(2)	5,8	13	2,9	1	0,2	840	15
040	3	13	1,5	144	0,15	1000	9
045(1)	10	11	9,4	4	50	900	28
045(2)	10	11	0,3	4	50	900	28

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

151900.2016.003.000 ПЗ

Лист

59

2.5 Нормирование технологических операций

Для примера нормирования принимаются следующие операции: 005, 010, 035.

Расчет норм времени для операции 005.

Основное время на операцию определяется по формуле

$$t_0 = \frac{L}{n \cdot S}, \quad (2.13)$$

где t_0 – основное время на операцию, мин.;

L – величина перемещения инструмента, определяется по формуле

$$L = l + l_{вр} + \Delta, \quad (2.14)$$

где $l = 64$ – величина обрабатываемой поверхности детали, мм.;

$l_{вр} = 1,5$ – величина врезания, мм.;

$\Delta = 0$ – величина перебега.

Подставляя значения, имеем:

$$L = 64 + 1,5 + 0 = 65,5,$$

$$t_0 = \frac{65,5}{250 \cdot 0,4} = 1,52.$$

Штучное время на деталь определяется по формуле

$$T_{шт} = (t_0 + t_{в} \cdot K_{ТВ}) \cdot \left(1 + \frac{a_{отд} + a_{обсл}}{100\%}\right), \quad (2.15)$$

где $T_{шт}$ – штучное время на деталь, мин.;

$K_{ТВ} = 1,15$ – коэффициент, учитывающий тип производства;

$a_{отд} = 4$ – процент времени рабочего, затрачиваемого на отдых;

$a_{обсл} = 4$ – процент времени рабочего, затрачиваемого на обслуживание рабочего места;

$t_{в}$ – вспомогательное время на операцию, определяется по формуле

$$t_{в} = t_{ву} + t_{вп} + t_{вщ} + t_{вш}, \quad (2.16)$$

где $t_{ву} = 0,3$ мин. – вспомогательное время на установку и снятие детали, при закреплении в патроне;

$t_{вп} = 0,35$ мин. – вспомогательное время, связанное с переходом;

$t_{вщ} = 0,5$ мин. – время на закрытие и открытие щитка ограждения;

$t_{вш} = 0,1$ мин. – время на включение и выключение шпинделя.

Подставляя значения, имеем:

					151900.2016.003.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		60

$$t_{в} = 0,3 + 0,35 + 0,5 + 0,17 = 1,32;$$

$$T_{шт} = (1,52 + 1,32 \cdot 1,15) \cdot \left(1 + \frac{4\% + 4\%}{100\%}\right) = 3,07.$$

Расчет норм времени на операцию 010.

Основное время на операцию определяется по формуле

$$t_0 = \frac{L}{n \cdot S},$$

где t_0 – основное время на операцию, мин.;

L – величина перемещения инструмента, определяется по формуле

$$L = l + l_{вр} + \Delta,$$

где $l = 14$ – величина обрабатываемой поверхности детали, мм.;

$l_{вр} = 1,5$ – величина врезания, мм.;

$\Delta = 1,5$ – величина перебега.

Подставляя значения, имеем:

$$L = 14 + 1,5 + 1,5 = 20$$

$$t_0 = \frac{20}{250 \cdot 0,4}$$

Штучное время на деталь определяется по формуле

$$T_{шт} = (t_0 + t_{в} \cdot K_{тв}) \cdot \left(1 + \frac{a_{отд} + a_{обсл}}{100\%}\right)$$

где $T_{шт}$ – штучное время на деталь, мин.;

$K_{тв}$ – коэффициент, учитывающий тип производства, $K_{тв} = 1,15$;

$a_{отд} = 4$ – процент времени рабочего, затрачиваемого на отдых, %;

$a_{обсл} = 4$ – процент времени рабочего, затрачиваемого на обслуживание рабочего места, %;

$t_{в}$ – вспомогательное время на операцию, определяется по формуле

$$t_{в} = t_{ву} + t_{вп} + t_{вщ},$$

где $t_{ву}$ – вспомогательное время на установку и снятие детали, при закреплении в патроне $t_{ву} = 0,3$ мин.;

										Лист
										61
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	151900.2016.003.000 ПЗ					

$t_{вп}$ – вспомогательное время, связанное с переходом; $t_{вп} = 0,35$ мин;
 $t_{вщ}$ – время на закрытие и открытие щитка ограждения; $t_{вщ} = 0,03$ мин;

Подставляя значения, имеем:
 $t_{в} = 0,3 + 0,35 + 0,06 = 0,69$,

$$T_{шт} = (1,05 + 0,69 \cdot 1,15) \cdot \left(1 + \frac{4\% + 4\%}{100\%}\right) = 1,93.$$

Расчет норм времени на операцию 035.

Основное время на операцию для сверления отверстия $\varnothing 6,5H14$ определяется по формуле:

$$t_0 = \frac{L}{n \cdot S} \cdot i,$$

где S – подача, $S = 0,2$ мм/мин;

n – частота вращения шпинделя, $n = 840$ об/мин;

i – число проходов, $i = 1$;

L – длина пути инструмента, определяется по формуле:

$$L = l + l_1 + l_2, \quad (1.17)$$

где l – длина обрабатываемой поверхности, $l = 11$ мм;

l_1 – величина врезания инструмента, $l_1 = 2,5$ мм;

l_2 – величина перебега инструмента, выбирается в пределах от 1 до 5 мм.

Величина врезания зависит от геометрических форм инструмента и размеров обрабатываемой поверхности, $l_2 = 3$ мм. Подставляя значения, имеем:

$$L = 11 + 2,5 + 3 = 16,5 \text{ мм},$$

$$t_0 = \frac{16,5}{0,2 \cdot 840} \cdot 1 = 0,1 \text{ мин.}$$

Аналогично для сверления отверстия $\varnothing 5,8H14$:

$$L = 11 + 2,5 + 3 = 16,5 \text{ мм},$$

$$t_0 = \frac{16,5}{0,2 \cdot 840} \cdot 1 = 0,1 \text{ мин.}$$

Основное время на операцию:

$$T_0 = T_{01} + T_{02} = 0,1 + 0,1 = 0,2$$

					151900.2016.003.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		62

Вспомогательное время на операцию определяется по формуле:

$$T_v = T_y + T_p, \quad (2.19)$$

где T_p – время, связанное с переходом, $T_p = 0,27$ мин;

T_y – время на установку и снятие детали включает в себя следующие приемы:

установка и снятие детали – 0,1 мин;

включение зажима – 0,04 мин;

уборка стружки – 0,06 мин.

$$T_v = 0,2 + 0,27 = 0,47 \text{ мин.}$$

Штучное время на операцию определяется по формуле:

$$T_{шт} = (t_0 + t_v \cdot K_{тв}) \cdot \left(1 + \frac{a_{отд} + a_{обсл}}{100\%}\right)$$

где $a_{отд}$ – процент времени рабочего, затрачиваемого на отдых, $a_{отд} = 4\%$;

$a_{обсл}$ – процент времени рабочего, затрачиваемого на обслуживание рабочего места, $a_{обсл} = 4\%$.

Подставляя значения, имеем:

$$T_{шт} = (0,2 + 0,47) \cdot \left(1 + \frac{4\% + 4\%}{100\%}\right) = 0,67 \cdot 1,08 = 0,73 \text{ мин}$$

Подготовительно-заключительное время определяется временем, затраченным на ознакомление с работой и чертежом – 2 мин, на получение инструмента и приспособления – 7 мин, на получение наряда и чертежа – 2 мин, на настройку инструментов и режимов резания – 5 мин.

$$T_{п.з.} = 2 + 7 + 2 + 5 = 16 \text{ мин.}$$

Для остальных операций нормы времени определяются в соответствии с таблицей 2.5

Таблица 2.5–Нормы времени в минутах

№ операции	T_0	T_v	$T_{п.з.}$	$T_{шт}$
1	2	3	4	5
005	1,52	0,32	21	3,01
010	1,05	0,69	19	1,88
015	4,59	1,64	20	7,16
020	2,73	0,83	20	4,09
025	4,25	2,95	25	8,28

Окончание таблицы 2.5

030	2,7	2,31	24	5,76
035	0,2	0,47	16	0,73
040	12,5	13,7	16	28,3
045	1,32	0,9	16	2,6

Выводы по разделу два

В данном разделе был произведен анализ технологичности детали, разработан предполагаемый технологический процесс, размерный анализ. Были рассчитаны режимы резания и пронормированы технологические операции.

					151900.2016.003.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		64

3. КОНСТРУКТОРСКИЙ РАЗДЕЛ

3.1 Проектирование зажимного приспособления для обработки детали на токарной операции

3.1.1 Разработка теоретической схемы базирования

Базирование детали на 015 токарной операции проводим по внутреннему диаметру $\varnothing 54,4^{(+0,3)}$ и торцу детали. Т.к. $D > L$ – база центрирующая (3 опорные точки)
Схема базирования приведена в соответствии с рисунком 3.1.

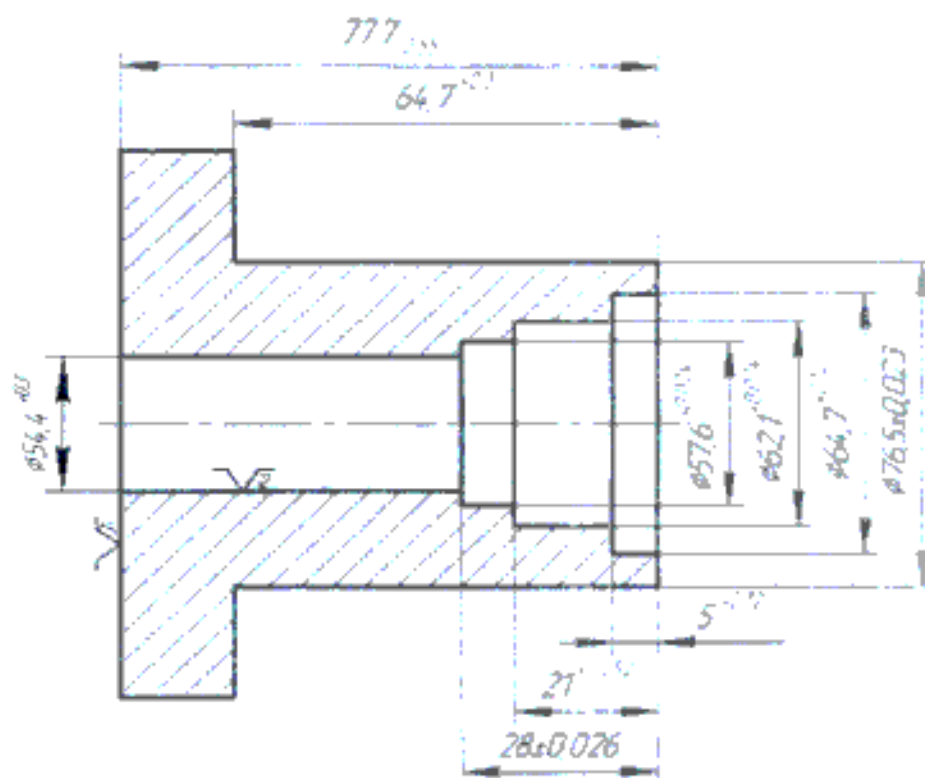


Рисунок 3.1 – Теоретическая схема базирования

3.1.2 Проектирование схемы приспособления

Для обработки детали на 015 токарной операции проектируем приспособление в соответствии с рисунком 3.2. Для закрепления детали по внутреннему диаметру $\varnothing 54,4^{(+0,3)}$ используются два пакета пластинчатых пружин 6 насаженных на втулку 8 и разделенных распорными кольцами 7. Сила зажима, развиваемая пружинами, одинакова во всех направлениях. Приспособление работает от пневмопривода 1. Тяга 2, через ползун 3 и винт 10, передает усилие на втулку 9, оснащенную тремя скосами для передвижения по ним плунжеров с шариками. Далее усилие зажима через пружины поджимает деталь к упорам 5, закрепленных в корпусе 4, имеющем внутреннюю конусную поверхность для закрепления в шпинделе станка.

					151900.2016.003.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		65

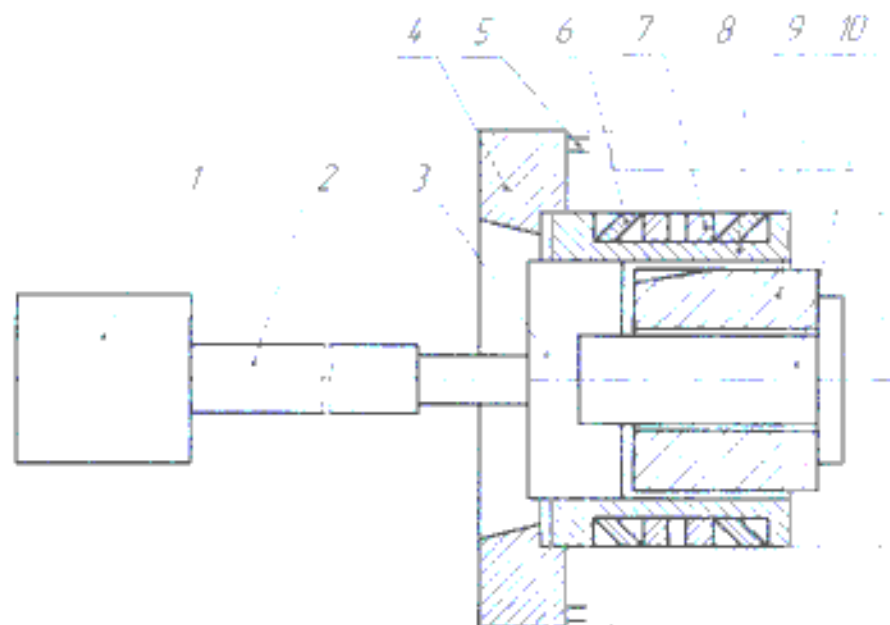


Рисунок 3.2 – Схема токарного приспособления

2.1.3 Силовой кинематический прочностной расчет

Расчет проводим в соответствии с рисунком 3.3. Зажим детали в приспособлении осуществляется с помощью пневматики.

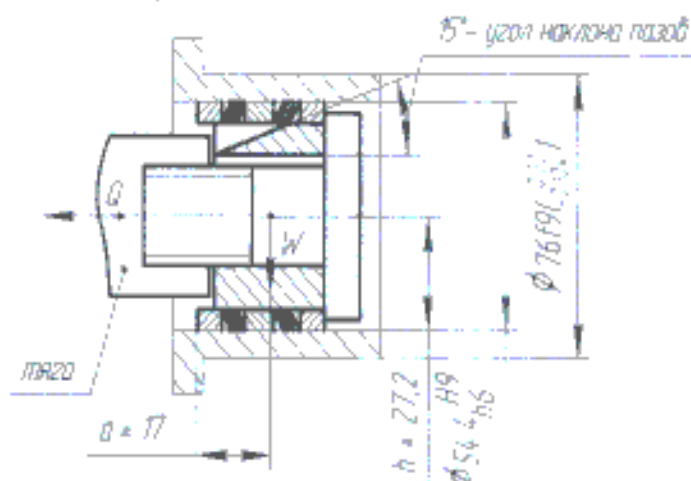


Рисунок 3.3 – Расчетная схема сил, действующих при закреплении

Находим потребную силу зажима[9]:

$$W_{\Pi} = \frac{K_1 \cdot P_z \cdot R_0}{f \cdot R}, \quad (3.1)$$

где $K_1 = 1,2 \dots 1,4$ – коэффициент запаса;

$R_0 = 38$ мм. – обрабатываемый радиус;

$R = 27,2$ мм. – радиус зажатого конца детали;

P_z – сила резания, определяется по формуле:

$$P_z = C_{pz} \cdot t^{x_{pz}} \cdot S^{y_{pz}} \cdot V^n \cdot K_p, \quad (3.2)$$

где $C_{pz} = 300$ – коэффициент, учитывающий условия обработки;
 $t = 1,75$ мм. – глубина резания;
 x_{pz}, y_{pz}, n – показатели степени, соответственно равны 1, 0,75, -0,15;
 $K_p = 0,95$ – поправочный коэффициент.

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 0,1^1 \cdot 0,1^{0,75} \cdot 112^{-0,15} \cdot 0,95 = 23,7 \text{ Н},$$

$$W_{\Pi} = \frac{1,3 \cdot 23,7 \cdot 38}{0,2 \cdot 27,2} = 215 \text{ Н}.$$

Исходная сила на штоке пневмоцилиндра определяется по формуле[5]:

$$Q = \frac{\pi \cdot (D - d)^2}{4} \cdot p, \quad (3.3)$$

где D – диаметр поршня, $D = 100$ мм;
 d – диаметр штока, $d = 20$ мм;
 p – давление воздуха в сети, $p = 4 \text{ кг} / \text{см}^2$.

$$Q = \frac{3,14 \cdot (10 - 2)^2}{4} \cdot 4 = 2010 \text{ Н}.$$

Действительная сила зажима определяется по формуле:

$$W_1 = Q \cdot \frac{h}{a}; \quad (3.4)$$

$$W_1 = 2010 \cdot \frac{27,2}{17} = 3216 \text{ Н}.$$

Должно быть выполнено условие:

$$W_{\Pi} \leq W_1; \quad (3.5)$$

$$215 \text{ Н} < 3216 \text{ Н}.$$

Условие выполнено, значит, зажим детали будет надежным и прочным.

2.1.4 Компоновка зажимного приспособления

В соответствии с рисунком 3.4 работа зажимного приспособления проводится следующим образом: тяга 2 при включении пневматики передвигается влево и че-

					151900.2016.003.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		67

рез винт 7 передает усилие на втулку 6. Последняя, благодаря наличию в ней трех скосов, раздвигает в радиальном направлении три плунжера 5, которые давят на шарики 4, а последние – на распорные кольца 3; происходит деформирование пластинчатых пружин 8 и закрепление обрабатываемой детали.

Шарики 4, расположенные по окружности под углом 120°, не касаются стенок отверстия под плунжеры и могут свободно перемещаться в сторону какого-либо пакета. Для удешевления изготовления приспособления втулка 6 имеет некоторый зазор в сопряжении с втулкой 9, а также зазор в сопряжении с винтом 7 и может смещаться в поперечном направлении. Это обстоятельство исключает необходимость строго выдерживать длину плунжеров 5 и размеры скосов распорных колец 3; одновременно допускается некоторая неперпендикулярность торцов этих распорных колец.

2.1.5 Расчет приспособления на точность

В токарном приспособлении при установке на станке должны проверить с помощью индикатора биение колец (базовый элемент) на чертеже биение должно быть не более 0,02 мм. Условие обеспечения заданной точности получаемого размера $\varnothing 76f9 \begin{matrix} -0,03 \\ -0,104 \end{matrix}$ [6]

$$\epsilon_y \leq \frac{1}{3} \cdot \delta, \quad (3.6)$$

где ϵ_y - погрешность установки;

В нашем приспособлении $\epsilon_y = 0,02$ мм. Условие точности выполнено, если полученная погрешность ϵ_y составляет не более 1/3 от допуска:

$$\frac{1}{3} \cdot \delta = \frac{0,074 \cdot 30\%}{100\%} = 0,0222 \text{ мм};$$

$$0,02 \text{ мм} < 0,0222 \text{ мм}.$$

Условие выполняется, значит точность приспособления обеспечена.

3.2 Проектирование контрольного приспособления для замера торцевого биения

3.2.1 Разработка схемы контроля

Приспособление предназначено для контроля биения торца втулки относительно наружного диаметра $\varnothing 76f9$.

При базировании на призму ось втулки проходит через ось призмы, то есть конструкторская база совпадает с установочной базой. Базирование детали производим в соответствии с рисунком 3.5.

										Лист
										68
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	151900.2016.003.000 ПЗ					

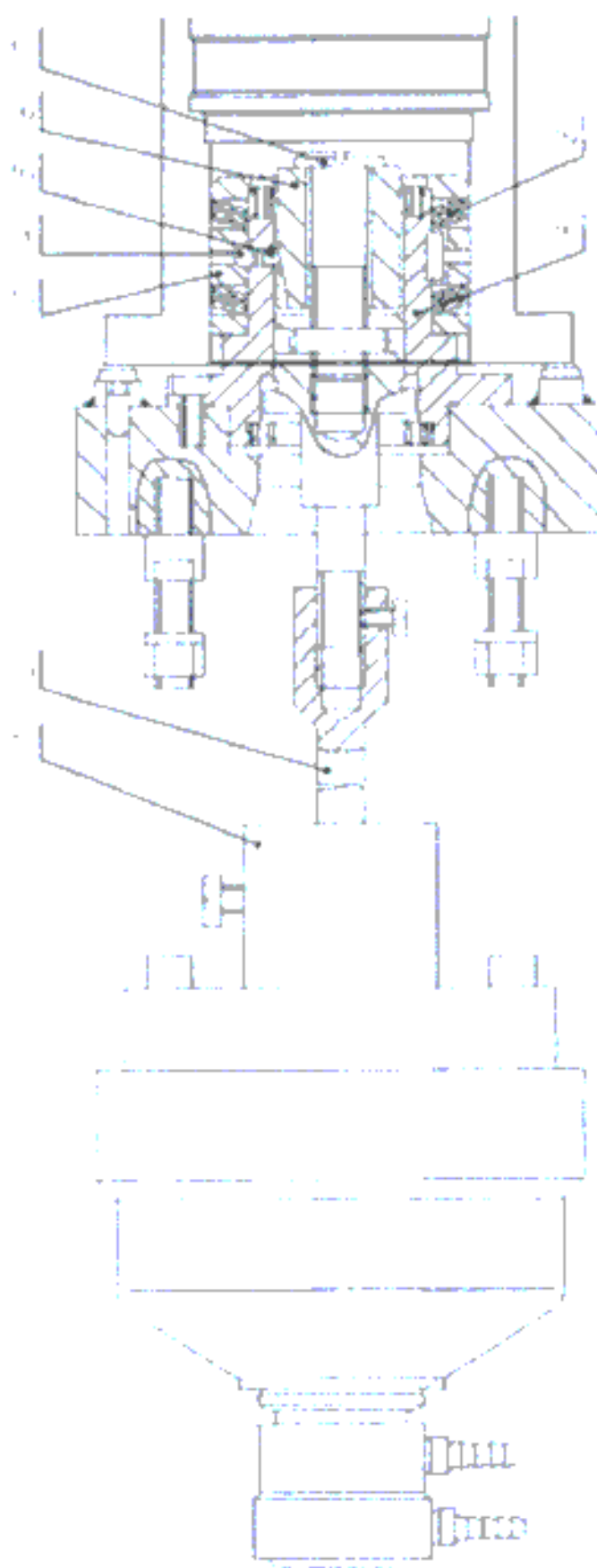


Рисунок 3.4 – Приспособление токарное

					151900.2016.003.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		69

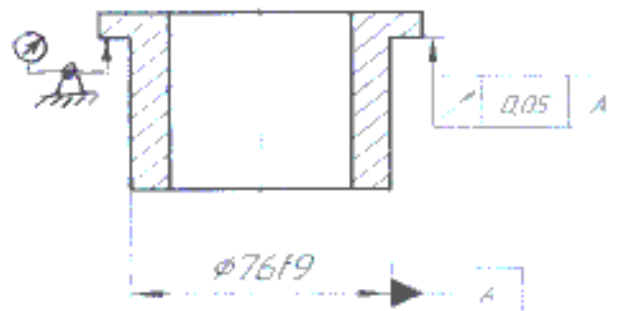


Рисунок 3.5 – Схема контролируемых отклонений

3.2.2 Разработка схемы приспособления

Закрепление детали «Втулка» для проведения замера производится в соответствии с рисунком 3.6.

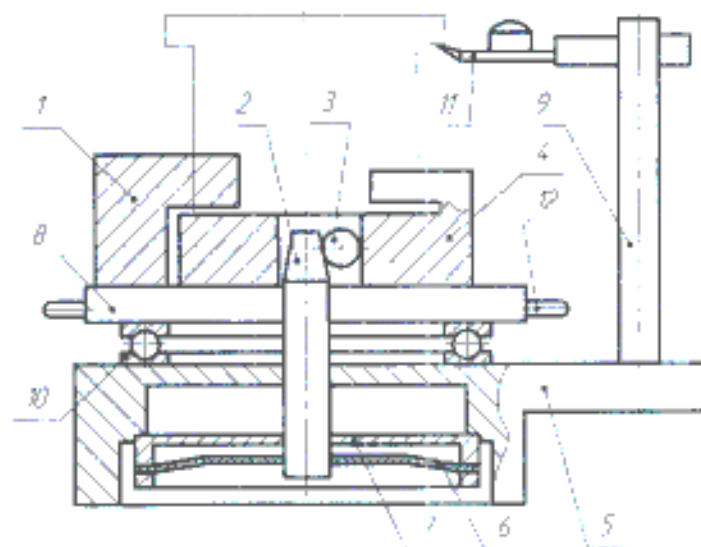


Рисунок 3.6 – Схема приспособления

Опора 5 оснащена встроенной пневмокамерой 7. При подаче воздуха в верхнюю часть пневматической камеры, усилие зажима, через мембрану 6, передается на шток 2, далее, через ролик 3, прижиму 4 и призме 1, которые закреплены на планшайбе 8. Деталь закрепляется в приспособлении. Далее поворот планшайбы 8, оснащенной ручками 12, относительно опоры 5 осуществляется с помощью упорных подшипников 10. Деталь вращается, к торцу подводится индикатор 11, закрепленный на стойке 9, которая в свою очередь закреплена в опоре 5.

3.2.3 Компоновка приспособления

Компоновку приспособления производим в соответствии с рисунком 3.7. Зажим детали осуществляется с помощью встроенной пневмокамеры. При подаче воздуха в верхнюю часть пневмокамеры, мембрана 17 вместе со штоком 4 опускается вниз. Ролик 5, прижимаясь все время к скосу штока за счет пружины 2, двигает прижим 6 влево и зажимает контролируемую деталь в неподвижной призме 1.

Для того чтобы снять деталь, нужно чтобы прижим 6 отодвинулся вправо. Для этого давление воздуха из пневмокамеры сбрасывается через штуцер 31 и шток 4 идет вверх, отодвигая прижим 6 вправо.

Наконечник индикатора 54 устанавливаем на торец детали с натягом (0,5 мм), так как стрелка от нуля может отклониться и вправо и влево.

Вращая деталь, снимаем показания индикатора ИРБ, цена деления которого 0,01 мм.

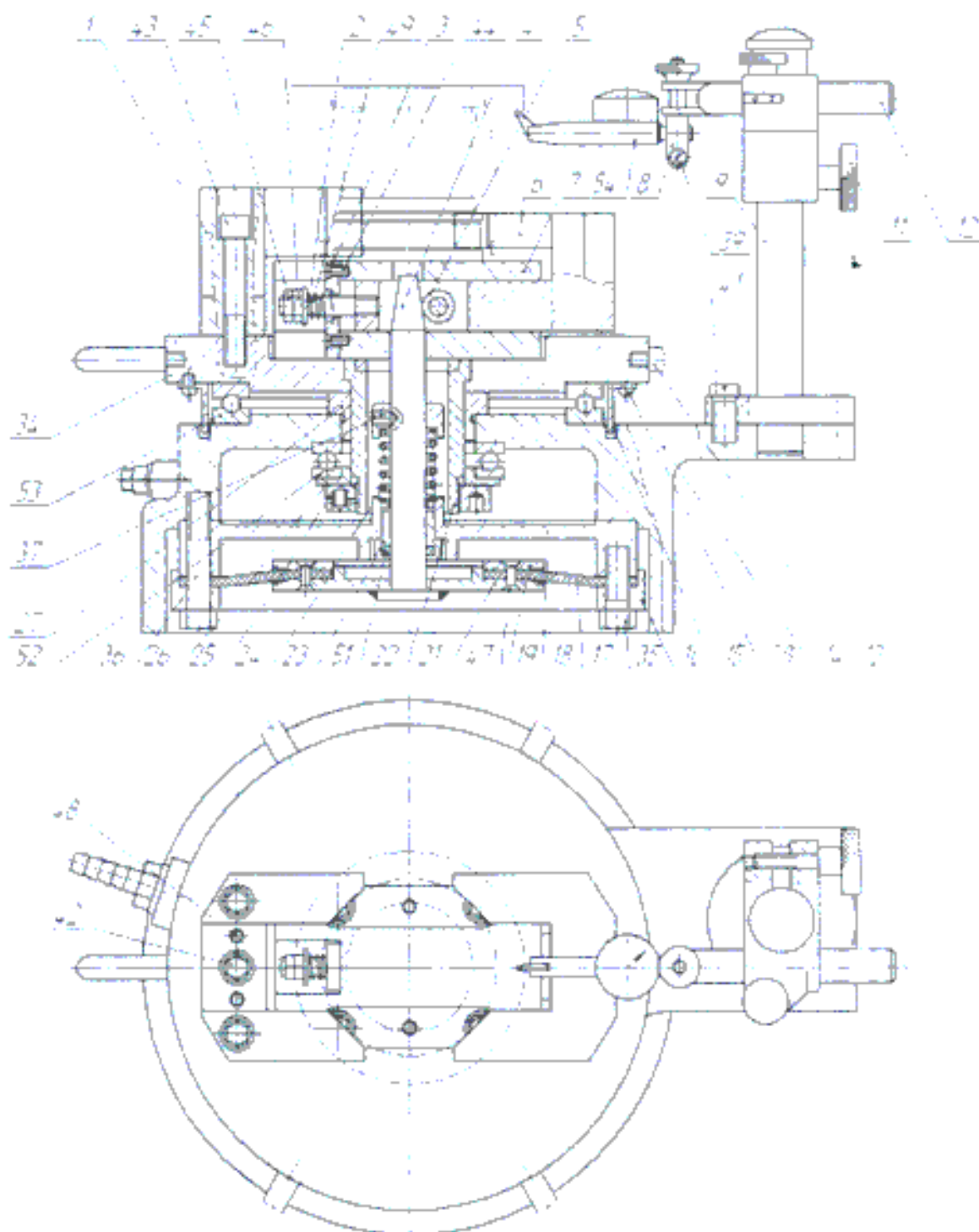


Рисунок 3.7 – Приспособление для контроля торцового биения

3.2.4 Расчет приспособления на точность

Суммарная погрешность вычисляется по формуле:

$$\Delta = \sqrt{\Delta_y^2 + \Delta_{\text{п}}^2 + \Delta_{\text{инд}}^2}, \quad (3.14)$$

$$\Delta = 0,007 \text{ мм.}$$

Погрешность измерения складывается из:

- 1) погрешности базирования на призму (сюда входит погрешность установки призмы на установочную плиту $\Delta_y = 0,005$ мм, погрешность базирования установочной плиты в подшипниках $\Delta_{\text{п}} = 0,003$ мм);
- 2) погрешности индикатора $\Delta_{\text{инд}} = 0,003$ мм.

Условие выполняется, если полученная суммарная погрешность составляет не более 30% от биения на чертеже детали (допуск биения $\delta = 0,05$ мм).

$$\frac{1}{3} \cdot \delta = \frac{0,05 \cdot 30\%}{100\%} = 0,015 \text{ мм.}$$

У нас получается:

$$0,007 \leq 0,015 \text{ мм.}$$

Условие выполнено, значит, контрольное приспособление работоспособно.

3.3 Проектирование головки резьбонарезной

Головка резьбонарезная КБ4 предназначена для нарезания резьбы на поверхности детали $\text{Ø}64$. [11]

Головка резьбонарезная будет иметь сборную конструкцию, ее режущими элементами будут являться плоские плашки.

Диапазон нарезаемой резьбы настраивается в пределах 64–76 мм.

Компоновка головки представлена в соответствии с рисунком 3.8.

Плоские плашки 1 с наклонным основанием и Г-образным замковым выступом устанавливаются в передних пазах корпуса 11 головки, с упором на наклонные поверхности опорного стержня 16 и соединяют с ним при помощи Г-образных выступов. Плашки направляются боковыми стенками точно обработанных пазов корпуса.

Необходимый диаметр нарезаемой резьбы устанавливают по эталону, калибровочному кольцу или микрометру и регулируют путем осевого перемещения опорного стержня. Для регулирования необходимо отверткой вывернуть пробку 15, предохраняющую механизм головки от стружки. Через отверстие в крышке стопорный винт 2 отвертывают специальным шестигранным ключом до отказа, затем ключом, пропущенным через стопорный винт в шестигранное отверстие регулировочного винта 4, поворачивается регулировочный винт. При помощи

					151900.2016.003.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		72

штифта 6 регулировочный винт соединяется с сердечником 9, который в свою очередь пальцем 7 жестко связан с корпусом 11, поэтому при поворачивании регулировочного винта опорный стержень 16 перемещается вправо или влево. Установленный размер фиксируется стопорным винтом 2.

Нужную длину нарезаемого отверстия устанавливают при помощи упорного кольца 3, стержней 13 и винтов 19. Отвернув несколько винты 19, освобождают стержни 13 и устанавливают кольцо 3 на требуемую длину, затем стержни 13 снова фиксируют винтами 19.

При автоматическом выключении в момент окончания нарезания резьбы упорное кольцо 3, дойдя до торца нарезаемой детали, останавливается, вместе с ним остановится и кольцо 12. Плашки же, увлекаемые нарезаемой деталью вместе с корпусом и всеми жестко связанными с ним деталями, продолжают перемещаться. Ролик 8, скользя по наклонным пазам корпуса, заставляет немного повернуться кольцо 12, в результате чего палец 6 соскакивает с прямолинейных участков корпуса и попадает в наклонный паз. Пружина 5, получив свободу действия, оттягивает вправо сердечник 9, регулировочный винт 4 и опорный стержень 16. Наклонные плоскости опорного стержня заставят гребенки сойтись, и головка выключается.

Выводы по разделу три

В данном разделе были рассчитаны и спроектированы: резьбонарезная головка, зажимное приспособление для токарной операции, приспособления для контроля торцового биения.

					151900.2016.003.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		73

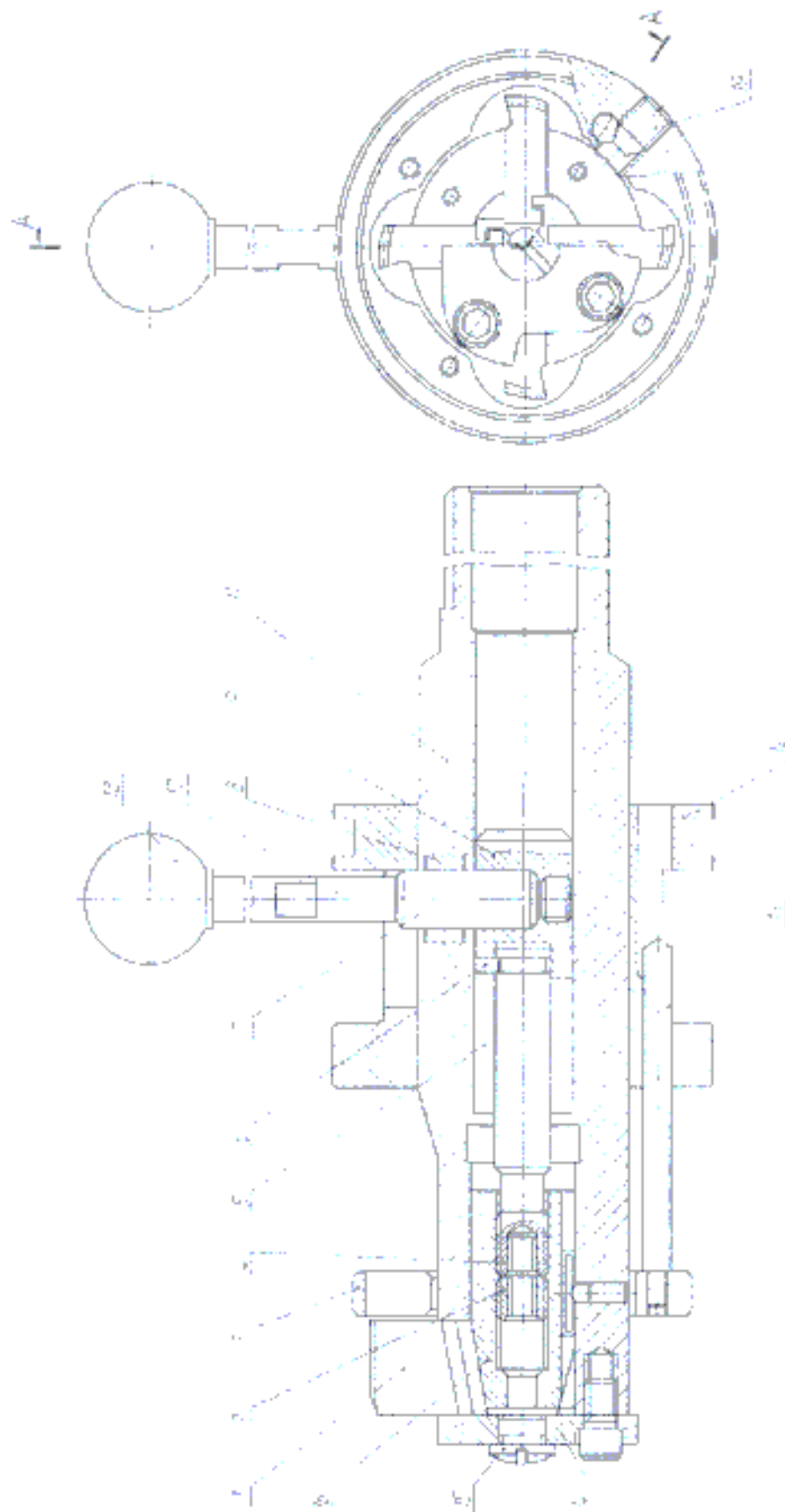


Рисунок 3.8 – Головка резьбонарезная

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	151900.2016.003.000 ПЗ	Лист
						74

4 СТРОИТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ

4.1 Исходные данные для расчета

Расчеты ведутся по методике [13].

Исходные данные:

Деталь представитель – Втулка.

Масса детали – 0,93 кг.

Масса заготовки – 1,31 кг.

Производство – Мелкосерийное.

Остальные исходные данные для расчёта сведены в таблицу 4.1

Таблица 4.1 – Данные для расчета

№ опер.	Наименование операции	Модель станка	Нормы времени			
			T _о	T _в	T _{шт}	T _{плз}
005	Токарная	1341	2,57	1,01	4,89	40
010	Токарная с ЧПУ	16K20Ф3С5	7,32	2,47	11,25	40
015	Токарная с ЧПУ	СТП-220	6,95	5,26	14,04	49
020	Вертикально-сверлильная	2Н135	0,2	0,47	0,73	16
025	Сверлильная	НС-12	12,5	13,7	28,3	16
030	Фрезерная	FQS-400	1,32	0,9	2,6	16
035	Слесарная	Верстак	8,40	0,5	9,43	7

4.2 Определение годового приведенного выпуска детали – представителя.

Годовой приведённый выпуск деталей $N_{пр.}$, т.е. условное количество типовых деталей, трудоёмкость обработки которых равна трудоёмкости всех деталей, закрепленных за участком определяется исходя из производственной мощности участка и наиболее рационального использования оборудования по формуле

$$N_{пр} = \frac{F_d \cdot K_z \cdot 60}{T_{шт} (1 + \alpha)}, \quad (4.1)$$

где K_z – коэффициент загрузки оборудования, принимаем равным 0,8 – 0,85, что характеризует достаточно полное использование оборудования и наличие необходимого резерва времени; F_d – действительный годовой фонд работы оборудования, $F_d = 4015$ часов; $T_{шт}$ – норма штучного времени на ведущей операции для детали-представителя, $T_{шт} = 2,6$ мин;

$\alpha = 0,08$ – коэффициент допустимых потерь на переналадку.

$$N_{\text{пр}} = \frac{4015 \cdot 0,8 \cdot 60}{2,6(1 + 0,08)} = \frac{192720}{2,808} = 68632 \text{ шт.}$$

Принято $N_{\text{пр}} = 70000$ шт.

Годовой объём выпуска детали представителя $N_{\text{год}}$ определяется в пределах:

$$N_{\text{год}} = \frac{N_{\text{пр}}}{K_{\text{з.о. max}}} \dots \frac{N_{\text{пр}}}{K_{\text{з.о. min}}}, \quad (4.2)$$

где $K_{\text{зо}}$ – коэффициент закрепления операций (согласно ГОСТ 3.1108–74 для среднесерийного производства 11–20, для мелкосерийного 21–40).

где $K_{\text{зо}}$ – коэффициент закрепления операций (согласно ГОСТ 3.1108–74 для среднесерийного производства 11–20, для мелкосерийного 21–40).

$$N_{\text{год}} = \frac{70000}{40} \dots \frac{70000}{21} = 1750 \dots 3333 \text{ шт.}$$

Принято $N_{\text{год}} = 2000$ шт.

Количество наименований деталей обрабатываемых на участке, определяется по формуле:

$$m_{\text{д}} = \frac{N_{\text{пр}}}{N_{\text{год}}} = \frac{70000}{2000} = 35 \text{ шт.} \quad (4.3)$$

При планомерном течении года выпуска продукции и закрепления за каждым рабочим местом одной операции $K_{\text{зо}} = m_{\text{д}}$. В данном случае $m_{\text{д}} = 38$ шт находится в пределах величины $K_{\text{зо}} = 21 \dots 40$ для мелкосерийного производства, что соответствует заданию проекта.

Определение количества деталей в партии.

Минимальное число деталей в партии определяется по формуле:

$$n_{\text{д}} = \frac{T_{\text{пз}}}{T_{\text{оп}} \cdot \alpha}, \quad (4.4)$$

где $T_{\text{пз}} = 16$ – подготовительно–заключительное время на ведущей операции,

$$n_{\text{д}} = \frac{16}{2,6 \cdot 0,08} = 76,9$$

где $T_{\text{пз}} = 16$ – подготовительно–заключительное время на ведущей операции,

					151900.2016.003.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		76

Принимаем $n_d = 80$ шт.

Количество партий:

$$\frac{N_{\text{год}}}{n_d} = \frac{2000}{80} = 25.$$

Норма штучно-калькуляционного времени $T_{\text{шк}}$ на операцию определяется по формуле:

$$T_{\text{шк}} = T_{\text{шт}} + \frac{T_{\text{пз}}}{n_d}; \quad (4.6)$$

$$T_{\text{шк}} = 2,6 + \frac{16}{80} = 2,8.$$

Расчёт норм штучно-калькуляционного времени и расценок целесообразно представить в таблице 4.2

Таблица 4.2 – Расчет норм $T_{\text{шк}}$ и сдельных расценок

№ опер	$T_{\text{шт}}$ мин	$T_{\text{пз}}$ мин	n_d шт	$T_{\text{шк}}$ мин
005	4,89	40	80	5,39
010	11,25	40		11,75
015	14,04	49		14,65
020	0,73	16		0,93
025	28,3	16		28,5
030	2,6	16		2,8
035	9,43	7		9,52

4.3 Определение потребного количества оборудования и коэффициента его загрузки

По каждой операции рассчитывается потребное количество станков. Расчётное количество станков C_p на каждой операции определяется по формуле:

$$C_p = \frac{T_{\text{шт}} \cdot N_{\text{пр}}}{F_d \cdot 60}. \quad (4.8)$$

Расчётное количество станков (дробное) округляется в большую сторону, т.е. получают принятое количество станков $C_{\text{пр}}$.

Коэффициент загрузки оборудования K_z на данной операции определяется по формуле:

$$K_3 = \frac{C_p}{C_{пр}} \quad (4.9)$$

Средний коэффициент загрузки оборудования по участку определяется по формуле:

$$K_{3\text{ ст}} = \frac{\sum C_{pi}}{\sum C_{прi}} \quad (4.10)$$

Результаты расчётов по операциям сведены в таблице 4.3

Таблица 4.3 - Расчет количества потребного оборудования

№ опер	Тип и модель станка	N _{гр} , шт	F _д , ч	C _р , шт	C _{пр} , шт	K ₃
005	Токарно-винторезный 1341	70000	4015	1,56	2	0,78
010	Токарный с ЧПУ 16К20Ф3С5			3,41	4	0,85
015	Токарный с ЧПУ СТП-220			4,1	4	1,03
020	Верт.-сверлильный 2Н135			0,27	1	0,27
025	Настольно-сверлильный НС-12			8,29	9	0,92
030	Фрезерный с ЧПУ FQS-400			0,81	1	0,81

$$K_{3\text{ ср}} = 0,88.$$

4.4 Определение количества производственных рабочих

Расчет численности производственных рабочих R_н производится по числу принятых станков цеха

$$R_{ст} = \frac{C_n \cdot \Phi_{эф} \cdot K_3 \cdot K_n}{\Phi_{эф} \cdot K_m}; \quad (4.11)$$

где $\Phi_{эф}$ – эффективный годовой фонд времени работы;

K_1 и K_2 – коэффициенты соответственно загрузки и использования оборудования.

Результаты расчёта сведены в таблицу 4.4

Таблица 4.4 – Расчет численности производственных рабочих

№ оп	$C_{гр}$ шт	$R_{н.расч}$ чел	Численность рабочих, чел		
			Всего R_n	1-я смена	2-я смена
005	2	1,14	2	1	1
010	4	2,12	2	1	1
015	4	4,12	4	2	2
020	1	2,04	2	1	1
025	9	17,44	18	9	9
030	1	1,05	2	1	1

Количество вспомогательных рабочих принимаем 25% от основных рабочих.

Основных рабочих 30 человек, следовательно:

Принимаем 6 - х вспомогательных рабочих.

Количество ИТР принимаем как 20% от основных рабочих.

Принимаем ИТР = 6 человек.

Количество служащих – 0,6÷1,6%

Принимаем количество служащих = 1 человеку.

4.5 Определение потребного количества мостовых кранов

Межоперационное транспортирование деталей в данном случае может осуществляться в тележках, движущихся по узким путям, которые проходят перед рабочим. С помощью тележек можно обслуживать станки с разной высотой загрузки. Для удобства обслуживания станков путь оборудуют поворотными и откидными секциями для прохода рабочих.

Перевозка заготовок со склада завода или из заготовительных цехов осуществляется электротележками.

Определение потребного количества электротележек:

$$T = \frac{Q \cdot i}{g \cdot 60 \cdot \Phi_n \cdot m \cdot K_i} \left(\frac{l_{ср}}{v_{ср}} + t_3 + t_3 \right);$$

где Q – годовой грузопоток деталей, $Q = 65,100$ т;

i – количество операций, $i = 21$;

$k_i = 0,85$ – коэффициент, учитывающий простои тележки;

g – заполнение тележки за один рейс, $g = 18,6$ кг;

$l_{ср}$ – средний пробег электротележки, $l_{ср} = 96$ м;

$v_{\text{ср}}$ – средняя скорость электротележки, $v_{\text{ср}} = 30$ м/мин.

$$T = \frac{65,100 \cdot 21}{0,0186 \cdot 60 \cdot 2070 \cdot 2 \cdot 0,85} \left(\frac{96}{30} + 10 + 10 \right) = 8,07.$$

Принимаем 8 электротележек ЕП-018 грузоподъемностью 0,63 т.
Выбор и определение потребного количества мостовых кранов.
Потребное количество кранов определяем по формуле:

$$K = \frac{D \cdot i}{\Phi \cdot m} \cdot \frac{\left(\frac{l_{\text{ср}}}{V_{\text{ср}}} + t_z + t_p \right)}{\Phi_n \cdot K_i};$$

$$D = \frac{N \cdot G_i}{G_k},$$

где D – количество перевезенных грузов(контейнеров с деталями) на годовую программу выпуска N деталей;

$G_i = 0,93$ кг. – вес одной детали;

G_k – вес контейнера с деталями, $G_k = 119$ кг;

m – количество рабочих смен в сутки, $m = 2$;

Φ – количество рабочих дней в году, $\Phi = 240$;

i – количество крановых операций на один перевезенный груз, $i = 2$;

$l_{\text{ср}}$ – средняя длина пути на одну крановую операцию, $l_{\text{ср}} = 96$ м;

$v_{\text{ср}}$ – средняя скорость движения крана, $v_{\text{ср}} = 30$ м/мин;

t_z, t_p – время на одну загрузку и разгрузку, $t_z = 2$ мин, $t_p = 2$ мин;

Φ_n – номинальный фонд времени работы крана, $\Phi_n = 480$ мин;

$K_i = 0,85$ – коэффициент, учитывающий простои крана.

$$K = \frac{835 \cdot 2}{240 \cdot 2} \cdot \frac{\left(\frac{96}{30} + 2 + 2 \right)}{480 \cdot 0,85} = 0,07.$$

Принимаем 1 кран.

Кран мостовой

грузоподъемностью

10т(ГОСТ 22045 - 82):

– пролёт крана $L_k = 4,5 - 28,5$ м;

– высота крана $H = 970 - 1100$ мм;

– не доход крюка $l_1 = 720 - 1275$ мм, $l_2 = 950 - 1370$ мм;

– высота подъема грузов 6 – 18 м;

– управление с пола подвесной кнопочной станцией (исполнение А) и из кабины (исполнение Б);

					151900.2016.003.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		80

– скорость передвижения крана при управлении с пола 0,3 – 0,4 м/с, при управлении из кабины 0,66 – 1,0 м/с;

4.6 Расчёт площадей для складирования заготовок и деталей

Площадь цехового склада материалов и заготовок определяются по формуле:

$$F_{сз} = \frac{Q \cdot t}{260 \cdot q \cdot K_{и}};$$

где Q – масса заготовок годового выпуска, $Q = 91,7$ т;

q – среднедопустимая нагрузка на 1 м^2 площади пола цеха, $q = 7$ кН/м²

$K_{и}$ – коэффициент использования площади складирования, $K_{и}=0,3$.

$$F_{сз} = \frac{91,7 \cdot 8}{260 \cdot 0,7 \cdot 0,3} = 13,44 \text{ м}^2.$$

Местом накопления и хранения окончательно обработанных деталей, ожидающих поступления на сборку, является промежуточный склад.

Потребную площадь для промежуточного склада рассчитывают по формуле:

$$F_{сд} = \frac{Q \cdot t_1}{260 \cdot q_1 \cdot K_{и}};$$

Где Q – масса деталей годового объёма выпуска, $Q = 65,1$ т;

q_1 – средняя допустимая нагрузка на 1 квадратный метр, $q = 7$ кН/м²

t_1 – число рабочих дней запаса, $t_1 = 20$ день;

$K_{и}$ – коэффициент использования площади, $K_{и} = 0,3$.

$$F_{сд} = 23,85 \text{ м}^2.$$

4.7 Выбор способа транспортирования стружки

В результате механической обработки металлов резанием образуется значительное количество стружки, которое можно определить как разность масс заготовки и детали из расчета годового объема выпуска. При укрупненных расчетах массу стружки можно принимать равной 10... 15% массы готовых деталей. Для облегчения транспортирования длина стружки должна быть не более 200 мм, а диаметр спирального витка - не более 25.. 30 мм.

Масса стружки:

$$M_c = (M_z - M_d) \cdot N;$$

					151900.2016.003.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		81

$$M_c = 26,6 \text{ т.}$$

Площадь участка определяется по формуле:

$$F = n_1 \cdot q_1 + n_2 \cdot q_2 + n_3 \cdot q_3,$$

где: n_1, n_2, n_3 – количество станков соответственно мелких, средних и крупных;
 q_1, q_2, q_3 – удельная площадь, приходящая соответственно на один мелкий, средний и крупный станок.

$$F = 482 \text{ м}^2.$$

Количество стружки на 1 м^2 цеха по формуле:

$$Q = \frac{Q_{\text{стр.}}}{F} = \frac{26,6}{482} = 0,05 \text{ т/м}^2.$$

Так как $Q = 0,05 \text{ т/м}^2$ принимаем систему М. Система М - механизированная система уборки стружки со станков с использованием ручного труда.

Следует добавить 1 электротележку, для удаления стружки.

4.8 Выбор типов, формы и определение размеров здания

Планировку оборудования выполняют 1:100 для малых и средних цехов. При планировке оборудования учитывают все факторы, которые оказывают влияние на рабочих. Основные из них следующие: доступ к рабочим местам, близость комнат курения и туалетов, хорошее освещение, достаточный обмен воздуха.

Планировка участка, выполнена в масштабе 1:100, в соответствии с рисунком 4.1.

После расстановки оборудования получили фактическую площадь: длина участка $L=38 \text{ м}$, ширина участка $l=24 \text{ м}$, фактическая площадь определяется по формуле:

$$F = L \cdot l = 38 \cdot 24 = 912 \text{ м}^2.$$

Расчётная площадь равна $F_{\text{расч}} = 482 \text{ м}^2$.

Расхождение расчетной площади от фактической в процентном отношении определяем по формуле:

$$\delta = \frac{(F - F_{\text{расч}})}{F} \cdot 100\% = \frac{(912 - 482)}{912} \cdot 100\% = 47,14\%.$$

					151900.2016.003.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		82

Механосборочное производство обычно размещают в зданиях, имеющих один или несколько параллельных пролетов. Основными строительными параметрами такого здания являются:

- 1) ширина пролета L – расстояние между продольными осями колонн
- 2) шаг колонн t – расстояние между их поперечными осями
- 3) высота пролета H – расстояние от уровня пола до нижней части несущей конструкции.

Выбор основных параметров здания определяется технологическим процессом и рациональным размещением производства.

Сетку колонн ($L \times t$) и высоту H выбирают из унифицированного ряда величин.

Исходя из максимальной высоты $h_1 = 3,5$ м оборудования, минимального расстояния $h_2 = 1$ м между оборудованием и перемещаемым грузом, а также высоты транспортируемых грузов $h_3 = 1,5$ м, крана $h_4 = 2$ м, определяют высоту до головки подкранового рельса H_k :

$$H_k = h_1 + h_2 + h_3 + h_4 = 3,5 + 1 + 1,5 + 2 = 8 \text{ м,}$$

Принимаем $H_k = 8,16$ м. Тогда высота цеха $H = 10,8$ м.

Колонны одноэтажных промышленных зданий преимущественно делают железобетонными прямоугольного сечения. Используем мостовые краны с грузоподъемностью 5,0 т. поэтому ставим колонны прямоугольного сечения (600x800 мм) серии КЭ-01-49.

Основные размеры колонн приведены на рисунке 4.2.

К несущей конструкции одноэтажных промышленных зданий относятся фермы, которые изготавливаются сборными железобетонными или стальными.

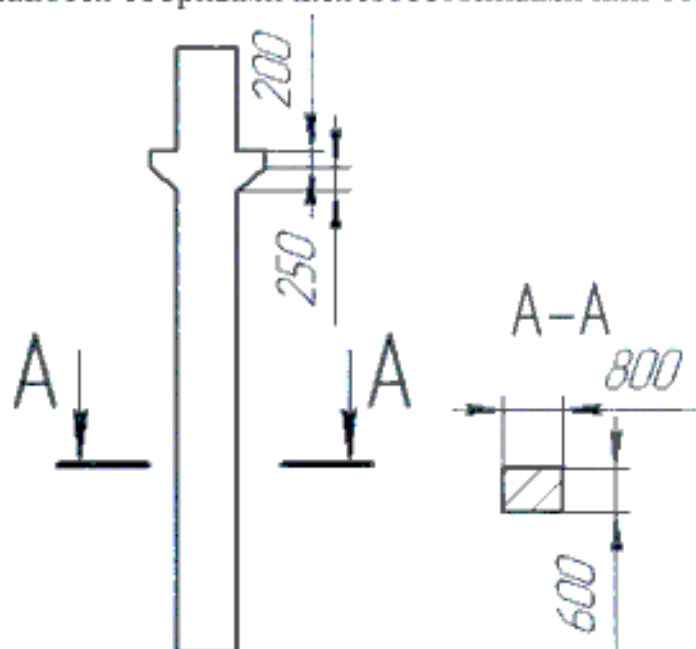


Рисунок 4.2 - Основные размеры колонн.

Габаритные размеры железобетонных ферм приведены на рисунке 4.3.

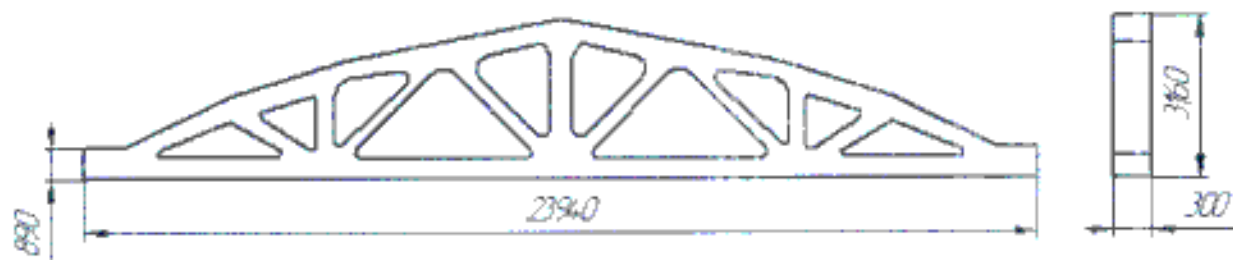


Рисунок 4.3 – Габаритные размеры железобетонных ферм

Фундаменты под колонны зданий представляют собой отдельно стоящие железобетонные стоящие конструкции, на которые устанавливаются также железобетонные фундаментные балки под стены. Верхняя плоскость фундамента располагается на 150 мм ниже уровня пола, отметка подошвы фундамента $-1,95$ м. Размеры фундаментов приведены на рисунке 6.

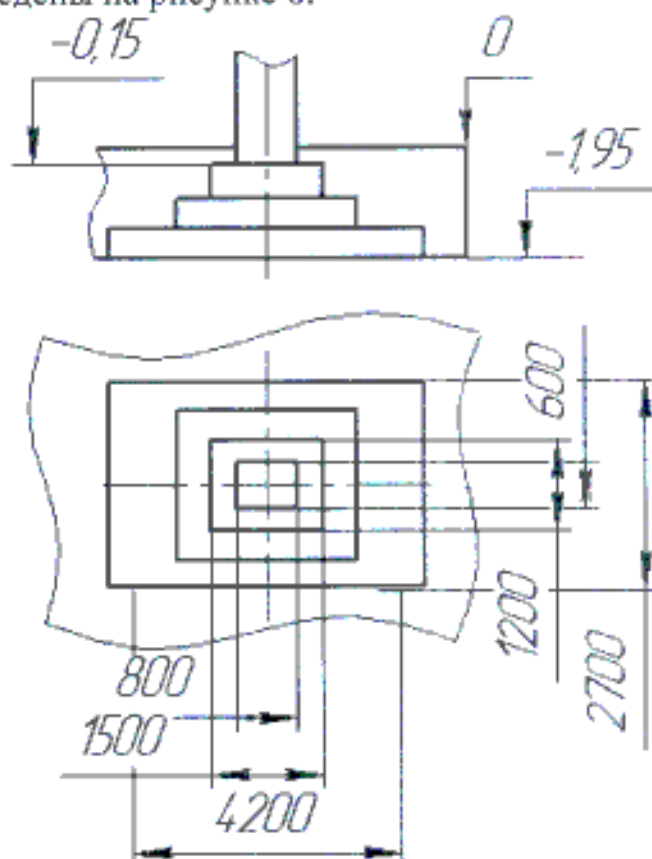


Рисунок 4.4 – Фундамент под колонны серии КЭ-01-49

При оформлении поперечного разреза необходимо выбрать конструкцию пола и кровли. Оборудование участка в основном устанавливается непосредственно на полу. Поэтому полы представляют собой многослойную конструкцию, заключающую утрамбованный грунт, надежную бетонную подготовку толщиной 200..300 мм, песчано-цементную стяжку для выравнивания, слой гидроизоляции, а также

покрытие пола. В качестве верхнего покрытия пола выбираем мраморную плитку.

Кровля является ограждающим покрытием строений и для машиностроительных цехов является утепленной и многослойной. Кровля производственных зданий состоит из сборных настилов, укладываемым по банкам или фермам.

Схема конструкции кровли приведены на рисунке 4.5.



Рисунок 4.5 – Схема конструкции кровли:

- 1 – защитный слой гравия – 15мм; 2 – гидроизоляционный ковёр – 10мм;
- 3 – песчано-цементная стяжка – 30мм; 4 – теплоизоляция – 150мм;
- 5 – пароизоляция – 5мм; 6 – битумная грунтовка – 5мм;
- 7 – песчано-цементная стяжка – 30мм; 8 – железобетонные плиты - 350мм;

Оборудование участка (цеха) в основном устанавливают непосредственно на полу. Поэтому полы в цехах представляют собой многослойную конструкцию (рис. 8), включающую утрамбованный грунт, надёжную бетонную подготовку толщиной 200...300 мм, песчано-цементную стяжку для выравнивания, слой гидроизоляции, а также покрытие пола. Хорошим покрытием полов являются плитки из мраморной крошки.

Схема конструкции полов одноэтажных зданий на рисунке 4.6.

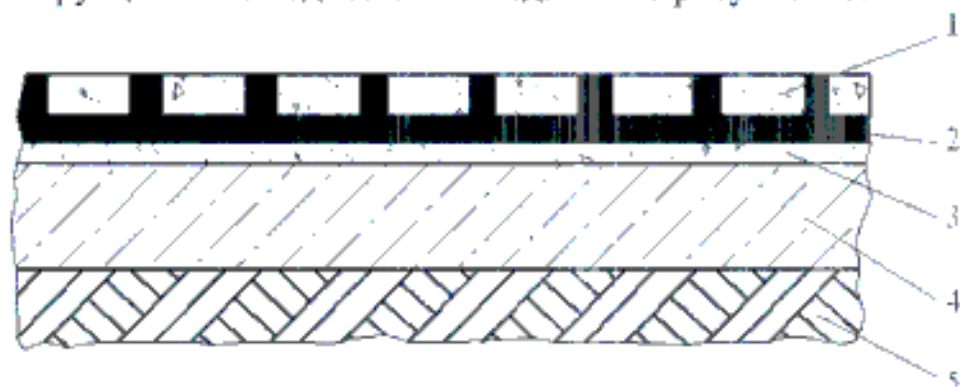


Рисунок 4.6 – Конструкция полов одноэтажных зданий:

- 1 – верхнее покрытие пола – 50 мм; 2 – гидроизоляция – 5 мм; 3 – стяжка – 50 мм;
- 4 – бетонная подготовка – 200 мм; 5 – утрамбованный грунт;

5 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

5.1 Обеспечение электробезопасности на производственном участке

В данной работе был спроектирован участок механической обработки детали «Втулка РДМ 50/150.035». На данном участке располагается электрооборудование, которое является потенциальным источником опасности. На участке расположены станки различных групп: токарные, сверлильные, суммарная мощность которых составляет 193 кВт, напряжение – 220/380 В, Так же потенциально опасными являются система транспортирования стружки, вентиляция.

Все производственные помещения согласно ПУЭ (Правилам устройства электроустановок) делятся по степени риска поражения людей электрическим током на три класса: без повышенной опасности, с повышенной опасностью, особо опасные.

Механический участок обработки детали «Втулка» относится к помещениям с повышенной опасностью, т. к, характеризуется наличием токопроводящей пыли, т. е. по условиям производства в помещениях выделяется токопроводящая технологическая пыль (металлическая и т. п.) в таком количестве что она оседает на проводах, проникает внутрь машин, аппаратов и т. п. (помещения пыльные, с токопроводящей пылью); токопроводящих полов - металлических, земляных, железобетонных, кирпичных и т. д.; возможности одновременного прикосновения человека к имеющим соединение с землей металлоконструкциям зданий, технологическим аппаратам, механизмам и т. п., с одной стороны, и к металлическим корпусам электрооборудования – с другой.

Для обеспечения электробезопасности рабочий так же должен руководствоваться инструкциям по технике безопасности. Всё рабочее оборудование должно проходить периодический, надлежащий осмотр.

Степень опасного и вредного воздействия на человека электрического тока, электрической дуги и электромагнитных полей зависит от: рода и величины напряжения и тока; частоты электрического тока; пути тока через тело человека; продолжительности воздействия электрического тока или электромагнитного поля на организм человека; условий внешней среды. Нормы на допустимые токи и напряжения прикосновения в электроустановках должны устанавливаться в соответствии с предельно допустимыми уровнями воздействия на человека токов и напряжений прикосновения и утверждаться в установленном порядке.

Требования электробезопасности при воздействии электрических полей промышленной частоты по ГОСТ 12.1.002–84, при воздействии электромагнитных полей радиочастот по ГОСТ 12.1.006–84.

Электробезопасность должна обеспечиваться: конструкцией электроустановок; техническими способами и средствами защиты; организационными и техническими мероприятиями.

										151900.2016.003.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата							90

Эксплуатация основного и вспомогательного промышленного оборудования связана с применением опасной для человека электрической энергии.

Электрический ток, проходя через организм человека, оказывает термическое, электролитическое и биологическое действие, вызывая местные и общие электротравмы (электрические удары).

Основными причинами воздействия тока на человека являются: случайное прикосновение или приближение на опасное расстояние к токоведущим частям; появление напряжения на металлических частях оборудования.

Для обеспечения защиты от случайного прикосновения к токоведущим частям применяем безопасное расположение токоведущих частей и их изоляцию.

Для обеспечения защиты от поражения электрическим током при прикосновении к металлическим нетоковедущим частям, которые могут оказаться под напряжением в результате повреждения изоляции, применяем следующие защитное заземление.

В зависимости от напряжения, мощности, режима сети выбирается допустимое сопротивление заземляющего устройства $R_{зд} = 4 \text{ Ом}$.

Сопротивление защитного заземления в любое время года не должно превышать допустимого сопротивления.

Определяется расчетное удельное сопротивление

$$\rho = \rho_{гр} \cdot \psi,$$

где $\rho_{гр} = 30 \text{ Ом} \cdot \text{м}$ – удельное сопротивление грунта;

ψ – климатический коэффициент, зависящий от вида грунта и степени влажности (для климатической зоны Южного Урала: для вертикальных заземлителей, $\psi = 1,5$; для горизонтальных заземлителей, $\psi = 3,5$;

$$\rho_{в} = 30 \cdot 1,5 = 45 \text{ Ом} \cdot \text{м};$$

$$\rho_{г} = 30 \cdot 3,5 = 105 \text{ Ом} \cdot \text{м}.$$

Выбираем тип заземляющего устройства – выносное.

Определяется сопротивление одного искусственного заземлителя $R_{зо}$.

Вертикальная труба $d = 30 \text{ мм}$; $l = 3 \text{ м}$; $l_{мз} = 3 \text{ м}$.

Рассчитаем длину соединительной полосы для выносного ЗУ:

$$R_{зо} = \frac{\rho}{2 \cdot \pi \cdot l} \cdot \left(\ln \frac{2 \cdot l}{d} + \frac{1}{2} \cdot \ln \frac{4 \cdot t + 1}{4 \cdot t - 1} \right),$$

$$R_{зо} = \frac{45}{2 \cdot 3,14 \cdot 3} \cdot \left(\ln \frac{2 \cdot 3}{0,03} + \frac{1}{2} \cdot \ln \frac{4 \cdot 2 + 1}{4 \cdot 2 - 1} \right) = 13,6 \text{ Ом}.$$

Подбираем число заземлителей:

					151900.2016.003.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		91

$$R_{\text{в}} = \frac{R_{\text{зо}}}{n \cdot \eta_{\text{в}}},$$

$$R_{\text{в}1} = \frac{13,6}{10 \cdot 0,59} = 2,3 \text{ Ом};$$

$$R_{\text{в}2} = \frac{13,6}{20 \cdot 0,48} = 1,41 \text{ Ом};$$

$$R_{\text{в}1} - R_{\text{в}2} = 0,89 < 1.$$

Принимаем $n = 20$.

Определяется сопротивление соединительной полосы $R_{\text{по}}$ без учета экранирования:

$$R_{\text{по}} = \frac{\rho}{2 \cdot \pi \cdot l_{\text{п}}} \cdot \ln \frac{2 \cdot l_{\text{п}}^2}{b \cdot t};$$

$$R_{\text{по}} = 25,3 \text{ Ом}.$$

Рассчитаем длину соединительной полосы для выносного ЗУ:

$$l_{\text{п}} = l_{\text{мз}} \cdot (n - 1),$$

где $l_{\text{мз}}$ – расстояние между заземлителями;

$$l_{\text{п}} = 3 \cdot (20 - 1) = 57.$$

Определяется общее сопротивление вертикальных электродов

$$R_{\text{в}} = \frac{R_{\text{зо}}}{n \cdot \eta_{\text{в}}},$$

где $\eta_{\text{в}} = 0,65$ – коэффициент использования вертикальных заземлителей;

$R_{\text{зо}}$ – длина соединительной полосы для выносного ЗУ:

$$R_{\text{в}} = \frac{13,6}{20 \cdot 0,48} = 1,41.$$

Определяется сопротивление соединительной полосы с учетом экранирования:

						151900.2016.003.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			92

$$R_{\Pi} = \frac{R_{\text{по}}}{\eta_{\Pi}},$$

Где $\eta_{\Pi} = 0,48$ – коэффициент использования соединительной полосы;
 Определяется расчетное сопротивление искусственного заземлителя

$$R_{\text{изр}} = \frac{R_{\text{в}} \cdot R_{\Pi}}{R_{\text{в}} + R_{\Pi}} = \frac{R_{\text{зо}} \cdot R_{\text{по}}}{R_{\text{зо}} \cdot \eta_{\Pi} + R_{\text{по}} \cdot \eta_{\text{с}} \cdot n};$$

$$R_{\text{изр}} = \frac{1,41 \cdot 52,7}{1,41 + 52,7} = 1,37 \text{ Ом.}$$

Сравниваются расчетное $R_{\text{изр}}$ и требуемое $R_{\text{из}}$ сопротивления искусственного заземлителя $1,37 \text{ Ом} \leq 4,6 \text{ Ом}$.

Условие $R_{\text{изр}} < R_{\text{из}}$ выполняется.

Определяется результирующее сопротивление заземляющего устройства при использовании естественных и искусственных заземлителей, которое должно соответствовать требованию $R_{\text{з}} \leq R_{\text{ез}}$.

$$R_{\text{з}} = \frac{R_{\text{вз}} \cdot R_{\text{изр}}}{R_{\text{вз}} + R_{\text{изр}}};$$

$$R_{\text{з}} = \frac{29,1 \cdot 1,37}{29,1 + 1,37} = 1,3 \text{ Ом};$$

$$1,3 \text{ Ом} \leq 4 \text{ Ом.}$$

5.2 Расчет устройства молниезащиты

Молниезащита представляет собой комплекс мероприятий, направленных на предотвращение прямого удара молнии в объект или на устранение опасных последствий, связанных с прямым ударом; к этому комплексу относятся также средства защиты, предохраняющие объект от вторичных воздействий молнии и заноса высокого потенциала.

Проектируемое здание относится ко II категории по тяжести возможных последствий поражения молнией. Во II категорию попадают производственные здания и сооружения, в которых появление взрывоопасной концентрации происходит в результате нарушения нормального технологического режима, а также наружные установки, содержащие взрывоопасные жидкости и газы. Для этих объектов удар молнии создает опасность взрыва только при совпадении с технологической аварией или аварийных клапанов на наружных установках.

Защита от прямых ударов молнии зданий и сооружений II категории с неме-

					151900.2016.003.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		93

таллической кровлей должна быть выполнена отдельно стоящими или установленными на защищаемом объекте стержневыми или тросовыми молниеотводами, обеспечивающими зону защиты в соответствии со следующими требованиями: здания и сооружения или их части, помещения которых согласно [ПУЭ] относятся к зонам классов В-Ia; местоположение: в местностях со средней продолжительностью гроз 10 ч в год и более; тип зоны защиты при использовании стержневых и тросовых молниеотводов: при ожидаемом количестве поражений молнией в год здания или сооружения $N < 1 - A$. [8]. Зоны защиты одиночных стержневых молниеотводов высотой $h \leq 150$ м имеют следующие габаритные размеры.

Для зоны А

$$h_0 = 0,85h;$$

$$r_0 = (1,1 - 0,002h)h;$$

$$r_x = (1,1 - 0,002h) \left(h - \frac{h_x}{0,85} \right).$$

Принимаем одиночный стержневой молниеотвод высотой $h = 50$ м. Он обеспечивает не менее двух токоотводов, которых достаточно для обеспечения молниезащиты данного объекта. Высота защищаемого здания 14 м. Производим вычисления.

$$h_0 = 0,85 \cdot 50 = 42,5 \text{ м};$$

$$r_0 = (1,1 - 0,002 \cdot 50) \cdot 50 = 50 \text{ м};$$

$$r_x = (1,1 - 0,002 \cdot 50) \left(50 - \frac{14}{0,85} \right) = 32,4 \text{ м}.$$

Зона защиты одиночного стержневого молниеотвода изображена в соответствии с рисунком 5.1.

Материал и сечения элементов молниезащитной системы (МЗС). Принимаем металлические МЗС с сечениями: молниеприемника – 50 мм, токоотвода – 50 мм, заземлителя – 80 мм.

Молниеприемник установлен на защищаемом объекте, состоит из стержня и натянутых проводов (тросов).

В целях снижения вероятности возникновения опасного искрения токоотводы располагаются таким образом, чтобы между точкой поражения и землей:

- а) ток растекается по нескольким параллельным путям;
- б) длина этих путей была ограничена до минимума.

					151900.2016.003.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		94

Токоотводы располагаются по периметру защищаемого объекта таким образом, чтобы среднее расстояние между ними было не меньше 10 м. Желательно, чтобы токоотводы равномерно располагались по периметру защищаемого объекта. По возможности они прокладываются вблизи углов зданий. Не изолированные от защищаемого объекта токоотводы прокладываются следующим образом: т.к. стена выполнена из негорючего материала, токоотводы могут быть закреплены на поверхности стены или проходить в стене. Не следует прокладывать токоотводы в водосточных трубах. Рекомендуется размещать токоотводы на максимально возможных расстояниях от дверей и окон. Их прокладывают по прямым и вертикальным линиям, так чтобы путь до земли был по возможности кратчайшим. Не рекомендуется прокладка токоотводов в виде петель.

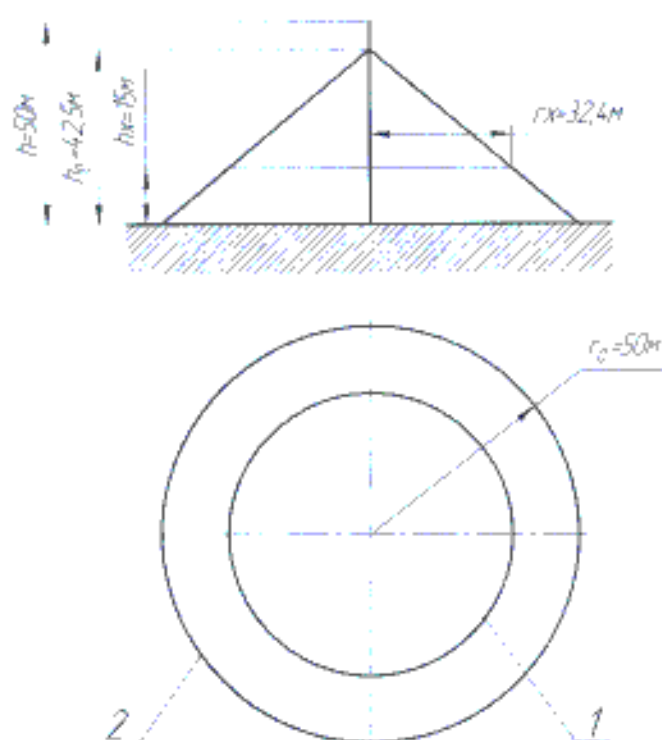


Рисунок 5.1 – Зона защиты одиночного стержневого молниеотвода

1 – граница зоны защиты на уровне h_x , 2 – то же на уровне земли

Заземлитель молниезащиты в данном проектируемом здании совмещается с заземлителями электроустановок.

Заземлители, которых выбраны заземляющие электроды должны располагаться на глубине не менее 0,5 м за пределами защищаемого объекта и быть как можно более равномерно распределенными; при этом надо стремиться свести к минимуму их взаимное экранирование. Также в качестве заземлителя могут служить естественные заземлители: горизонтально и вертикально расположенные электроды, находящиеся как на глубине не менее 0,5 м так и на поверхности земли.

Защита от вторичных воздействий молнии обеспечивается следующими мероприятиями. От электростатической индукции и заноса высокого потенциала –

				151900.2016.003.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	95

ограничением перенапряжений, наведенных на оборудовании, металлических конструкциях и вводимых коммуникациях, путем их присоединения к заземлителям определенных конструкций; от электромагнитной индукции – ограничением площади незамкнутых контуров внутри зданий путем наложения перемычек в местах сближения металлических коммуникаций. Для исключения искрения в местах соединений протяженных металлических коммуникаций обеспечиваются низкие переходные сопротивления – не более 0,03 Ом, например, во фланцевых соединениях трубопроводов этому требованию соответствует затяжка шести болтов на каждый фланец.

5.3 Меры защиты при грозах и градобитии

Грозы – наиболее распространенное опасное атмосферное явление. Гроза – атмосферное явление, при котором в мощных кучево-дождевых облаках и между облаками и землей возникают сильные электрические разряды – молнии, сопровождаемые громом. Как правило, при грозе выпадают интенсивные ливневые осадки, нередко град и наблюдаются усиления ветра, часто до шквала и смерчей, и ливневые наводнения. Грозы разделяются на внутримассовые, возникающие при конвекции над сушей преимущественно в послеполуденные часы, а над морем в ночные часы, и фронтальные, появляющиеся на атмосферных фронтах, т.е. на границах между теплыми и холодными массами.

Электрический заряд каждой вспышки молнии соответствуют 20–30 Кл и может образоваться на участке грозовой тучи радиусом до 2 км. Основной отрицательный заряд расположен вблизи изотермы минус 5°C, а положительные заряды находятся на несколько километров выше и около нижней границы облака.

Разряды могут достигать 80 Кл и иметь силу тока от нескольких единиц до 200 кА. Обычно сила тока быстро нарастает за первые 10–20 мс, а в следующие 200–300 мс происходит медленное ее снижение до 20% от амплитудной величины.

Обычно ступенчатый лидер переносит вниз отрицательный заряд. Иногда он переносит и положительный заряд, при этом время нарастания, а затем уменьшения тока более продолжительное, а максимальные значения зарядов достигают 200 Кл и тока 218 кА.

Молнии представляют собой электрический искровой заряд большой мощности в атмосфере, проявляющийся обычно яркой вспышкой света и сопровождающийся громом. Наиболее часто молния возникает в кучевых облаках иногда в слоисто-дождевых облаках, а также при вулканических извержениях, смерчах (торнадо) и пылевых бурях. Обычно наблюдают линейные молнии, длина которых составляет несколько сот метров. Молнии могут проходить в сами облака – внутриоблачные или ударять в землю – наземные.

Молния характеризуется токами порядка десяти тысяч ампер. В облаках происходит трение молекул, в результате чего возникает электрическое напряжение. Температура молнии достигает 30000°C. Она так сильно разогревает окружающий

					151900.2016.003.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		96

воздух, что он стремительно расширяется и с грохотом преодолевает звуковой барьер. Длительность вспышки составляет от десятых до сотых долей секунды.

Особый вид молнии – шаровая, своеобразное электрическое явление, природа которой еще не выявлена. Она представляет собой форму светящегося шара диаметром 20–30 см, движущегося по неправильной траектории, который обладает большой удельной энергией, образующийся нередко вслед за линейной молнией. Длительность ее существования – от нескольких секунд до минут, а исчезновение ее может сопровождаться взрывом, вызывающим разрушения и человеческие жертвы, или беззвучно.

Удары молнии иногда сопровождаются разрушениями вызванными ее термическими и электродинамическими воздействиями, а также некоторыми опасными последствиями возникающими (как и при ядерном взрыве) от действия электромагнитного и светового излучения.

Наибольшие разрушения вызывают удары молнии в наземные объекты при отсутствии хороших токопроводящих путей между местом удара и землей. От электрического пробоя в материале образуются узкие каналы, в которые устремляется ток молнии. Из-за очень высокой температуры част материала интенсивно испаряется со взрывом. Это приводит к разрыву или расщеплению объекта, пораженного молнией, и воспламенению горючих элементов.

Возможно также возникновение большой разности потенциалов и электрических разрядов между отдельными предметами внутри сооружений. Такие разряды могут явиться причиной пожаров и поражения людей электрическим током.

Часто прямым ударом молнии подвергаются сооружения, возвышающиеся над окружающими строениями, например металлические дымовые трубы, башни и строения, стоящие в открытой местности. Весьма опасны прямые удары молнии в воздушные линии связи с металлическими опорами.

Оценка опасности воздействия молнии основана на статистике частоты гроз с опасными молниями в данном районе. Повторяемость опасных молний относят к единице площади, что дает возможность получить величину риска.

Повреждения наносимые молнией, обусловлены высоким напряжением, большой силой тока в канале молнии и температурой, достигающей 40000 К. Сильный ток, прошедший через тело человека от удара молнии, вызывает остановку сердца.

Защита зданий и сооружений состоит в безопасном заземлении электрических импульсов, т.е. в применении громоотводов. Считают, что громоотвод притягивает приблизившегося ступенчатого лидера, образуя защитный конус с углом 90° ниже верхушки громоотвода. Ударное расстояние h для ударов молнии от головной части лидера к точке заземления представляют как функцию от высоты облака H и величины заряда Q . Удар происходит, если напряженность поля между головой лидера и заземленной точкой превысит пробивное напряжение поля, равное в воздухе 3 кВ/см.

Для защиты человека от молнии на открытом месте необходимо найти заземленное убежище. Таким убежищем может служить лес. Отдельно стоящее дерево

представляет опасность, так как является громоотводом, и не исключен пробой между деревом и человеком.

При грозах опасны интенсивные ливни, градобития, удары молнии, порывы ветра и вертикальные потоки воздуха (для авиации).

Опасность градобития определяется диаметром (массой) градин и размерами поражаемой площади – «градовых дорожек». Диаметр градин обычно не менее нескольких миллиметров и увеличивается вместе со скоростью и высотой поднятия грозовых облаков.

Град – это атмосферные осадки в виде шариков льда и смеси льда и снега. Обычно град выпадает во время прохождения холодного фронта или во время грозы.

Как правило, град выпадает из мощных кучево-дождевых облаков при грозе и ливне. Частота выпадания града различна: в умеренных широтах не бывает 1–15 раз в год, у экватора на суше, где значительно более мощные восходящие потоки – 80–160 раз в год.

Какими бы ни были способы образования, выпадения града приводит к поразительным разрушениям и к человеческим жертвам. В России разработаны определения градоопасных облаков и созданы службы борьбы с градом. Опасные облака «расстреливают» снарядами снаряженными специальными химическими веществами.

«Градовые дорожки» достигают в длину 50–60 км, в ширину – до 10 км, но обычно они в 5–10 раз меньше. Весьма тяжелые повреждения посевам наносятся, когда слой выпавшего града составляет хотя бы немногие сантиметры. Наибольшая зарегистрированная толщина слоя града – более 0,5м (в Колорадо, США).

Опасность молнии заключается в том, что электрический заряд поражает не только то, во что он попадает, но и все, что находится рядом. Вот почему во время грозы нужно немедленно прекратить движение и искать укрытие. Грозу безопасней переждать в низине, овраге, яме. Если поблизости нет никаких углублений, нужно лечь на землю и ждать пока гроза не прекратится. Можно также установить палатку на открытом месте, желательно до начала дождя, чтобы под палаткой было сухо. Во время грозы не рекомендуется бегать. Все металлические предметы нужно удалить, антенны переносных приемников убрать, и без промедления. Необходимо включить походный телевизор.

Прятаться под кроной одинокого, раскидистого дерева опасно. Надежное убежище – гуша леса. Подмечено: в одни деревья молнии ударяет чаще, в другие – реже, а третьи почти не трогают. Особенно значительны «боевые» шрамы у дуба. Кроме него часто молнии поражают тополя, ели, сосны, реже березу, липу и почти не трогают орешник.

На воде молния бьет так же как и на суше, значит купаться в грозу рискованно.

Палатку не надо растягивать на высокие жерди или колья, ее лучше закрыть так, чтобы избежать сквозняков. При сквозняках больше вероятности попадания шаровой молнии.

					151900.2016.003.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		98

В небольшом доме надо держаться подальше от окон, печи.

Выводы по разделу пять

В данном разделе мы рассмотрели обеспечение электробезопасности на производственном участке. Был произведен расчет устройства молниезащиты. Рассмотрены меры защиты при грозах и градобитии.

					151900.2016.003.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		99

6. ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

При расчетах экономической части было определено, что на участке изготавливается 70000 деталей 35 наименований, из них деталей «Втулка» 2000 шт. Эти детали запускаются в производство партиями по 80 шт.

На основании расчета трудоемкости обработки было определено количество оборудования. Расчет показал, что на данный участок механической обработки требуется 21 единица оборудования со средним коэффициентом загрузки равным 0,88.

После определения количества оборудования было определено количество производственных рабочих – 30 человек, которые работают в две смены.

На основании заводской калькуляции определяется стоимость материала на изготовление детали «Втулка», а также стоимость отходов. (Таблица 6.1)

Таблица 6.1 – Расход и стоимость основных материалов

	Наименование	Втулка
Деталь	Годовой приведенный выпуск деталей	70 000
	Масса одной детали, кг	0,93
	годового приведенного выпуска, кг	65 100,00
Заготовка	Материал	Сталь 20
	Вид заготовки	Штамповка
	Норма на 1 заготовку, кг	1,31
	расхода на годовой приведенный выпуск, кг	91 700
Стоимость материалов	На 1 заготовку, руб.	45,064
	На годовой приведенный выпуск, руб.	3 154 480
Масса отходов	На деталь, кг.	0,38
	На годовой приведенный выпуск, кг.	26 600
Стоимость отходов	На 1 кг, руб.	4,00
	На 1 дет., руб.	1,52
	На годовой приведенный выпуск, руб.	106 400
Стоимость материалов за вычетом отходов	На 1 дет., руб.	43,544
	На годовой приведенный выпуск, руб.	3 048 080

Дополнительная заработная плата [16]:

$$ЗП_{\text{доп}} = ЗП_{\text{осн}} \cdot \frac{18\%}{100}$$

Размер отчисления на социальные нужды:

$$О_{\text{сс}} = (ЗП_{\text{осн}} + ЗП_{\text{доп}}) \cdot \frac{26\%}{100}$$

Расходы на содержание и эксплуатацию оборудования:

$$PCЭО = 3П_{осн} \cdot 1,25.$$

Цеховые расходы:

$$P_{цех} = (3П_{осн} + PCЭО) \cdot \frac{31\%}{100}.$$

Цеховая себестоимость:

$$C_{цех} = M + 3П_{осн} + 3П_{доп} + O_{сс} + PCЭО + P_{цех}.$$

Общезаводские расходы:

$$P_{общ} = (3П_{осн} + PCЭО) \cdot \frac{8\%}{100}.$$

Производственная себестоимость:

$$C_{произв} = C_{цех} + P_{общ}.$$

Результаты расчетов приведены в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Калькуляция производственной себестоимости деталей

	Статьи затрат	Сумма
1	Материал М	43,544
2	Основная заработная плата $3П_{осн}$	13,154
3	Дополнительная ЗП $3П_{доп}$	2,368
4	Отчисление на социальные нужды $O_{сс}$	4,331
5	Расходы на содержание и эксплуатацию оборудование PCЭО	16,443
6	Цеховые расходы $P_{цех}$	9,455
7	Цеховая себестоимость $C_{цех}$	92,043
8	Общезаводские расходы $P_{общ}$	2,367
9	Производственная себестоимость	94,41

Выводы по разделу шесть

В экономической части была рассчитана себестоимости изготовления детали «Втулка». Ориентировочная себестоимость составила 94,41 руб. Выполнен анализ применения в технологическом процессе изготовления детали «Втулка» станка модели 16K20Ф3С5. За базу сравнения был принят станок модели 16K20.

Применение станка с ЧПУ снижает себестоимость изготовления детали на 3,5%.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведённой работы был разработан технологический процесс обработки детали «Втулка» с внесением усовершенствований в базовый технологический процесс, применяемый на производстве..

Были спроектированы и рассчитаны зажимное приспособление для токарной операции и приспособление для контроля торцевого биения, а так же была спроектирована головка резьбонарезная. Произведён размерный анализ, вследствие которого рассчитаны наиболее оптимальные размеры заготовки и режимы резания.

В разделе безопасность жизнедеятельности были рассмотрены вопросы об обеспечении электробезопасности на производственном участке. Был произведен расчет устройства молниезащиты. Рассмотрены меры защиты при грозах и градобитии.

В строительном разделе приведены расчёты количества оборудования, количества производственных и вспомогательных рабочих. Для годового объёма выпуска деталей рассчитаны транспортные средства, склад заготовок, склад готовых деталей, подъёмно-транспортное оборудование, транспортирование стружки, а так же была выполнена рациональная планировка участка механического цеха.

В экономическом разделе в результате проведенных расчетов установлена экономическая целесообразность внедрения технологического процесса с применением станков с ЧПУ. Снижение себестоимости продукции составляет – 3,5%.

Таким образом, цель работы достигнута, задачи – решены.

Результаты работы можно использовать на производстве для более эффективного изготовления детали «Втулка».

					151900.2016.003.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		100

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1 <http://mashinform.ru/tokarnye-stanki/16/16k20f1s5.shtml>
- 2 <http://stmach.com/content/view/219/346/>
- 3 Справочник технолога-машиностроителя: В 2 т. Т. 1/ Под редакцией А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова. – 4-е изд., перераб. - М.: Машиностроение, 1986. – 656 с., ил.
- 4 Справочник технолога-машиностроителя: В 2 т. Т. 2/ Под редакцией А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова. – 4-е изд., перераб. - М.: Машиностроение, 1985. – 496 с., ил.
- 5 Матвеев, В.В. Проектирование экономичных технологичных процессов в машиностроении / В.В. Матвеев. – Челябинск: Юж.-Урал. кн. изд-во, 1979 – 111с: ил.
- 6 Анурьев, В. И. Справочник конструктора–машиностроителя: В 3 т. – 4-е изд., перераб. и доп. / В. И. Анурьев. – М.: Машиностроение, 1973. – Кн. 2. – 576
- 7 Обработка металлов резанием. Справочник технолога / Под редакцией канд. техн. наук А. А. Панова. – М.: Машиностроение, 1988. – 736 с.
- 8 Общемашиностроительные нормативы времени вспомогательного, на обслуживание рабочего места и подготовительно–заключительного для технического нормирования станочных работ /Москва: 1968, – 406 с,
- 9 Ансеров, М. А. Приспособления для металлорежущих станков / М. А. Ансеров. – Ленинград: Машиностроение, 1975. – 651 с.
- 10 Справочник инструментальщика / И.А. Ординарцев, Г.В. Филиппов, А.Н. Шевченко и др.; Под общ. ред. И.А. Ординарцева. – Л.: Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1987. – 846 с.: ил.
- 11 Лукашевич, Г. Е. Винторезные головки / Г. Е. Лукашевич – М.: Машиностроение, 1968. – 100 с.
- 12 Мельников Г.Н., Вороненко В.П. Проектирование механосборочных цехов. М.: Машиностроение, 1990. – 351 с.
- 13 Решетников Б.А., Проектирование механосборочных цехов : Учебное пособие по курсовой работе. / Решетников Б.А., Рогинский В.Ю., Сергеев С.В. – Челябинск –Издательство ЮУрГУ, 1999 – 82с.
- 14 Безопасность жизнедеятельности в машиностроении : Учебн. пособие для средн. проф. учебных заведений / В.Г. Еремин , В.В. Сафронов, А.Г. Схиртладзе, Г.А. Харламов ; Под ред. Ю.М. Соломенцева. – М. : Высш. шк., 2002 –310 с.
- 15 Манойлов, В.Е. Основы электробезопасности. / В.Е. Манойлов. – 5-е изд., перераб. и доп.–л.: Энергоатомиздат, 1991. – 480с.
- 16 http://studopedia.ru/4_101092_raschet-sebestoimosti-detali-po-statyam-kalkulyatsii-v-diplomnom-proekte-protsentii--dannii-predpriyatiya.html

					151900.2016.003.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		101