


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

Кафедра Технологические процессы и оборудование
машиностроительного производства

РАБОТА ПРОВЕРЕНА

Рецензент,
Заместитель главного технолога
ОАО «Агрегат»

 А.Г. Кочнев
2016г.

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой,
к.т.н., профессор

 С.В. Сергеев
2016г.

Участок механической обработки детали «Валик 2255.03.044»

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ
ЮУрГУ-151900.2016.050.000ПЗ ВКР

Консультанты
Безопасность жизнедеятельности,
к.т.н., доцент

 В.Г. Некрутов
30 июня 2016 г.

Руководитель работы,
ст. преподаватель

 А.В. Иршин
28 июня 2016 г.

Строительный раздел,
к.т.н., доцент

 Е.Н. Гордеев
29 июня 2016 г.

Автор работы
студентка группы У-КФл-522

 О.С. Булыкина
27 июня 2016 г.


Нормоконтролер,
к.т.н., доцент

 В.Г. Некрутов
30 июня 2016 г.

Усть-Катав 2016

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 машино-
строительных производств
Кафедра Технологические процессы и оборудование машиностроительного
производства

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
 С.В. Сергеев
20. 06. 2016 г.

ЗАДАНИЕ

на выпускную квалификационную работу студентки

Булькиной Оксаны Степановны

Группа У-КФл-522

- 1 Тема проекта Участок механической обработки детали «Валик 2255.03.044»
утверждена приказом по университету от 15 апреля 2016 г. № 661
- 2 Срок сдачи студентом законченной работы 28 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 – 25000 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. Анализ соответствия требований чертежа детали требованиям ее назначения. 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 нормирования технологического процесса. Выводы.

4.3 Конструкторский раздел. Проектирование зажимного приспособления для сверления отверстия $\varnothing 2,2^{+0,2}$ и фрезерования паза 4 мм. Расчет и проектирование червячных фрез для фрезерования зубьев на $\varnothing 7,2_{-0,036}^{-0,032}$ и на $\varnothing 20_{-0,084}$. Проектирование приспособления для контроля смещения середины зуба. Выводы.

4.4 Строительный раздел. Определение количества оборудования и рабочих. 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. Организация производственного освещения на производственном участке. Определение состава первичных средств пожаротушения. Действия формирований МЧС и работающих при возникновении чрезвычайных ситуаций.

4.6 Экономический раздел. Ориентировочный расчет себестоимости изготовления детали. Выводы.

Заключение



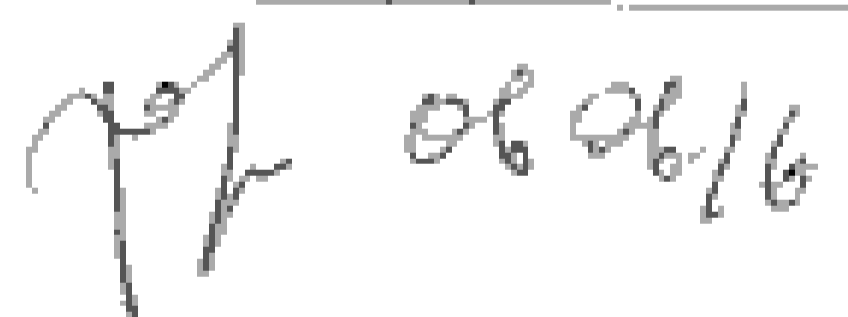
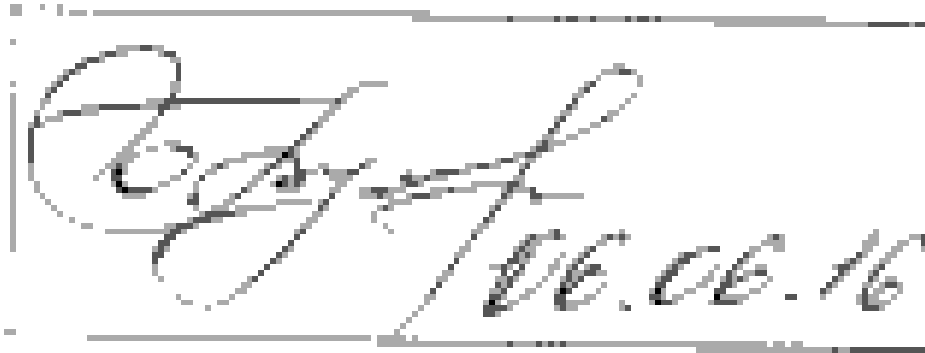
Библиографический список

5 Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей, плакатов в листах формата А1)

5.1 Чертёж детали (Валик 2255.03.044)	0,5 л
5.2 Чертёж Заготовки (поковка)	0,5 л
5.3 Размерный анализ (размерная схема 1-ой проекции)	1,0 л
5.4 Приспособление для сверления отверстия и фрезерования паза	1,0 л
5.5 Фреза червячная для фрезерования зубьев на $\varnothing 7,2_{-0,036}^{-0,032}$	0,5 л
5.6 Фреза червячная для фрезерования зубьев на $\varnothing 20_{-0,084}$	0,5 л
5.7 Приспособление для контроля смещения середины зуба	0,5 л
5.8 Таблица сравнения технологий	1,0 л
5.9 Планировка участка	1,0 л

Всего 6,5 листов

6 Консультанты по работе, с указанием относящихся к ним разделов проекта

Раздел	Консультант	Подпись, дата	
		Задание выдал (консультант)	Задание принял (студент)
Безопасность жизнедеятельности	Некрутов В.Г.	 13.06.16	 13.06.16.
Строительный	Гордеев Е.Н.	 06.06.16	 06.06.16

7 Дата выдачи задания 05 июня 2016 г.

Руководитель Иршин Алексей Владимирович



(подпись)

Задание приняла к исполнению 05 июня 2016 г.

Студентка Булыкина Оксана Степановна


(подпись)

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Наименование этапов выпускного квалификационного проекта	Срок выполнения этапов проекта	Отметка о выполнении руководителя
Введение	06.06.2016	
Анализ исходных данных	09.06.2016	 -
Технологический раздел	12.06.2016	
Конструкторский раздел	18.06.2016	 -
Строительный раздел	22.06.2016	
Безопасность жизнедеятельности	24.06.2016	 -
Экономический раздел	26.06.2016	
Оформление проекта	27.06.2016	 -
Направление на рецензию	28.06.2016	

Заведующий кафедрой _____

/С.В. Сергеев/

Руководитель работы _____

/А.В. Иршин/

Студентка _____






/О.С. Булькина/

Аннотация

Булыкина, О.С. Участок механической обработки детали «Валик». – Усть-Катав: Филиал ФГБОУ ВПО «ЮУрГУ» (НИУ) в г. Усть-Катаве; 2016, 86 с. 30 илл. Библиографический список – 14 наим. 6,5 листов чертежей ф. А1, 48 листов карт технологического процесса.

В данной работе были проанализированы исходные данные имеющегося технологического процесса механической обработки детали «Валик» и предложены прогрессивный способ отливки заготовки в оболочковые формы и более прогрессивный вариант технологического процесса с применением станков с ЧПУ.

Для оснащения технологического процесса спроектированы конструкции: зажимного приспособления для сверления и фрезерования поверхностей; червячных фрез и контрольного приспособления для замера смещения середины зуба. Выполнена рациональная планировка участка механической обработки, рассмотрены безопасные условия работы, а также произведен ориентировочный расчет себестоимости изготовления детали.

					151900.2016.050.000 ПЗ			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Участок механической обработки детали «Валик»	Лит	Лист	Листов
Разраб.		Булыкина О.С.				Д	4	86
Провер.		Иршин А.В.				Филиал ФГБОУ ВПО «ЮУрГУ» (НИУ) в г. Усть-Катав Кафедра ТП и ОМП		
Реценз.		Кочнев А.Г.						
Н. контр.		Некрутов В.Г.						
Утв.		Сергеев С.В.						

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	7
1 АНАЛИЗ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ.....	8
1.1 Описание узла изделия.....	8
1.2 Служебное назначение детали.....	8
1.3 Анализ соответствия требований чертежа детали требованиям ее назначения.....	10
1.4 Сравнение отечественных и передовых зарубежных технологий и решений.....	10
1.5 Задачи проектирования.....	13
2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ.....	14
2.1 Анализ технологичности детали и существующего технологического процесса	14
2.2 Разработка предлагаемого варианта технологического процесса.....	14
2.2.1 Выбор вида заготовки и способа её получения.....	14
2.2.2 Выбор технологических баз и определение последовательности обработки поверхностей детали.....	15
2.2.3 Выбор методов и определение количества переходов для обработки поверхностей детали.....	16
2.2.4 Формирование операций.....	18
2.3 Размерный анализ разработанного технологического процесса.....	19
2.3.1 Преобразование и кодирование чертежа детали.....	19
2.3.2 Технологический маршрут изготовления детали.....	20
2.3.3 Проверка обеспечения точности замыкающих звеньев.....	29
2.4 Расчет режимов резания.....	37
2.5 Нормирование технологического процесса.....	43
3 КОНСТРУКТОРСКИЙ РАЗДЕЛ.....	45
3.1 Проектирование зажимного приспособления для сверления отверстия и фрезерования паза.....	45
3.1.1 Разработка теоретической схемы базирования.....	45
3.1.2 Расчет приспособления.....	45
3.1.3 Описание принципа работы приспособления.....	48
3.1.4 Расчет приспособления на точность.....	48
3.2 Проектирование фрезы червячной для фрезерования зубьев на $\varnothing 20_{-0,084}$	49
3.3 Проектирование фрезы червячной для фрезерования зубьев на $\varnothing 7,2_{-0,036}^{-0,032}$	50
3.4 Проектирование приспособления для контроля смещения середины зуба.....	51
3.4.1 Выбор схемы контроля	51
3.4.2 Описание работы приспособления.....	52
3.4.3 Расчет погрешности измерения приспособления.....	52
4 СТРОИТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ.....	54

					151900.2016.050.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		5

4.1	Определение количества оборудования и рабочих.....	54
4.2	Выбор типов и определение количества транспортных средств.....	57
4.3	Расчет площадей для складирования заготовок и деталей.....	59
4.4	Выбор способа транспортирования стружки.....	59
4.5	Планировка оборудования.....	61
4.6	Выбор типа, формы и определение размеров здания.....	61
5	БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....	67
5.1	Организация производственного освещения на производственном участке.....	67
5.2	Определение состава первичных средств пожаротушения.....	69
5.3	Действия формирований МЧС и работающих при возникновении чрезвычайных ситуаций.....	71
6	ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ.....	75
6.1	Ориентировочный расчет себестоимости изготовления детали.....	75
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	77
	БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	78
	ПРИЛОЖЕНИЯ.....	79
	Приложение А Расчет фрезы червячной для фрезерования зубьев на $\varnothing 20_{-0,084}$	79
	Приложение Б Расчет фрезы червячной для фрезерования зубьев на $\varnothing 7,2_{-0,036}^{-0,032}$	84

									Лист
									6
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

151900.2016.050.000 ПЗ

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время предъявляются особые требования к проектированию промышленных предприятий, к срокам и качеству выполнения проектных работ. Проектирование становится сферой, аккумулирующей новейшие научные достижения и преобразующей их в действующие производственные силы. От того, насколько быстро и качественно совершенствуется этот процесс, зависит во многом эффективность производства и темпы научно-технического прогресса.

В настоящее время машиностроение имеет ряд основных направлений развития современной технологий:

- а) внедрение безотходной технологии при обработке материалов с целью более полного использования сырья, материалов, энергии, топлива;
- б) переход от отдельных прерывистых технологических процессов к непрерывным автоматизированным, обеспечивающим увеличение масштабов производства и качества продукции;
- в) эффективное использование машин и оборудования;
- г) создание гибких производственных систем (ГПС) для обработки материалов на основе широкого применения станков с ЧПУ, роботов и вычислительной техники.

Целью данной работы является разработка участка механической обработки детали «Валик 2255.03.044».

Для достижения заданной цели необходимо решить следующие задачи:

- выбор метода получения заготовки;
- при помощи размерного анализа получить минимально необходимые припуски на обработку;
- спроектировать зажимное и контрольное приспособление;
- рассчитать и спроектировать режущий инструмент;
- произвести необходимые расчеты и спроектировать планировку участка;
- выполнить ориентировочный расчет себестоимости изготовления детали.

					151900.2016.050.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		7

1. АНАЛИЗ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ

1.1 Описание узла изделия

Регулятор сопла и форсажа предназначен для дозирования топлива в форсажный контур двигателя (регулирования скорости полета самолета) и управления створками реактивного сопла (изменение площади сечения сопла).

Привод агрегата гидравлический.

Давление топлива:

–на входе в агрегат, не более 220 кгс/см^2 ;

–на выходе из агрегата 57 кгс/см^2 .

Питание электромагнитных клапанов постоянным током с напряжением 27 ± 3 вольт и силой тока не более $0,5 \text{ А}$.

Масса сухого агрегата (без рабочей жидкости, консервирующей смазки и транспортировочных устройств):

–РСФ-31Б не более 26 кг ;

1.2 Служебное назначение детали

Деталь «Валик», представленная на рисунке 1.2, является силовым элементом регулятора форсажа. Основная функция – передача команды входного рычага на гидроусилитель.

По $\varnothing 8_{-0,028}^{-0,013}$ и $\varnothing 6_{-0,033}^{-0,025}$ устанавливаются подшипники на которых происходит вращение, в связи с этим заданы высокие требования по шероховатости – $Ra0,63$.

По $\varnothing 7,2H_4$ устанавливаются входной рычаг с червяком, который за счёт червячной передачи обеспечивает регулировку валика.

За счёт зубчатого венца $\varnothing 20_{-0,084}$ валик осуществляет перемещение ползушки гидроусилителя.

Для обеспечения чёткой фиксации расположения валика в корпусе задан размер $37_{-0,47}^{-0,01}$. Допуск перпендикулярности задан для того, чтобы обеспечить равномерность осевой нагрузки подшипника.

По $\varnothing 2,2$ запрессовывается штифт с натягом $0,000 \dots 0,030$ в соответствии с рисунком 1.1. Штифт определяет расположение сектора управления командного золотника. В связи с этим задан допуск симметричности $0,05 \text{ мм}$.

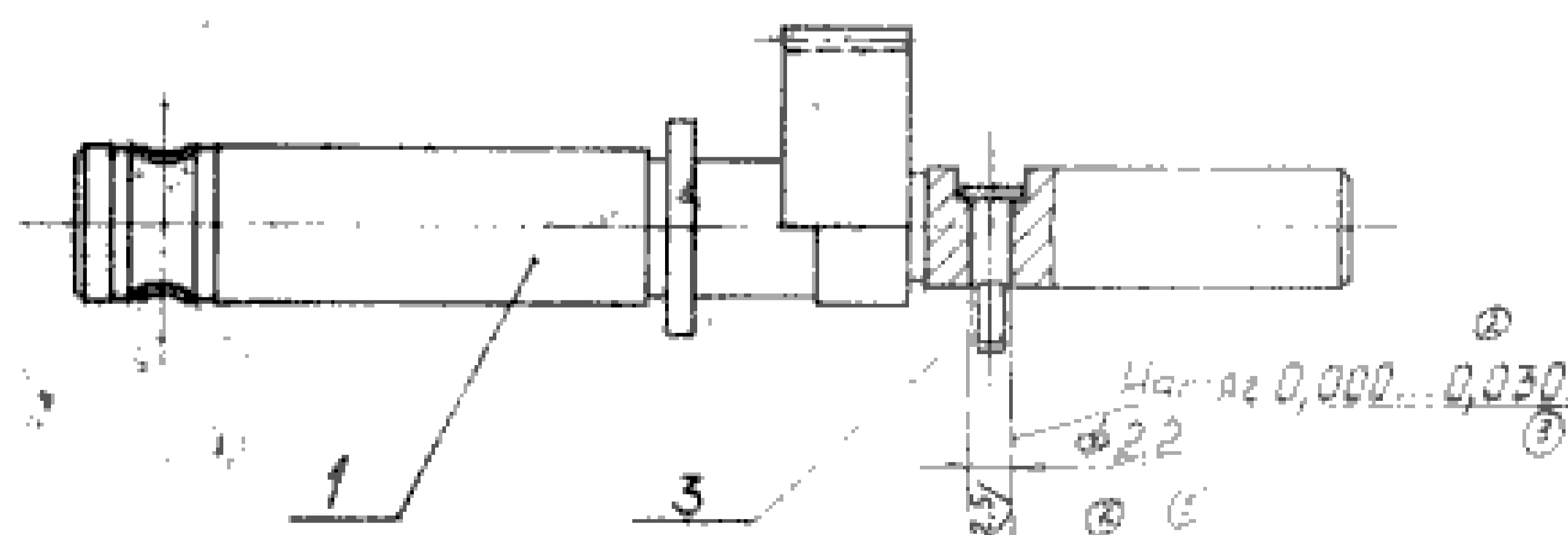


Рисунок 1.1– Установка штифта

									Лист
									8
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	151900.2016.050.000 ПЗ				

В качестве материала выбрана сталь 13X11H2B2MФ – III ГОСТ 5632-72, как удовлетворяющая условиям прочности и твердости. Химический состав и физические свойства материала представлены в таблицах 1.1 и 1.2.

Таблица 1.1 – Химический состав материала

Содержание элементов, %					
Углерод	Марганец	Кремний	Хром	Никель	Вольфрам
	не более				
0,10 – 0,16	0,6	0,6	10,5 – 12,0	1,5 – 1,8	1,6 – 2,0

Таблица 1.2 – Физические свойства

Режим терм. обработки заготовки	Механические свойства, не менее					НВ (Ø отпечатка), мм
	$\sigma_{вр}$, кгс/мм ²	$\delta_{0,2}$, кгс/мм ²	Относит. удлинение, %	Относит. сужение, %	Удар. вязкость, кгс*м/см ²	
Закалка с 1000-1020° в масле, отпуск при 660-710°	90	75	15	55	9	3,40-3,70

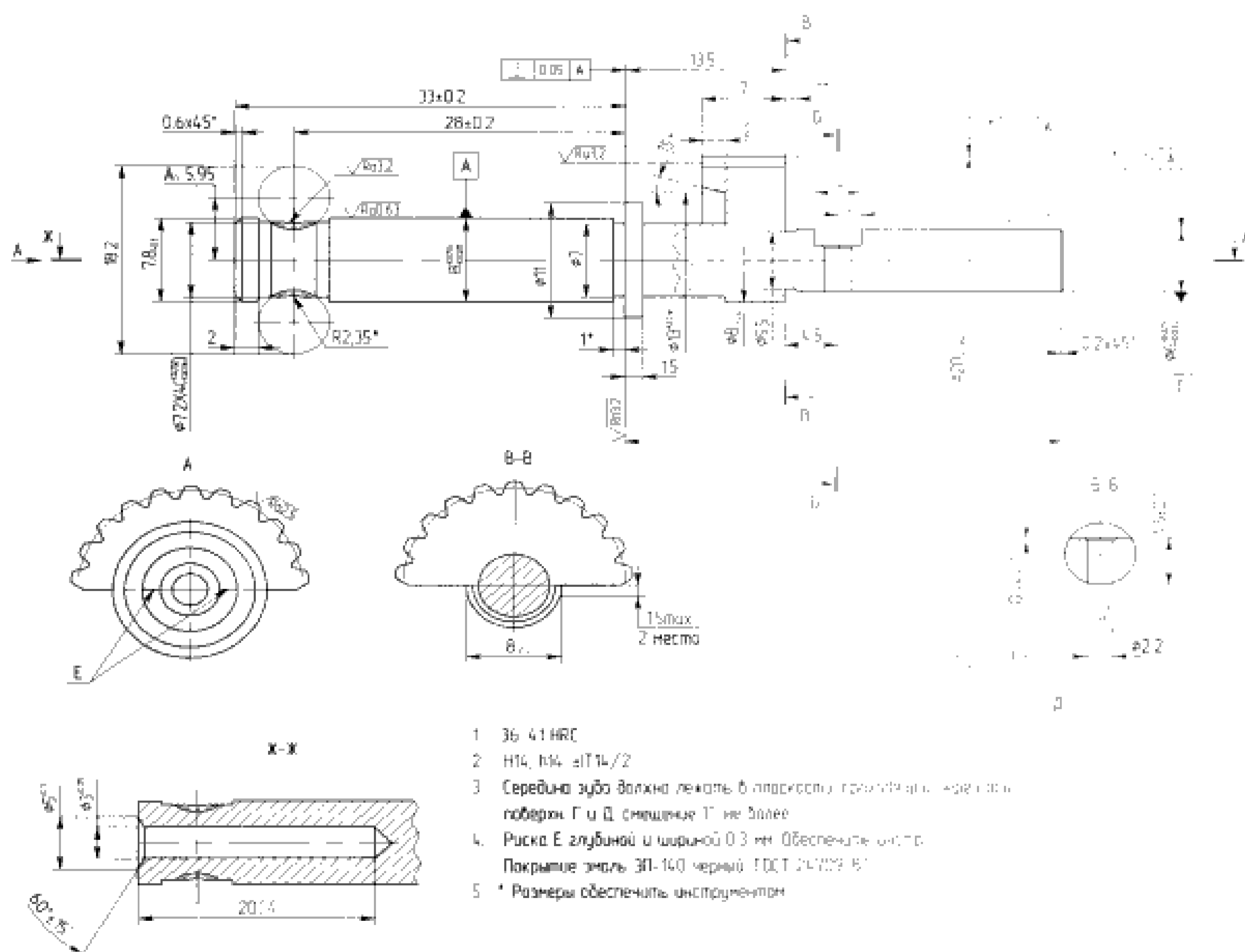


Рисунок 1.2 – «Валик» 2255.03.044

1.3 Анализ соответствия требованиям чертежа детали

Для придания износостойкости и лучшей обрабатываемости, деталь предусмотрено термообрабатывать на твердость 36÷41 HRC.

Для обеспечения чёткой фиксации расположения валика в корпусе задан размер $37_{-0,47}^{-0,01}$.

Для установки подшипников, заданы высокие требования по шероховатости – Ra0,63.

Для обеспечения равномерной осевой нагрузки подшипников, предусмотрен допуск перпендикулярности.

1.4 Сравнение отечественных и передовых зарубежных технологий и решений

Глобализация мировой экономики – давно уже свершившийся факт, несущий с собой как большие преимущества, так и серьезные недостатки. Это в полной мере относится к машиностроению, в частности к станкостроению, и отражается на всех странах - производителях и потребителях станочной продукции, в том числе и на России. Происходивший с начала 90-х годов и вызванный целым рядом политических (в первую очередь распад Союза) и экономических причин обвал национального станкостроения привел к наплыву в страну большого числа зарубежных фирм-производителей станков, инструментов и комплектующих. Здесь сыграли свою роль 2 важнейших фактора: практическое отсутствие обновления станочного парка России в течение последних 10 ÷ 12 лет и относительно быстрый рост ряда отраслей промышленности, начиная с 1999 г., вызванный дефолтом и ростом цен на нефть и другое сырье. В числе таких отраслей можно назвать автомобилестроение, топливно-энергетический комплекс, авиационную (ее военная составляющая) и оборонную промышленность.

Российское станкостроение, подорванное в результате длительного спада, не могло выдерживать конкуренции с высококлассной продукцией таких стран, как Германия, Швейцария, Япония, Италия и ряда других. Значительную часть требуемого оборудования оно не производило и раньше, а фактическое прекращение выпуска комплектующих (в значительной мере из-за отсутствия стабильного спроса на них со стороны российских потребителей, не говоря об иностранных), привело к тому, что даже станки, изготавливаемые российскими фирмами, из-за необходимости сбыта в своей стране и за рубежом, чаще всего оснащались немецкими, отчасти японскими, швейцарскими и итальянскими комплектующими.

Однако Россия еще с советских времен имеет давние связи в области станкостроения с Германией, Швейцарией, Италией, Японией, Великобританией, Францией, Болгарией и Чехией. Некоторые из этих стран (Швейцария, Италия, Япония) эти связи сохранили и расширили, другие (Великобритания, Франция, Болгария и Чехия) подрастеряли и только начинают восстанавливать. Появились на российском рынке и третьи страны (Южная Корея, Тайвань, Испания, Китай и

					151900.2016.050.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		10

др.), начавшие практически с чистого листа и уже добившиеся определенных успехов в сбыте своей продукции.

В итоге сегодня для потребителей станкоинструментальной продукции наибольший интерес представляет продукция следующих стран: Германии, Швейцарии, Италии, Испании, Японии, Кореи и Тайваня. Китайская продукция в парке российских станков занимает пока незначительное место (поставки инструментов более существенны), поскольку китайцы, выпуская в основном станки невысокого уровня и качества, играют сегодня на одном поле с российскими производителями. Однако серьезные зарубежные инвестиции в китайское станкостроение, несколько заводов ведущих западных и японских фирм, уже построенных в Китае и выпускающих высокотехнологичную продукцию (правда, пока в основном на китайский рынок) – все это заставляет предположить, что уже недалеко то время, когда на российском рынке появится серьезный и опасный конкурент, которому, тем не менее, долго придется убеждать потенциальных потребителей в высоком качестве и надежности своей продукции. В дальнейшем планируется проанализировать динамику производства за последние годы станков в семи указанных выше странах, представляющих наибольший интерес для российских потребителей теперь и могущих стать серьезными партнерами в будущем.

Ниже представлены станки ведущих стран производителей с их кратким описанием.

Новое поколение токарных станков QTN (Quick Turn Nexus) в соответствии с рисунком 1.3 — дают новые возможности повысить производительность. Такие преимущества как широкая линейка 49 моделей обрабатывающих центров позволяет удовлетворить любые потребности заказчика. Макс. длина обработки до 3000 мм, макс. диаметр обработки до 580 мм. Отличительные особенности серии QTN: Высокая точность позиционирования по всем осям X/Y/Z/C, например, у оси C 0,0001°. Возможность оснастить все модели роботом загрузчиком и программируемым люнетом. В стандартной комплектации приводная задняя бабка и закрыты все направляющие качения.

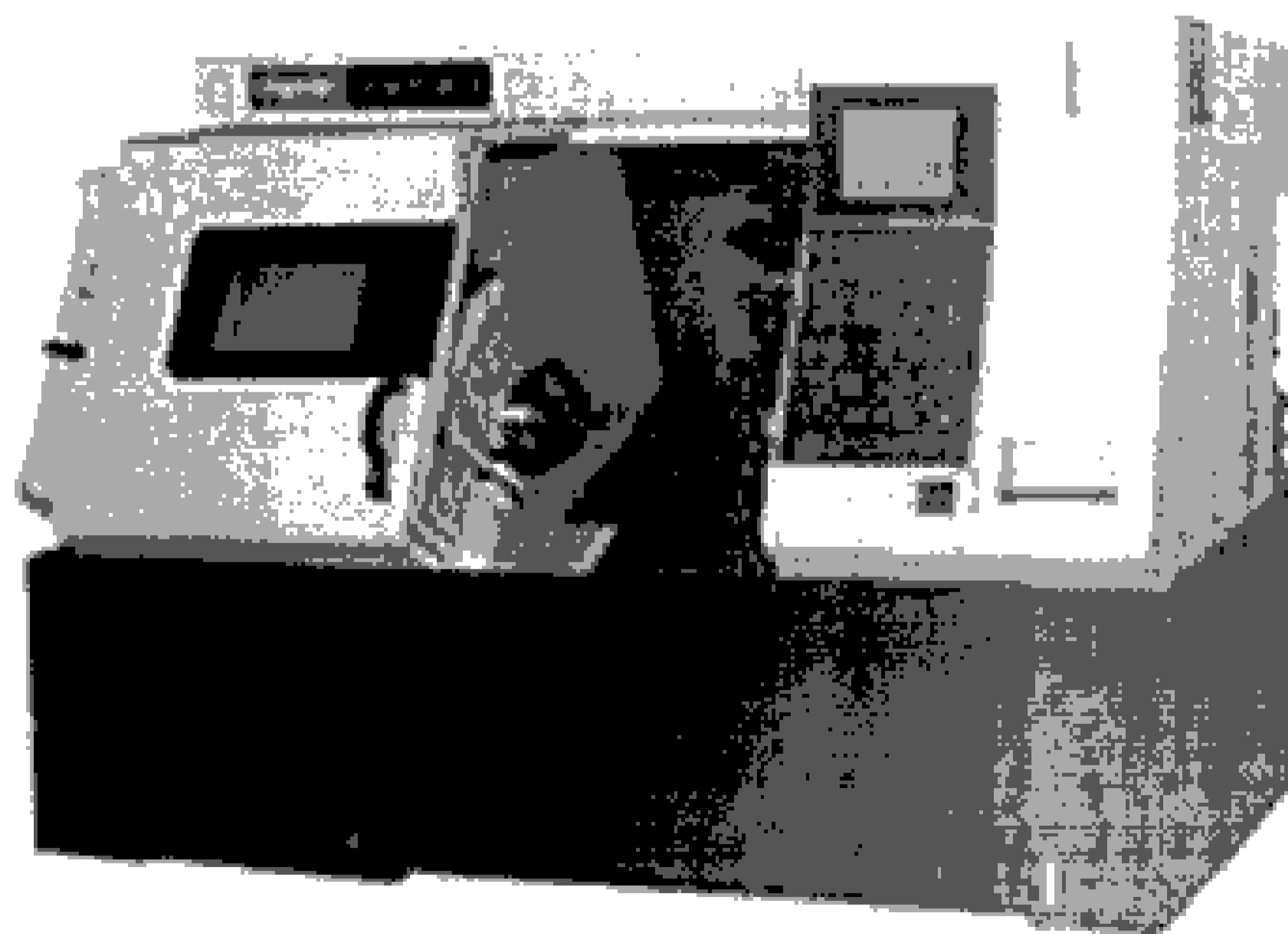


Рисунок 1.3 – Токарный станок с ЧПУ фирмы Mazak серии QTN I

									Лист
									11
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

151900.2016.050.000 ПЗ

Следующий токарный станок с ЧПУ. Неизменно высокая производительность и стабильные рабочие характеристики. Производится на кибер-заводах компании Mazak. Сочетание в станках NEXUS II передовых технологий, высокой производительности и разумные цены гарантируют покупателям необходимый кпд. Токарные станки с ЧПУ отличаются улучшенной стабильностью обработки, повышенной безопасностью и простотой управления благодаря системе ЧПУ 6-го поколения Mazatrol Matrix Nexus. Производство станков серии Nexus II началось на всех 7 кибер-заводах компании Mazak, что гарантирует техническую поддержку на высоком уровне по всему миру.

Созданы, чтобы соответствовать всем требованиям— станки серии NEXUS II в соответствии с рисунком 1.4.



Рисунок 1.4 – Токарный станок с ЧПУ фирмы Mazak серии Quick Turn Nexus II

Токарные станки с ЧПУ с 2-мя шпинделями, 2- / 3-мя инструментальными головками.

Производительность 1G. Появление серии станков Multiplex в соответствии с рисунком 1.5, разработанной для среднесерийного производства было благо-склонно встречено металлообрабатывающей промышленности во все мире. Все станки данной серии (включая модель MULTIPLEX 8200Y с нижней револьверной головкой, которая дает возможность осуществлять одновременную обработку по 4 осям) удовлетворяют разнообразным технологическим требованиям.



Рисунок 1.5 – Токарный станок с ЧПУ фирмы Mazak серии Multiplex

					151900.2016.050.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		12

Новое поколение многоцелевых станков вертикальной компоновки мирового уровня.

Многоцелевые станки вертикальной компоновки для одновременной 5-осевой обработки нескольких поверхностей.

Обработка сложных заготовок на высоком уровне. В ответ на требования рынка компания MAZAK выпускает современные станки с применением новейших технологий. Поворотная шпиндельная головка обеспечивает высокую точность обработки благодаря механизму безззорной передачи.

1.5 Задачи проектирования

- Разработать технологический процесс, выполнить размерный анализ технологического процесса;
- разработать приспособление для сверления отверстия и фрезерования паза;
- разработать фрезы для фрезерования зубьев;
- разработать приспособление для контроля смещения середины зуба;
- выполнить планировку участка;
- выполнить ориентировочный расчет себестоимости изготовления детали

										Лист
										13
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

151900.2016.050.000 ПЗ

2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

2.1 Анализ технологичности детали и существующего технологического процесса

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.

Технологичная конструкция детали должна предусматривать:

- создание деталей наиболее рациональной формы с легкодоступными для обработки поверхностями и достаточной жесткостью с целью уменьшения трудоемкости и себестоимости механической обработки;
- наличие на детали удобных базирующих поверхностей;
- наиболее рациональный способ получения заготовок с размерами формой возможно более близким к форме готовой детали.

В результате проведенного анализа базового варианта технологического процесса приходим к выводу, что деталь является технологичной по своей конструкции, коэффициент использования материала максимальный. В целом к конструкции детали нет претензий. Проанализировав существующий технологический процесс, были выявлены следующие недостатки:

- оборудование, используемое на операциях в основном с ручным управлением;
- оборудование недостаточно загружено;
- виды обработки недостаточно прогрессивны;

В результате приходим к выводу, что необходимо провести следующие изменения:

- в качестве заготовки использовать штамповку;
- часть операций можно объединить и выполнить их на станках с ЧПУ;
- на некоторых операциях выбрать другие методы обработки и другой инструмент;
- термическую обработку выполнять в вакууме, чтобы предотвратить появление окалины.

2.2 Разработка предлагаемого варианта технологического процесса

2.2.1 Выбор вида заготовки и метода ее получения

Исходя из вида производства, материала детали, габаритных размеров, условий работы детали в узле, в качестве метода получения заготовки принимаем штамповку в соответствии с рисунком 2.1. Метод её изготовления, как более производительный и точный – штамповка на кривошипном горячештамповочном прессе (ГКШП) в открытом штампе.

					151900.2016.050.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		14

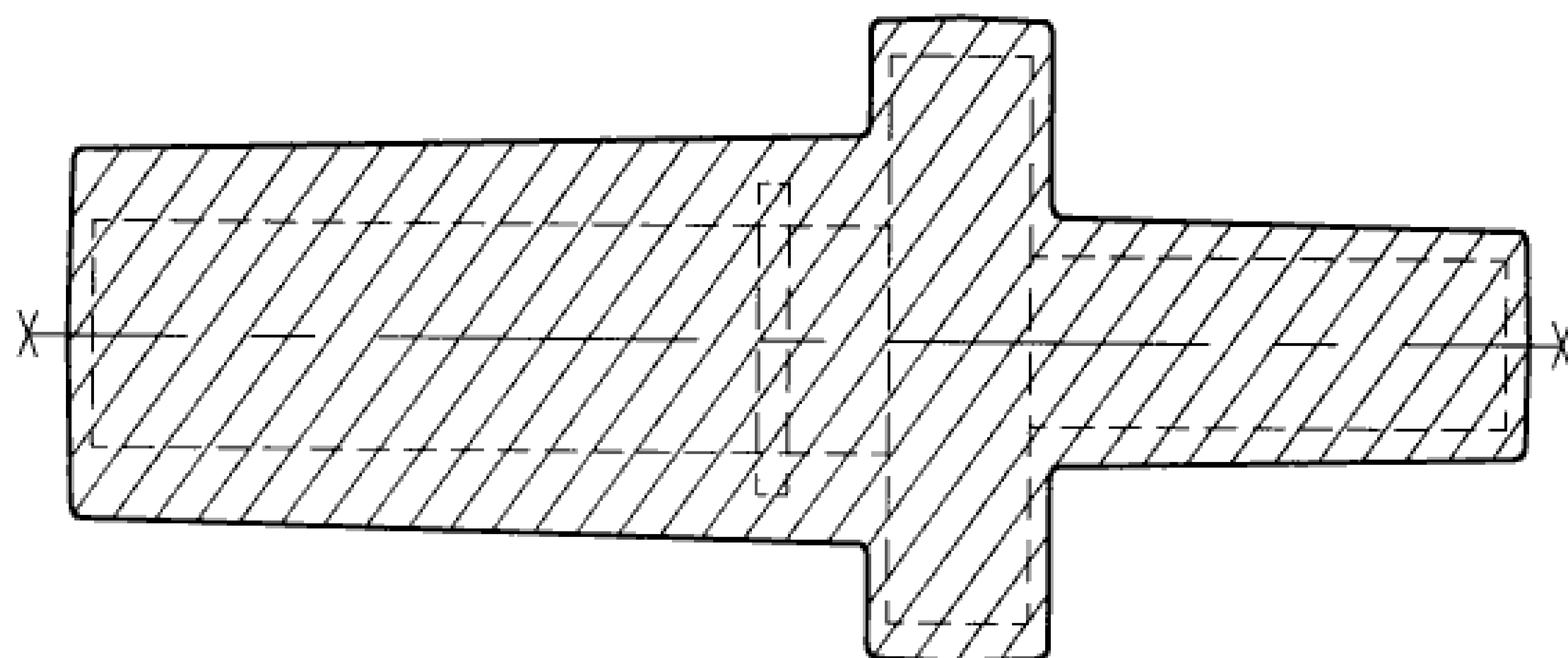


Рисунок 2.1 – Форма заготовки

1. Класс точности Т4; группа стали М1; степень сложности С2; исходный индекс 8.
2. Допускаемое смещение по поверхности разъёма штампа 0,1 мм.
3. Допускаемая величина допускаемого облоя 0,5 мм.
4. Штамповочные уклоны – 2°, штамповочные радиусы R1.

2.2.2 Выбор технологических баз и определение последовательности обработки поверхностей детали

За технологические базы на первых операциях принимаем наружные цилиндрические поверхности. Так как поверхности имеют штамповочные уклоны, то за первую черновую базу принимаем поверхность имеющую наибольшую протяжённость, что позволит установить деталь с наименьшим биением противоположной поверхности.

Далее принимаем обработанную поверхность за базу и обрабатываем вторую цапфу.

На последующих операциях производим чистовую обработку наружных поверхностей цапф, а также получаем новые базовые поверхности – центровые фаски, для обработки в них основных базовых поверхностей. Далее за базы принимаем сочетание данных поверхностей при последующей обработке.

Обработку детали «Валик» производим в следующей последовательности:

1. На первых токарных операциях обрабатываем весь наружный контур детали, получаем центровые фаски на торцах.
2. Производим термообработку.
3. Доводим центровые фаски.
4. Фрезеруем зубья, зубчатого сектора на $\phi 20_{-0,84}$.
5. Фрезеруем червячное колесо с наружным $\phi 7,2_{-0,036}^{-0,032}$.
6. Сверлим отверстие $\phi 2,2^{+0,2}$, фрезеруем паз $4 \pm 0,1$.
7. Фрезеруем контур по $\phi 20_{-0,84}$.
8. Шлифуем наружный контур детали.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

151900.2016.050.000 ПЗ

Лист

15

2.2.3 Выбор методов и определение количества переходов для обработки поверхностей детали

В качестве примера рассчитаем метод обработки одной самой точной поверхности, на остальные поверхности количество необходимых переходов определим по таблице.

Такой поверхностью является наружный диаметр правой цапфы $\phi 6_{-0,033}^{-0,025}$ в соответствии с рисунком 2.2.

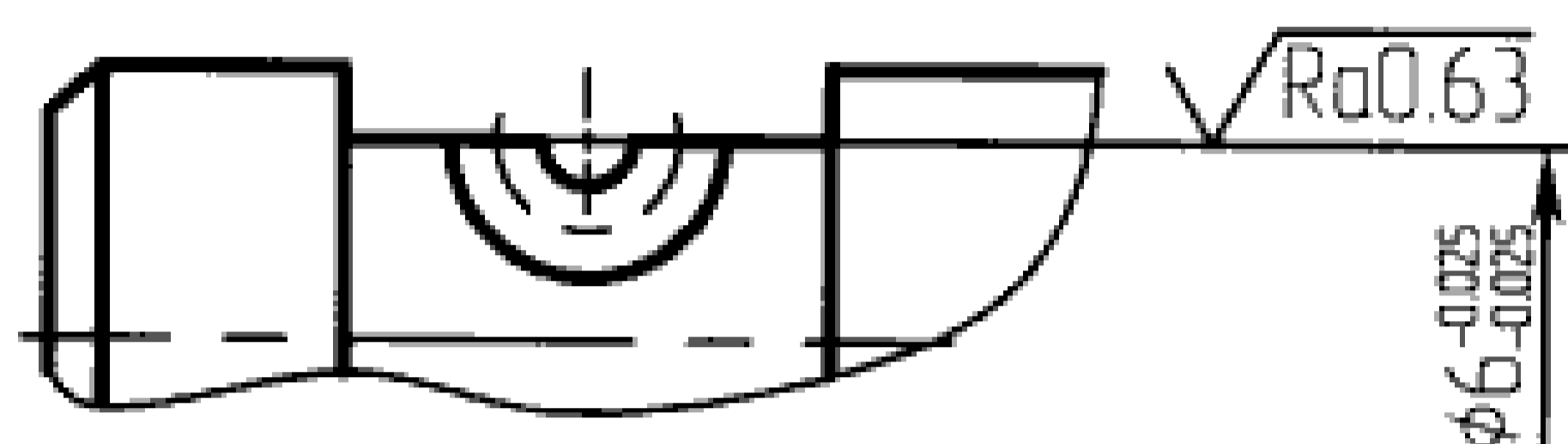


Рисунок 2.2 – Эскиз поверхности

$$\begin{aligned}T_3 &= 0,36IT_d = 14 \\R_a &= 25 \\T_d &= 0,008IT_d = 6R_a = 0,63\end{aligned}$$

Сравниваем два уточнения

$$\begin{aligned}\epsilon_\phi &= \frac{0,36}{0,008} = 45 \\ \epsilon_{R_a} &= \frac{25}{0,63} = 39,6\end{aligned}$$

Выбираем максимальное уточнение $\epsilon_\phi = 45$

Данные параметры по точности и шероховатости обеспечиваются чистовым шлифованием.

Определяем номинальный припуск под чистовое шлифование:

$$Z_{н.шл} = 0,1 \text{ мм}$$

Находим операцию предшествующую чистовому шлифванию.

$$T_{i-1} = \frac{0,1}{2 \dots 4} = 0,05 \dots 0,025$$

Принимаем допуск предшествующей операции

$$\begin{aligned}T_{i-1} &= 0,05. \\ \epsilon_{\text{чист.шл}} &= \frac{0,05}{0,004} = 12,5\end{aligned}$$

Для чернового точения $T_{з.пл.шл} = 0,15$ (предшествующий переход чистовому шлифованию).

$$\varepsilon_1 = \frac{0,36}{0,15} = 2,40.$$

$$\varepsilon_1 * \varepsilon_{\text{чист.шл}} = 2,40 * 12,5 = 30,00$$

$30 < 45$, значит следует принять промежуточный метод обработки.

$$\varepsilon_{\text{пр}} = \frac{45}{30} = 1,5$$

Уточнение 3 надо принять на промежуточных переходах.

Для $T_{i-1} = 0,058$ (допуск чистового точения) $Z_{\text{ном}} = 0,52$ (номинальный припуск для чистового точения)

$$T_{i-2} = \frac{0,52}{2 \dots 4} = 0,26 \dots 0,13$$

$$T_{i-2} = 0,13$$

Находим уточнение, которое позволит обеспечить чистовое точение.

$$\varepsilon_{i-2} = \frac{0,15}{0,1} = 1,5$$

Определяем уточнение этих двух способов

$$\varepsilon = \varepsilon_{\text{чист.шл}} \cdot \varepsilon_{i-2} \cdot \varepsilon_1 = 12,5 \cdot 1,5 \cdot 2,4 = 45$$

$$\varepsilon'_d = 90$$

$$\varepsilon'_d = 90 \geq 90$$

Следовательно, обработка $\phi 6_{-0,033}^{-0,025}$ будет состоять из следующих переходов:

- 1 переход Черновое точение (h14; $R_a 10$)
- 2 переход Чистовое точение (h11; $R_a 5$)
- 3 переход Чистовое шлифование (h6; $R_a 0,63$)

Для остальных поверхностей количество переходов определяем табличным методом [2]

Обработка левого наружного торца детали $33 \pm 0,2$ (h13; $R_a 3,2$)

- 1 переход Черновое точение (h14; $R_a 12,5$)
- 2 переход Получистовое точение (h13; $R_a 3,2$)

Обработка наружного $\phi 8_{-0,028}^{-0,013}$ (h7; $R_a 0,63$)

- 1 переход Черновое точение (h14; $R_a 10$)
- 2 переход Чистовое точение (h11; $R_a 5$)
- 3 переход Чистовое шлифование (h7; $R_a 0,63$)

					151900.2016.050.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		17

Обработка наружного $\phi 6_{-0,033}^{-0,025}$ (h6; $R_a 0,63$)

1 переход Черновое точение (h14; $R_a 10$)

2 переход Чистовое точение (h11; $R_a 5$)

3 переход Чистовое шлифование (h6; $R_a 0,63$)

Обработка наружной канавки размер $1^{+0,14}$ (h13; $R_a 3,2$)

1 переход Получистовое точение (h13; $R_a 3,2$)

Обработка правого наружного торца детали $37_{-0,47}^{-0,01}$ (h13; $R_a 3,2$)

1 переход Черновое точение (h14; $R_a 12,5$)

2 переход Получистовое точение (h13; $R_a 3,2$)

Обработка зубчатого венца $\phi 20_{-0,084}$ (h13; $R_a 3,2$)

1 переход Черновое точение (h14; $R_a 10$)

2 переход Чистовое точение (h11; $R_a 5$)

3 переход Чистовое фрезерование (h12; $R_a 10$)

4 переход Чистовое шлифование (h7; $R_a 0,63$)

Сверление отверстия $\phi 2^{+0,2}$ (H13; $R_a 1,6$)

1 переход Зацентровка отверстия

2 переход Сверление отверстия (H13; $R_a 2,5$)

3 переход Развернуть отверстие (H13; $R_a 1,6$)

Сверление отверстия $\phi 3^{+0,25}$ (H13; $R_a 3,2$)

1 переход Зацентровать торец

2 переход Сверлить отверстие (H13; $R_a 3,2$)

Фрезерование лыски $4,5 \pm 0,1$ (H13; $R_a 3,2$)

1 переход Фрезеровать лыску (H13; $R_a 3,2$)

Обработка наружной канавки $\phi 7$ (h13; $R_a 3,2$)

1 переход Получистовое точение (h13; $R_a 3,2$)

Обработка торцевой канавки глубиной 2 мм 15° (h13; $R_a 3,2$)

1 переход Получистовое точение (h13; $R_a 3,2$)

Обработка левого буртика $\phi 11$ (h13; $R_a 3,2$)

1 переход Получистовое точение (h13; $R_a 6,3$)

2 переход Чистовое точение (h11; $R_a 3,2$)

Обработка наружной канавки $\phi 7$ (h13; $R_a 3,2$)

1 переход Получистовое точение (h13; $R_a 3,2$)

2.2.4 Формирование операций

000 Заготовительная.

005 Контрольная

010 Токарная с ЧПУ. Чистовое точение $\phi 20,4$; $\phi 6,4$; $\phi 5,5$. Станок токарный с ЧПУ «16Б16Т1С1».

015 Токарная с ЧПУ. Чистовое точение $\phi 13$; $\phi 11$; $\phi 8,4$; $\phi 7,8$; $\phi 7,2$. Сверление $\phi 3$. Станок токарный с ЧПУ «16Б16Т1С1».

020 Закалка (36...41 HRC)

										Лист
										18
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	151900.2016.050.000 ПЗ					

- 025 Доводочная. Довести центровые фаски. Доводочная установка.
- 030 Зубофрезерная. Фрезерование зубьев на $\varnothing 20,4$. Станок зубофрезерный универсальный «53А30»
- 035 Зубофрезерная. Фрезерование зубьев на $\varnothing 7,2$. Станок зубофрезерный универсальный «5К310»
- 040 Электрохимическая. Электрохимическая установка «4408Д».
- 045 Фрезерно-сверлильная. Фрезерование паза $4 \pm 0,1$. Сверление $\varnothing 2$. Развёртывание $\varnothing 2,2$. Обрабатывающий центр «ВМ12-500».
- 050 Фрезерная. Фрезерование поверхностей $\varnothing 8; 1,5 \max$. Станок фрезерный «ОФ-55».
- 055 Слесарная. Верстак.
- 060 Круглошлифовальная. Шлифовать поверхность $\varnothing 8$. Станок круглошлифовальный «ЗБ151П».
- 065 Круглошлифовальная. Шлифовать поверхность $\varnothing 20$. Станок круглошлифовальный «ЗБ151П».
- 070 Круглошлифовальная. Шлифовать поверхность $\varnothing 6$. Станок круглошлифовальный «ЗБ151П».
- 075 Промывочная. Моечная машина «МЗ-2».
- 080 Контрольная. Контрольный стол.
- 085 Детали отправить в гальванический цех на покраску риски Е.

2.3 Размерный анализ разработанного технологического процесса [14]

2.3.1 Преобразование и кодирование чертежа детали

Преобразование и кодирование детали представлено в соответствии с рисунками 2.3 и 2.4.

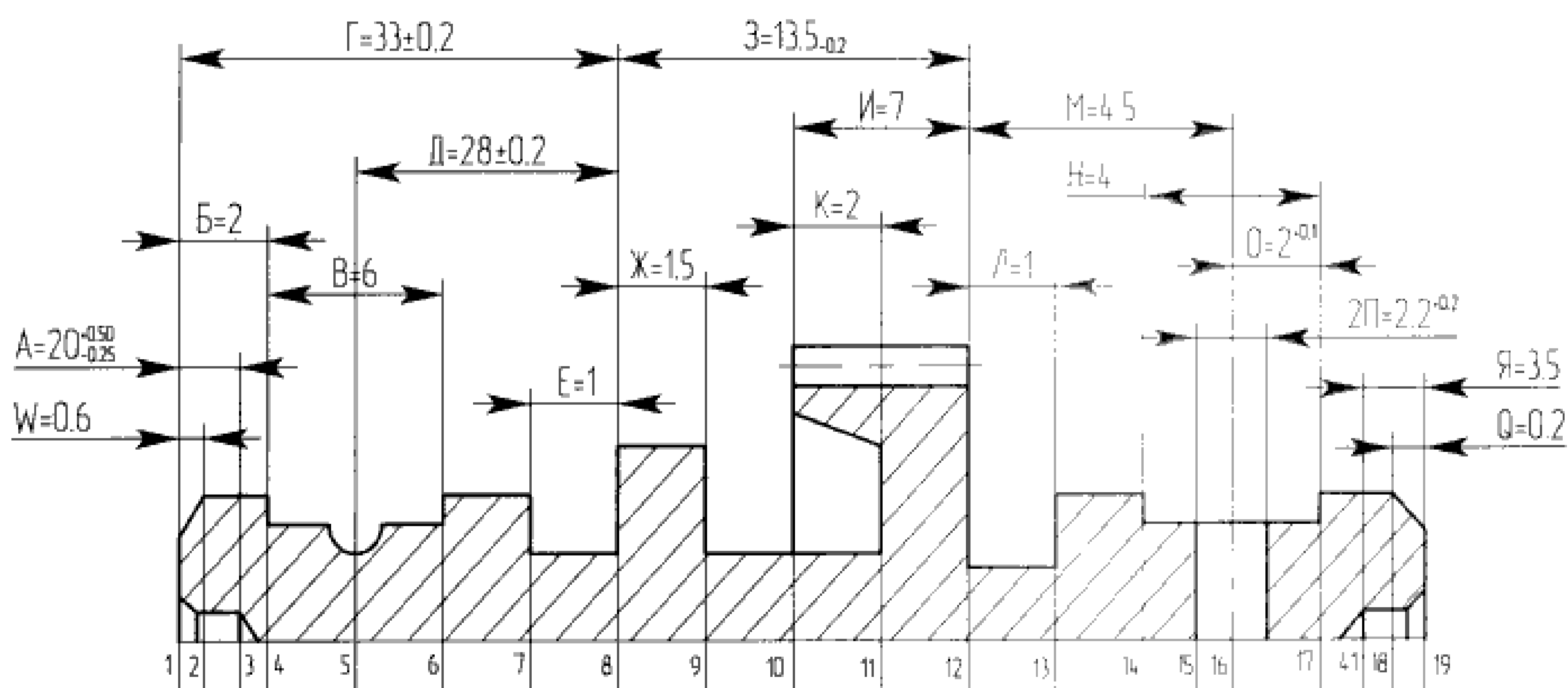


Рисунок 2.3 – Преобразованный чертеж детали в линейной проекции

				Лист	
				19	
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	

151900.2016.050.000 ПЗ

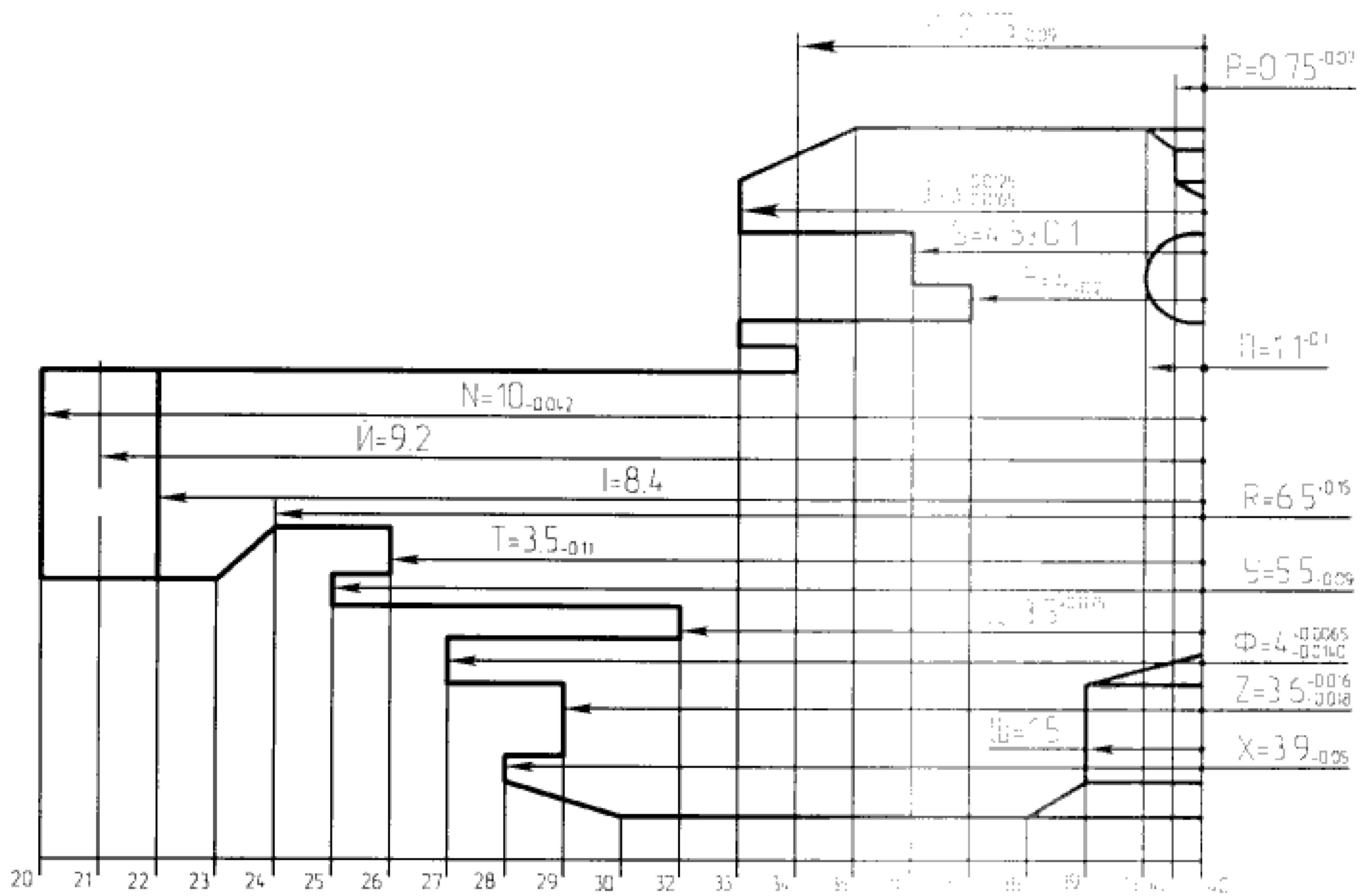


Рисунок 2.4 – Преобразованный чертеж детали в диаметальной проекции

2.3.2 Технологический маршрут изготовления детали

Технологический маршрут изготовления детали приведен в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Технологический маршрут

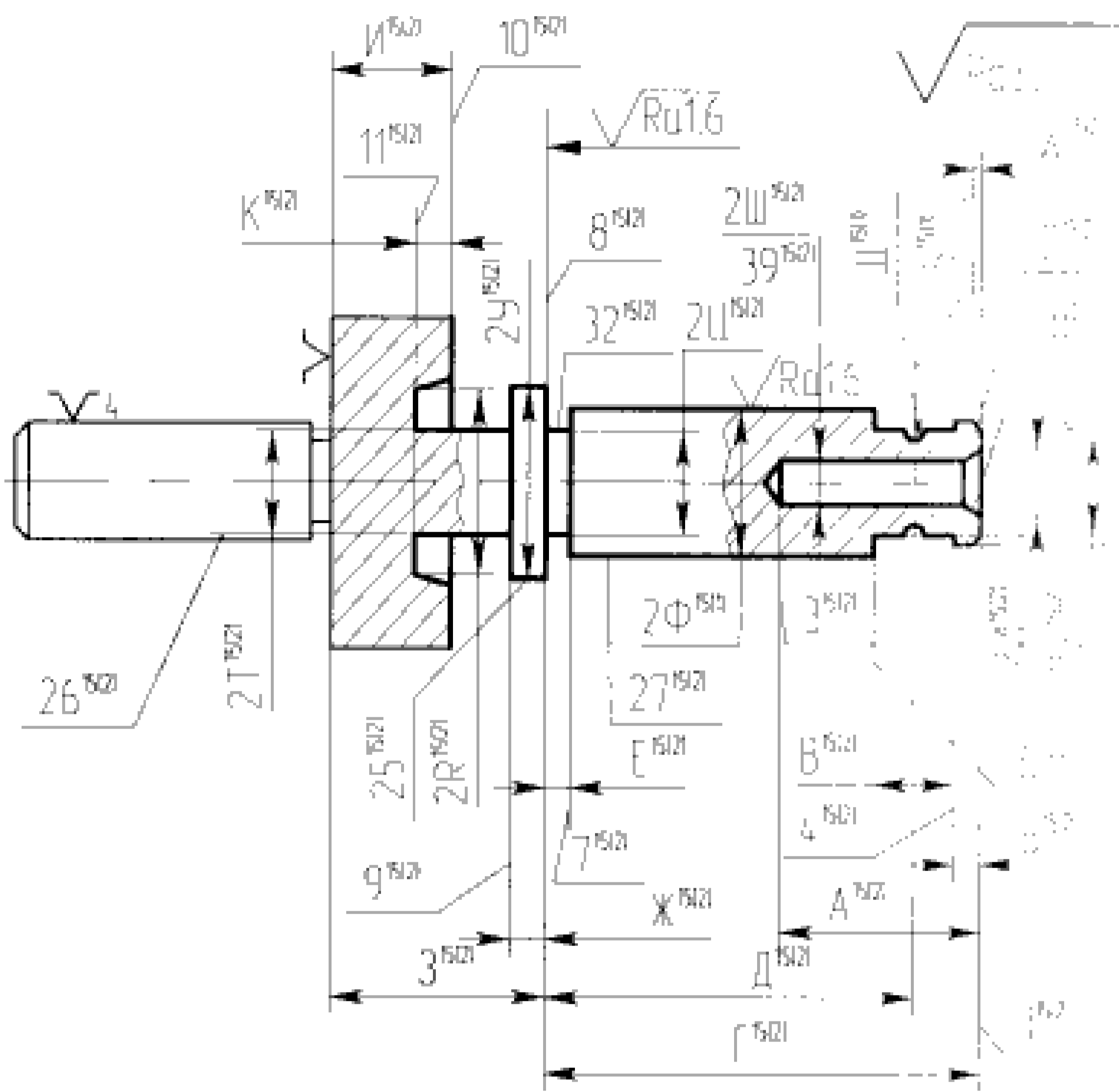
№ опер.	Эскиз	Технические требования
000 Заготовительная		$T_L^{00}=0,74$ $T_G^{00}=0,74$ $T_{2Y}^{00}=0,36$ $T_{2N}^{00}=0,52$ $T_{2\Theta}^{00}=0,36$ $T_I^{00}=0,58$ $\odot 40^{00}; 20^{00}=0,04$ $\odot 40^{00}; 33^{00}=0,04$ $\perp 10^{00}, 40^{00}=0,4$

Продолжение таблицы 2.1

<p>010(1)Токарная с ЧПУ</p>		<p> $T2N^{10(1)}=0,33$ $T2\mathcal{D}^{10(1)}=0,15$ $TИ^{10(1)}=0,36+\Delta_{10}^{\circ}$ $TQ^{10(1)}=0,14$ $\odot 25^{10(1)}; 20^{10(1)}=0,025$ $\odot 20^{10(1)}; 33^{10(1)}=0,025$ </p>
<p>010 (2) Токарная с ЧПУ</p>		<p> $TИ^{10(2)}=0,22$ $TG^{10(2)}=0,46$ $TЛ^{10(2)}=0,14$ $TQ^{10(2)}=0,14$ $TЯ^{10(2)}=0,18$ $T2Ю^{10(2)}=0,18$ $T2P^{10(2)}=0,14$ $T2N^{10(2)}=0,21$ $T2\mathcal{D}^{10(2)}=0,058$ $\odot 40^{10(2)}; 33^{10(2)}=0,016$ $\odot 20^{10(2)}; 33^{10(2)}=0,016$ $\odot 25^{10(2)}; 20^{10(2)}=0,012$ $\perp 12^{10(2)}; 33^{10(2)}=$ </p>
<p>015¹Токарная с ЧПУ</p>		<p> $TИ^{15(1)}=0,09$ $TС^{15(1)}=0,39$ $TГ^{15(1)}=0,39$ $TВ^{15(1)}=0,15$ $TБ^{15(1)}=0,14$ $TW^{15(1)}=0,4$ $T2X^{15(1)}=0,15$ $T2Z^{15(1)}=0,09$ $T2\Phi^{15(1)}=0,15$ $T2Y^{15(1)}=0,27$ $\odot 33^{15(1)}; 29^{15(1)}=0,025$ $\odot 33^{15(1)}; 28^{15(1)}=0,025$ $\odot 33^{15(1)}; 25^{15(1)}=0,025$ $\odot 20^{20(2)}; 25^{15(1)}=0,005$ </p>

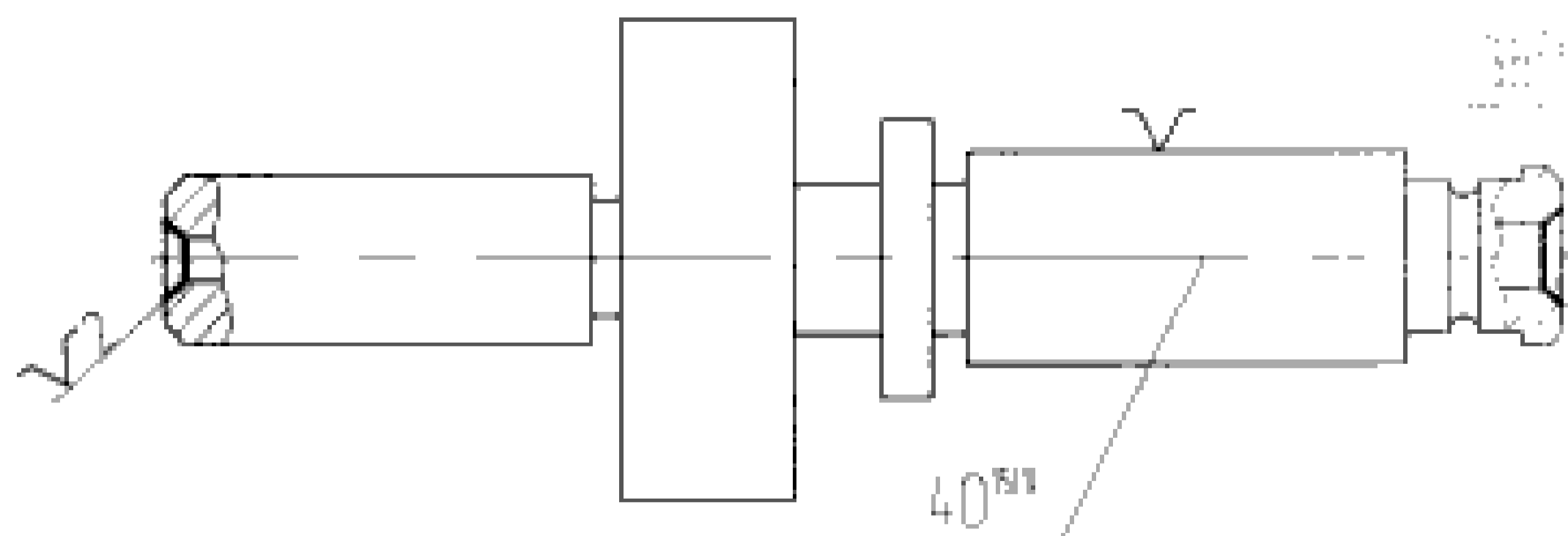
Продолжение таблицы 2.1

015¹¹ТокарнаяЧПУ



- TK¹⁵⁽²⁾=0,14
- TC¹⁵⁽²⁾=0,39
- TK¹⁵⁽²⁾=0,39
- TK¹⁵⁽²⁾=0,15
- TK¹⁵⁽²⁾=0,14
- TK¹⁵⁽²⁾=0,4
- TK¹⁵⁽²⁾=0,18
- TK¹⁵⁽²⁾=0,33
- TK¹⁵⁽²⁾=0,14
- TK¹⁵⁽²⁾=0,14
- TK¹⁵⁽²⁾=0,52
- TK¹⁵⁽²⁾=0,058
- TK¹⁵⁽²⁾=0,14
- TK¹⁵⁽²⁾=0,3
- TK¹⁵⁽²⁾=0,09
- TK¹⁵⁽²⁾=0,036
- TK¹⁵⁽²⁾=0,18
- TK¹⁵⁽²⁾=0,058
- TK¹⁵⁽²⁾=0,15
- TK¹⁵⁽²⁾=0,18
- TK¹⁵⁽²⁾=0,22
- TK¹⁵⁽²⁾=0,27
- ⊙ 40¹⁵⁽¹⁾;28¹⁵⁽²⁾=0,016
- ⊙ 40¹⁵⁽¹⁾;27¹⁵⁽²⁾=0,016
- ⊙ 40¹⁵⁽¹⁾;38¹⁵⁽²⁾=0,008
- ⊙ 40¹⁵⁽¹⁾;25¹⁵⁽²⁾=0,016
- ⊙ 40¹⁵⁽¹⁾;29¹⁵⁽²⁾=0,016
- ⊥ 8¹⁵⁽²⁾;27¹⁵⁽²⁾=0,05

025 Доводочная



- TK²⁵=0,3
- ⊙ 40¹⁵⁽¹⁾;38²⁵=0,005

Продолжение таблицы 2.1

030 Зубофрезерная

$T2I^{30}=0,07$
 $T2Й^{30}=0,084$

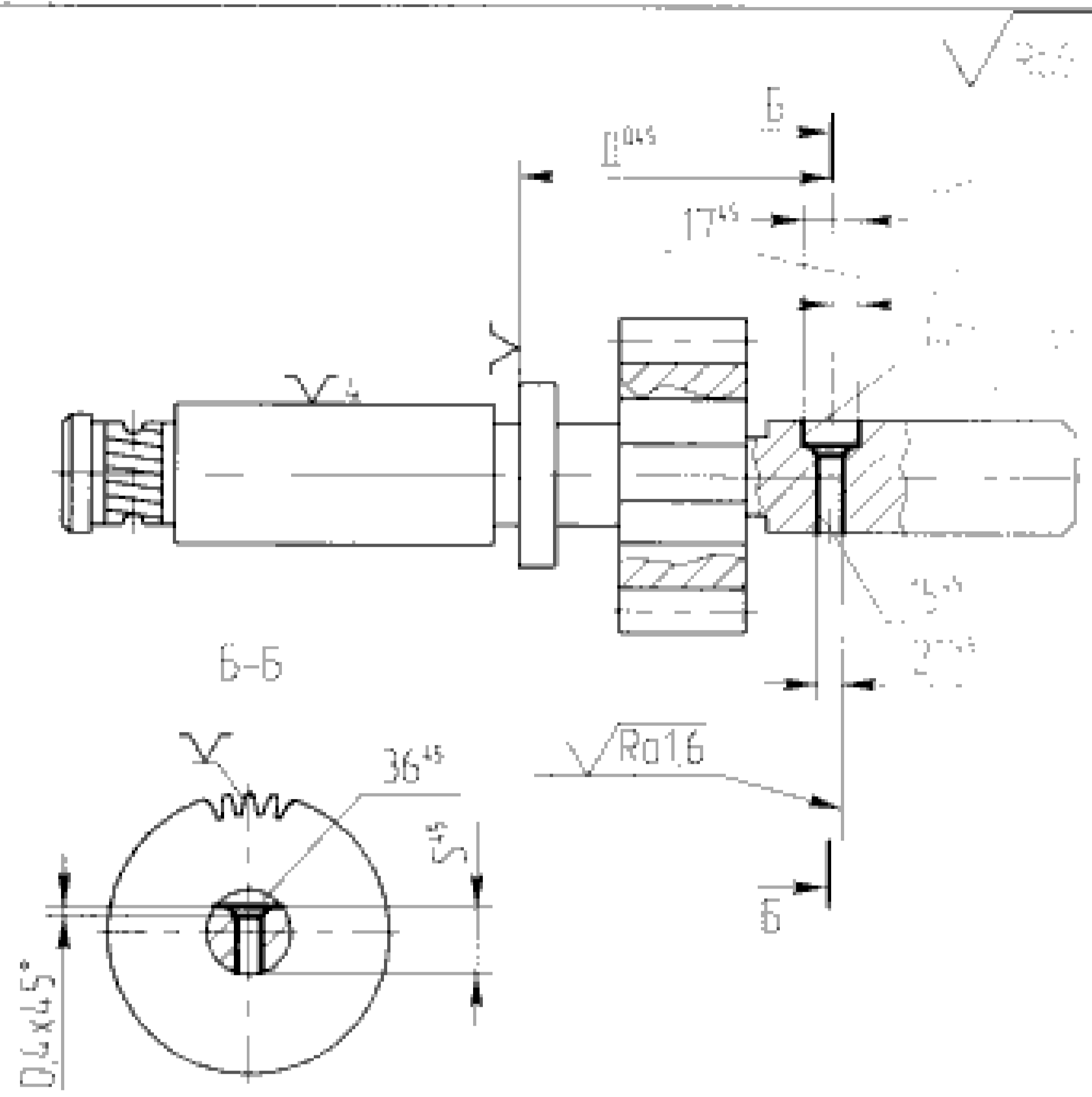
035 Зубофрезерная

$TД^{30}=0,33+\Delta$
 $TV^{35}=0,19+\Delta_{603}=0,19$

					Лист
151900.2016.050.000 ПЗ					23
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	

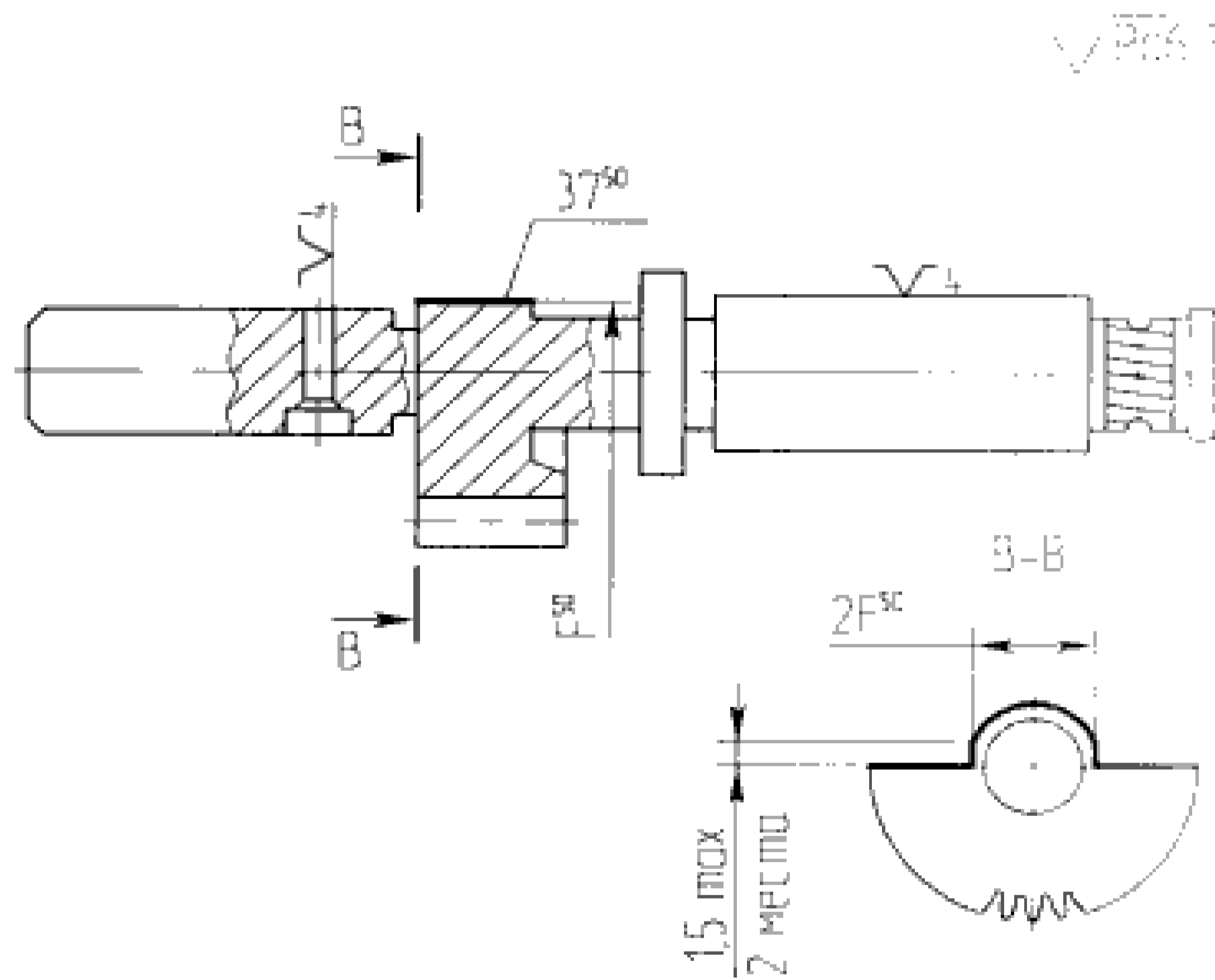
Продолжение таблицы 2.1

045 Фрезерно - сверлильная



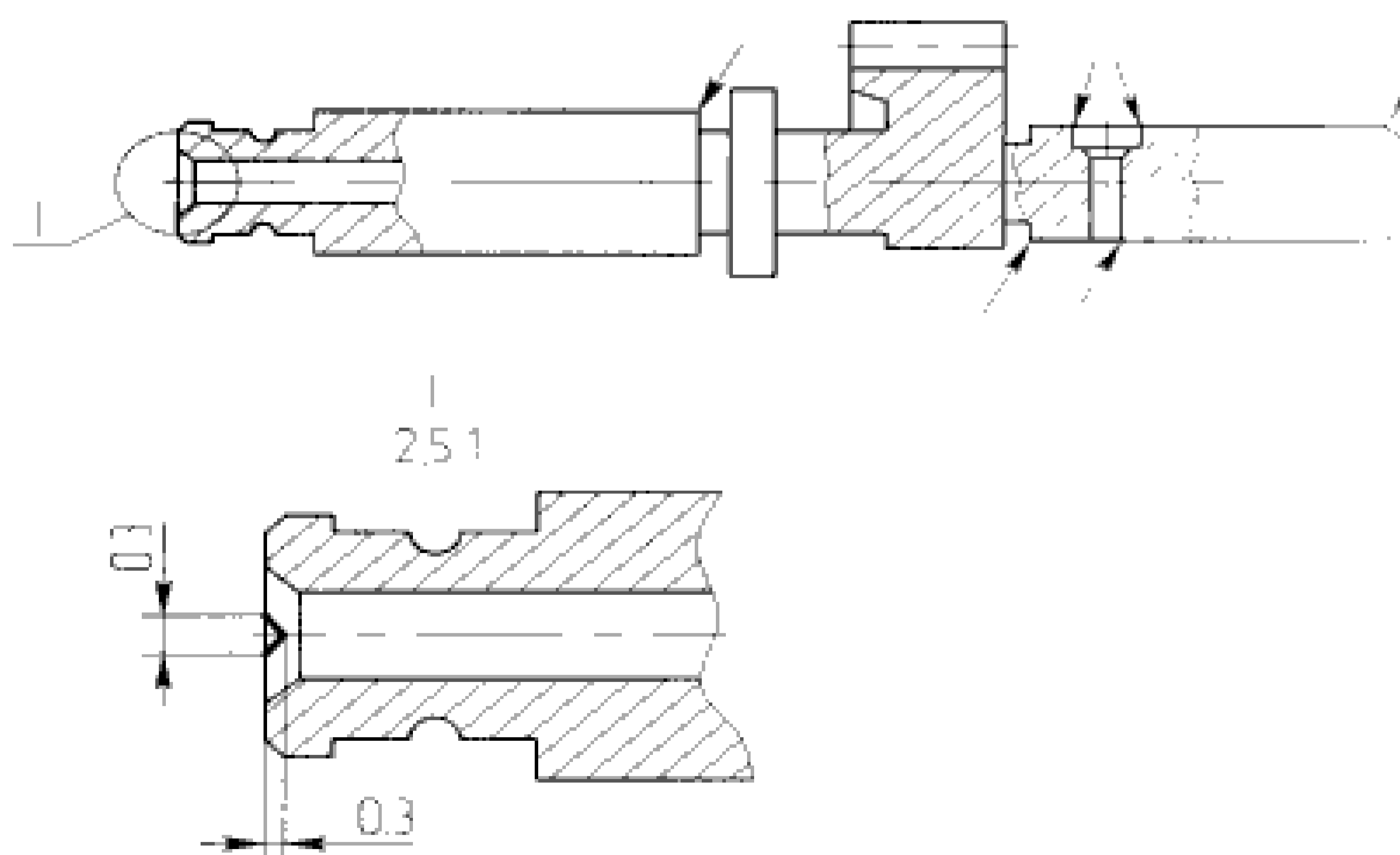
$TS^{45}=0,18$
 $TO^{45}=0,1$
 $TI^{45}=0,12$
 $TM^{45}=0,12$
 $T2I^{45}=0,14$
 $\times 15^{45}, 33^{45}=0,05$
 $TD^{45}=0,3$

050 Фрезерная



$T2F^{50}=0,36$

055 Слесарная



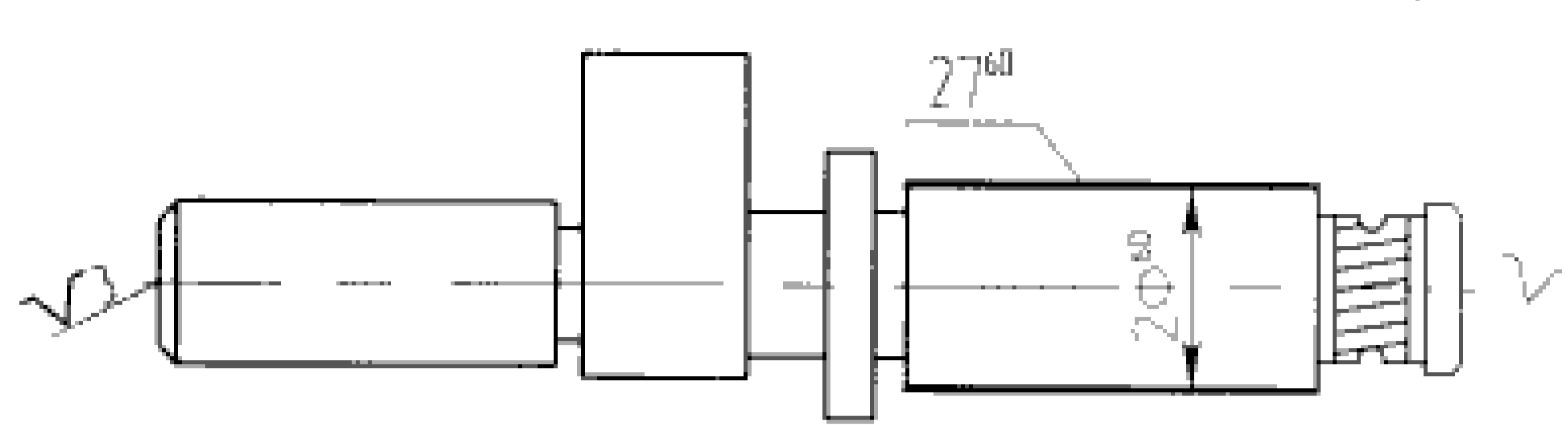
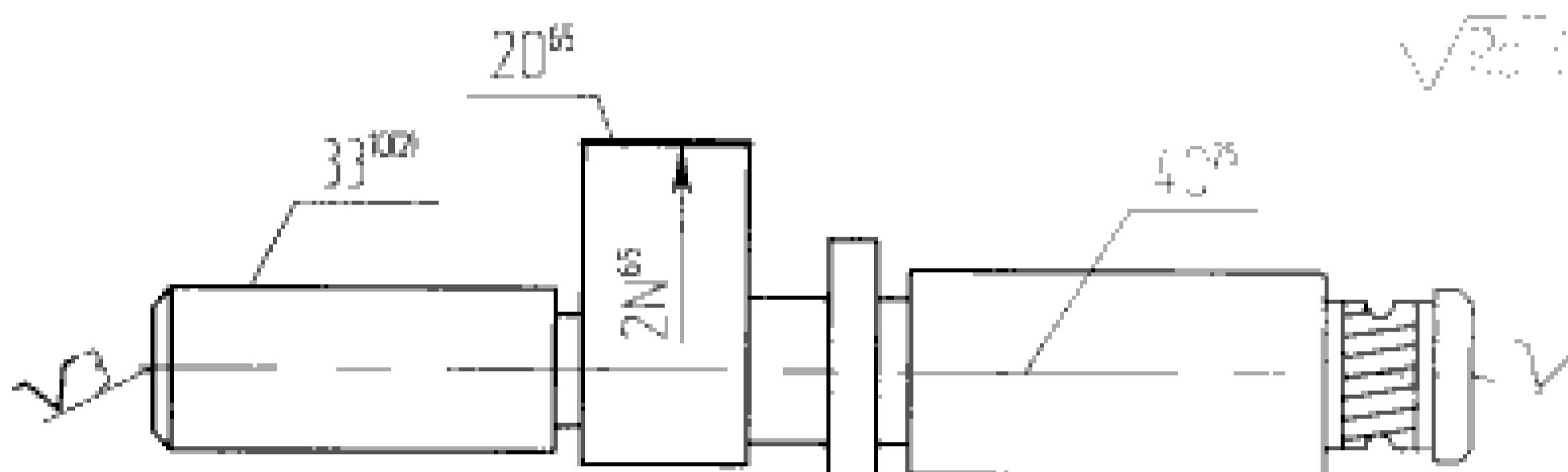
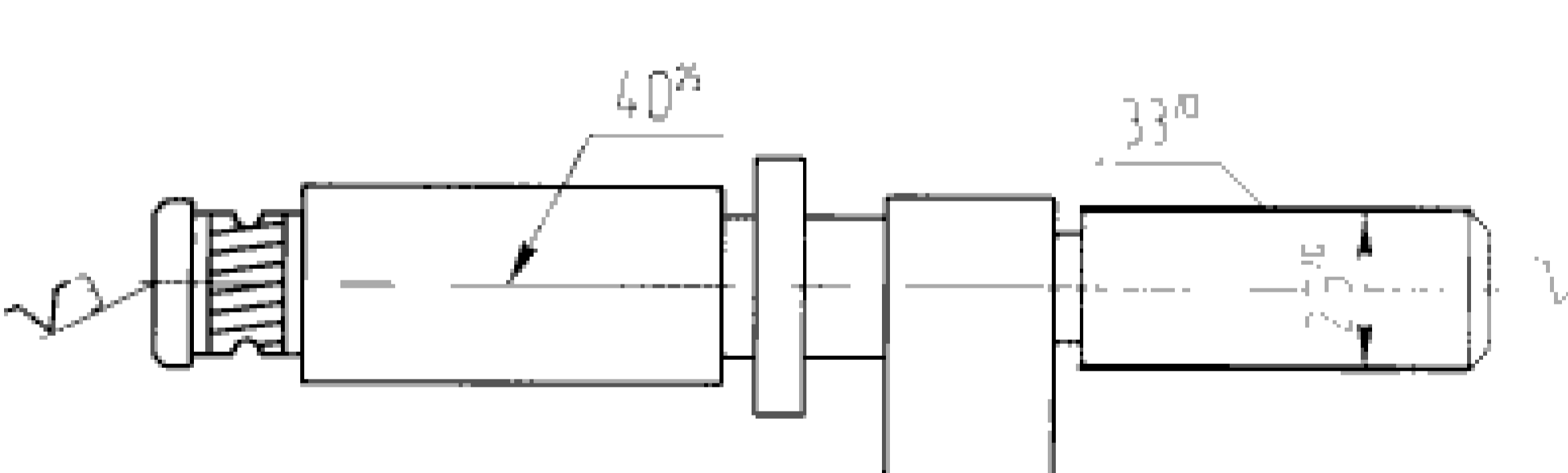
151900.2016.050.000 ПЗ

Лист

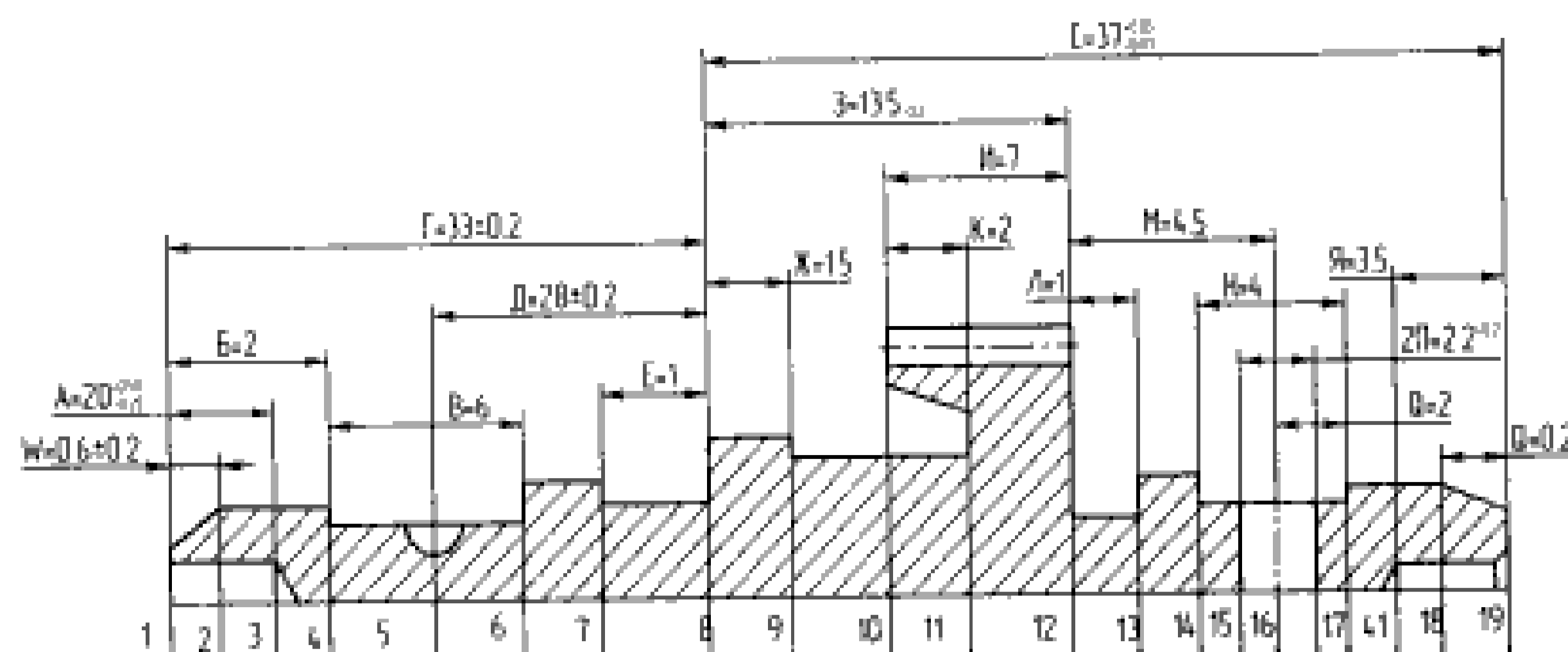
24

Изм. Лист № докум. Подпись Дата

Продолжение таблицы 2.1

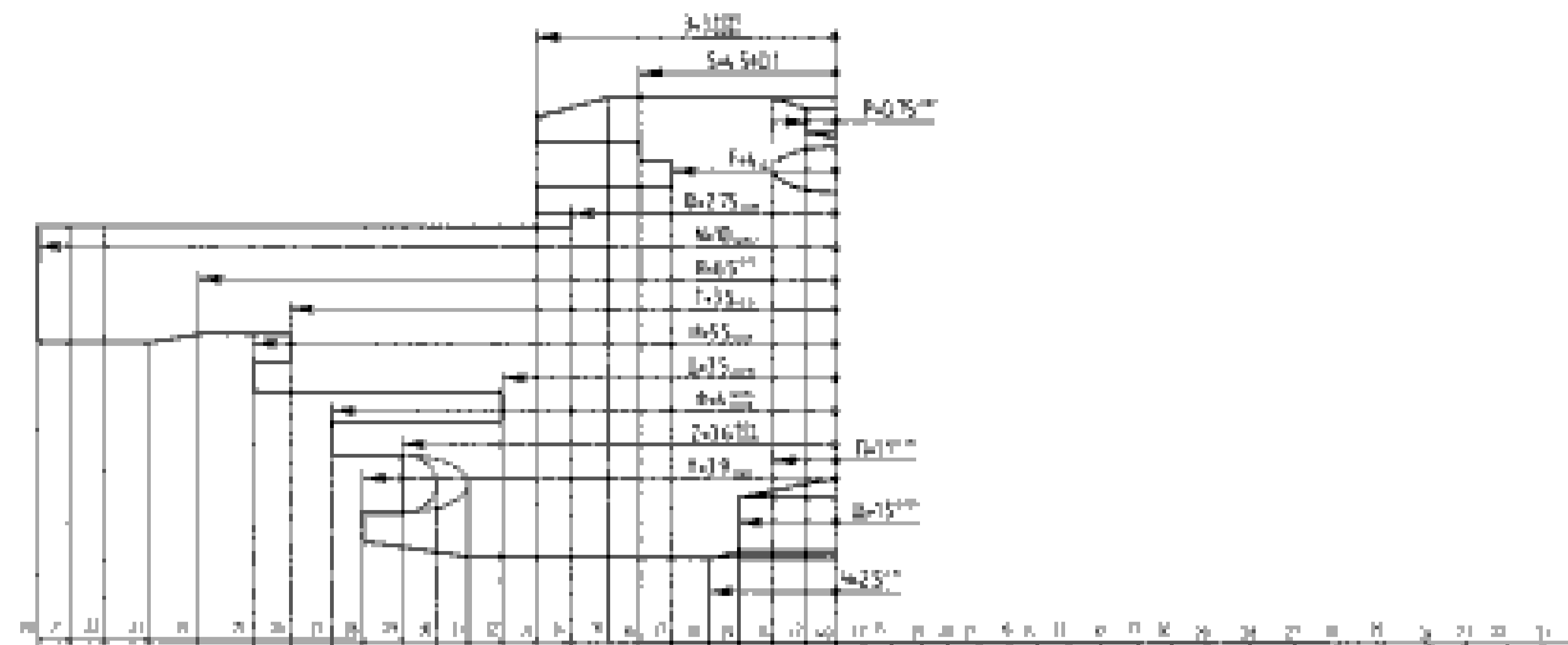
060 Круглошлифовальная		\sqrt{Rz} $T2\Phi^{60}=0,015$ $\textcircled{\Phi} 40^{25}, 27^{60}=0,01$
065 Круглошлифовальная		\sqrt{Rz} $T2N^{65}=0,084$ $\textcircled{\Phi} 20^{65}, 33^{10(2)}=0,01$ $\textcircled{\Phi} 40^{25}, 20^{65}=0,01$
070 Круглошлифовальная		\sqrt{Rz} $T2\Theta^{70}=0,008$ $\textcircled{\Phi} 40^{25}, 33^{70}=0,01$

На основании разработанного технологического маршрута изготовления детали составляем: схему продольных размеров в соответствии с рисунком 2.5; схему радиальных размеров в соответствии с рисунком 2.6 и схему пространственных отклонений в соответствии с рисунком 2.7.



	Z Zmin, Zmax	TAi		Уровневые размерной цепи	Опер. размер
65 Круглошлиф	$Z_1^{(1)} \text{min} = 0.0125$ $Z_1^{(2)} \text{min} = 0.0125$	$T_8^{(1)} = 0.09$ $T_6^{(1)} = 0.06$		$Z_1^{(1)} - Z_1^{(2)} - B^{(1)} - B^{(2)}/2$	$B^{(1)} = 2_{+0.06}^{+0.08}$ $B^{(2)} = 6_{+0.06}^{+0.08}$
45 Шерш-фрез.		$T_4^{(1)} = 0.12$ $T_4^{(2)} = 0.12$ $T_0^{(1)} = 0.1$ $T_0^{(2)} = 0.14$			$M^{(1)} = 4.5_{+0.06}^{+0.08}$ $D^{(1)} = 2_{+0.05}^{+0.06}$ $M^{(2)} = 4_{+0.05}^{+0.06}$ $2.0^{(1)} = 2.2_{+0.05}^{+0.06}$
35 Зубофрез.		$T_4^{(1)} = 0.33$			$V^{(1)} = 6.5_{+0.165}^{+0.18}$
15 II Токарная с ЧПУ	$Z_1^{(1)} \text{min} = 0.025$ $Z_1^{(2)} \text{min} = 0.025$ $Z_1^{(3)} \text{min} = 0.025$ $Z_1^{(4)} \text{min} = 0.025$ $Z_1^{(5)} \text{min} = 0.025$ $Z_1^{(6)} \text{min} = 0.025$	$T_6^{(1)} = 0.14$ $T_3^{(1)} = 0.196$ $T_0^{(1)} = 0.39$ $T_8^{(1)} = 0.39$ $T_4^{(1)} = 0.14$ $T_6^{(2)} = 0.14$ $T_3^{(2)} = 0.39$ $T_0^{(2)} = 0.52$ $T_8^{(2)} = 0.15$ $T_4^{(2)} = 0.14$ $T_6^{(3)} = 0.4$ $T_3^{(3)} = 0.4$ $T_0^{(3)} = 0.14$		$Z_1^{(1)} - Z_1^{(2)} - B^{(1)} - B^{(2)}/2$ $Z_1^{(3)} - C^{(1)} - C^{(2)}$ $Z_1^{(4)} - W^{(1)} - W^{(2)}$ $Z_1^{(5)} - W^{(3)} - Z_1^{(6)} - W^{(4)}$ $Z_1^{(6)} - W^{(5)} - Z_1^{(7)} - W^{(6)}$ $Z_1^{(7)} - Z_1^{(8)} - Z_1^{(9)}$	$A^{(1)} = 20_{+0.06}^{+0.08}$ $C^{(1)} = 4_{+0.06}^{+0.08}$ $W^{(1)} = 0.6_{+0.04}^{+0.05}$ $B^{(1)} = 2.0_{+0.05}^{+0.06}$ $D^{(1)} = 2.8_{+0.165}^{+0.18}$ $T^{(1)} = 3.3_{+0.195}^{+0.21}$ $B^{(2)} = 5.8_{+0.15}^{+0.16}$ $Z_1^{(2)} = 1.5_{+0.06}^{+0.07}$ $X^{(1)} = 1.5_{+0.06}^{+0.07}$ $H^{(1)} = 2_{+0.06}^{+0.07}$ $K^{(1)} = 2_{+0.06}^{+0.07}$
15 I Токарная с ЧПУ	$Z_1^{(1)} \text{min} = 0.25$ $Z_1^{(2)} \text{min} = 0.25$	$T_3^{(1)} = 0.39$ $T_6^{(1)} = 0.14$ $T_4^{(1)} = 0.1$ $T_8^{(1)} = 0.15$ $T_0^{(1)} = 0.09$ $T_3^{(2)} = 0.286$		$Z_1^{(1)} - C^{(1)} - C^{(2)}$ $Z_1^{(2)} - W^{(1)} - W^{(2)}$	$C^{(1)} = 3.3_{+0.195}^{+0.21}$ $B^{(1)} = 2.5_{+0.06}^{+0.07}$ $W^{(1)} = 0.6_{+0.04}^{+0.05}$ $B^{(2)} = 5.6_{+0.15}^{+0.16}$ $C^{(2)} = 3.7_{+0.15}^{+0.16}$ $Z_1^{(2)} = 1.3_{+0.16}^{+0.17}$
10 II Токарная с ЧПУ	$Z_1^{(1)} \text{min} = 0.025$ $Z_1^{(2)} \text{min} = 0.025$ $Z_1^{(3)} \text{min} = 0.025$	$T_4^{(1)} = 0.22$ $T_8^{(1)} = 0.18$ $T_0^{(1)} = 0.14$ $T_4^{(2)} = 0.14$ $T_6^{(2)} = 0.46$ $T_3^{(2)} = 0.57$		$Z_1^{(1)} - W^{(1)} - W^{(2)}$ $Z_1^{(2)} - G^{(1)} - G^{(2)}$ $Z_1^{(3)} - G^{(3)} - Z_1^{(4)} - G^{(4)}$	$H^{(1)} = 7.9_{+0.07}^{+0.08}$ $G^{(1)} = 7.1_{+0.05}^{+0.06}$ $R^{(1)} = 3.5_{+0.07}^{+0.08}$ $G^{(2)} = 0.2_{+0.07}^{+0.08}$ $J^{(1)} = 1_{+0.07}^{+0.08}$ $J^{(2)} = 2.3_{+0.07}^{+0.08}$
Калн с шлифов	$Z_1^{(1)} \text{min} = 0.15 - 0.1 + 0.25$ $Z_1^{(2)} \text{min} = 0.25$	$T_4^{(1)} = 0.36$ $T_6^{(1)} = 0.14$ $T_0^{(1)} = 0.14$		$Z_1^{(1)} - W^{(1)} - W^{(2)}$	$H^{(1)} = 8.6_{+0.06}^{+0.07}$ $G^{(1)} = 7.2_{+0.11}^{+0.12}$ $J^{(1)} = 2.3_{+0.08}^{+0.09}$
00 Заслонный				$L^{(1)} = 4.2_{+0.07}^{+0.08} - L^{(2)} - J^{(1)} - Z_1^{(2)}$ $Z_1^{(1)} - G^{(1)} - G^{(2)}$	$H^{(1)} = 8.8_{+0.06}^{+0.07}$ $G^{(1)} = 7.3_{+0.16}^{+0.17}$ $L^{(1)} = 4.9_{+0.12}^{+0.13}$

Рисунок 2.5 – Схема линейных размеров



№ ступ.	2 Диаметр	Ta		Условные радиусы ступ.	Диаметр
14	027mm±0.006 027mm±0.009	127 ^h ±0.008		027 ^h ±0.006 027 ^h ±0.009	27 ^h ±0.008
15	027mm±0.006 027mm±0.009	127 ^h ±0.008		027 ^h ±0.006 027 ^h ±0.009	27 ^h ±0.008
16	027mm±0.005 027mm±0.005	127 ^h ±0.006		027 ^h ±0.005 027 ^h ±0.005	27 ^h ±0.006
17					27 ^h ±0.006
18					27 ^h ±0.006 27 ^h ±0.006
19					
20					
21	027mm±0.025 027mm±0.030	127 ^h ±0.1		027 ^h ±0.025 027 ^h ±0.030	27 ^h ±0.1
22	027 ^h ±0.025 027 ^h ±0.025 027 ^h ±0.025 027 ^h ±0.034 027 ^h ±0.025 027 ^h ±0.021 027 ^h ±0.025 027 ^h ±0.034	127 ^h ±0.1 127 ^h ±0.09 127 ^h ±0.036 127 ^h ±0.18 127 ^h ±0.058 127 ^h ±0.5 127 ^h ±0.8 127 ^h ±0.18 127 ^h ±0.22 127 ^h ±0.27		027 ^h ±0.025 027 ^h ±0.025 027 ^h ±0.025 027 ^h ±0.034 027 ^h ±0.025 027 ^h ±0.021 027 ^h ±0.025 027 ^h ±0.034	27 ^h ±0.058 27 ^h ±0.058 27 ^h ±0.058 27 ^h ±0.18 27 ^h ±0.058 27 ^h ±0.18 27 ^h ±0.058 27 ^h ±0.18
23	027 ^h ±0.025 027 ^h ±0.034	127 ^h ±0.05 127 ^h ±0.09 127 ^h ±0.18 127 ^h ±0.27		027 ^h ±0.025 027 ^h ±0.034	27 ^h ±0.05 27 ^h ±0.09 27 ^h ±0.18 27 ^h ±0.27
24	027 ^h ±0.025 027 ^h ±0.015 027 ^h ±0.015	127 ^h ±0.01 127 ^h ±0.008 127 ^h ±0.18		027 ^h ±0.025 027 ^h ±0.015 027 ^h ±0.015	27 ^h ±0.01 27 ^h ±0.008 27 ^h ±0.18
25	2mm±0.1 27 ^h ±0.05-0.1-0.25 27 ^h ±0.025 27 ^h ±0.015 27 ^h ±0.035	127 ^h ±0.1 127 ^h ±0.5		2mm±0.1 27 ^h ±0.05-0.1-0.25 27 ^h ±0.025 27 ^h ±0.015 27 ^h ±0.035	27 ^h ±0.18 27 ^h ±0.35 27 ^h ±0.35
26		127 ^h ±0.18 127 ^h ±0.18 127 ^h ±0.18			27 ^h ±0.18 27 ^h ±0.18 27 ^h ±0.18

Рисунок 2.6— Схема радиальных размеров

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

151900.2016.050.000 ПЗ

Лист

27

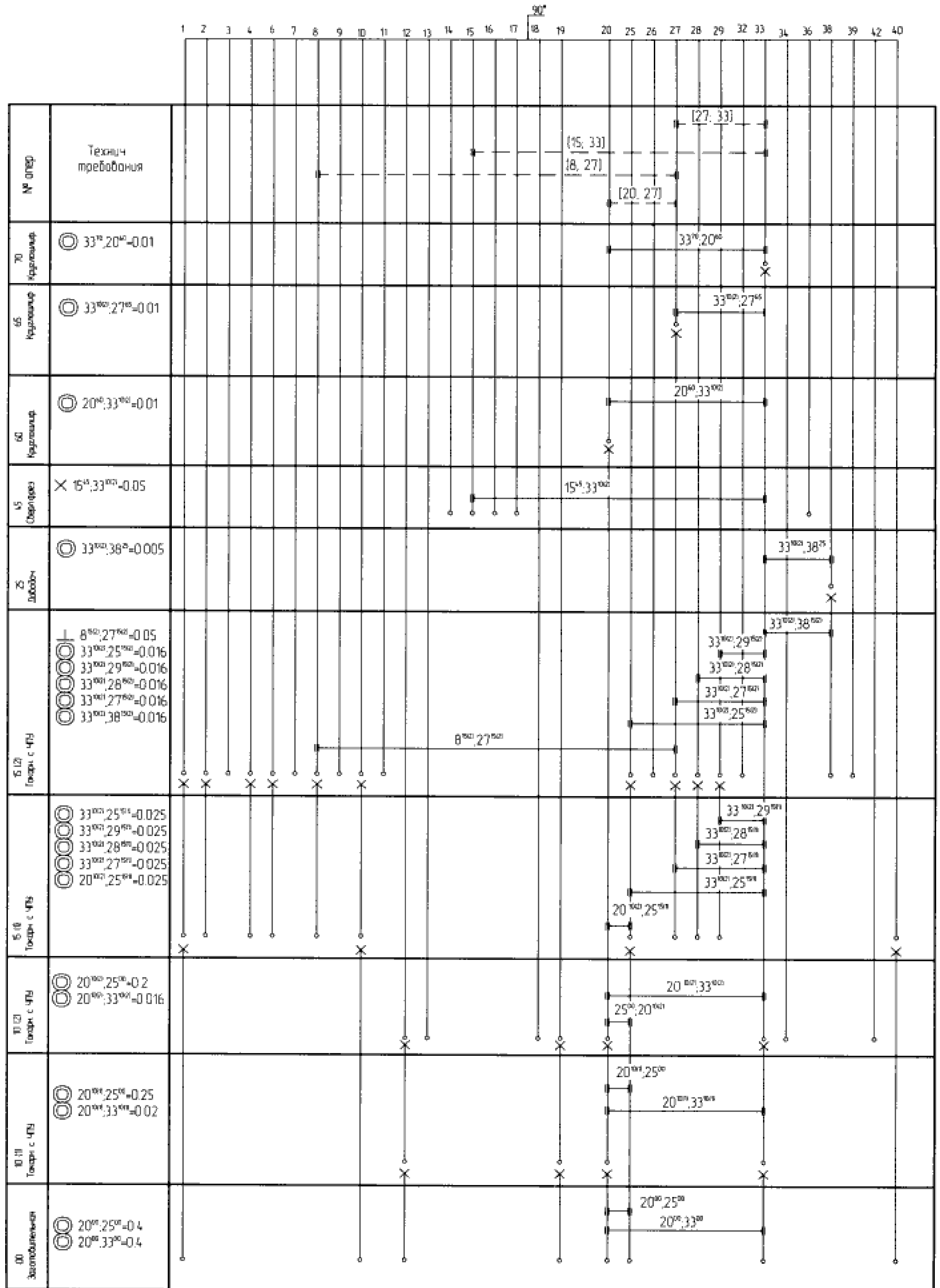


Рисунок 2.7– Схема пространственных отклонений

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

151900.2016.050.000 ПЗ

Лист

28

2.3.3 Проверка обеспечения точности замыкающих звеньев

Проверка отклонения радиального биения поверхностей 20; 27.

$$[20; 27] = [20^{60}; 33^{10(2)}] + [33^{10(2)}; 27^{65}]$$

$$0,03 = 0,005 + 0,005$$

$0,03 \geq 0,1$ – требование выполняется

Проверка отклонения радиального биения поверхностей 27; 33.

$$[27; 33] = [33^{10(2)}; 27^{65}]$$

$$0,03 \geq 0,005$$
 – требование выполняется

Проверка отклонения пересечения осей 15; 33.

$$[15; 33] = [15^{45}; 33^{10(2)}]$$

$$0,05 \geq 0,05$$
 – требование выполняется

По схеме пространственных отклонений поверхностей 8; 27

$$[8; 27] = [8^{15(2)}; 27^{15(2)}]$$

$$0,05 \geq 0,05$$
 – требование выполняется

Расчет размерных цепей по схеме диаметральных размеров

$$[Z_{33}^{70}] = \mathcal{E}^{10(2)} + 20^{60}; 33^{10(2)} - 33^{70}; 20^{60} - \mathcal{E}^{70}$$

$$TZ_{33}^{70} = T\mathcal{E}^{10(2)} + T\mathcal{E}^{70} = 0,029 + 0,004 = 0,033$$

$$\Delta_0 Z_{33}^{70} = -0,0145 - (-0,0145) = 0$$

$$Z_{33 \text{ ном}}^{70} = 0,0063 - \left(0 - \frac{0,033}{2}\right) = 0,0063 + 0,0165 = 0,02286$$

$$Z_{33 \text{ max}}^{70} = 0,0063 + 0,033 = 0,0393$$

$$\mathcal{E}^{10(2)} = 0,0228 + 0,01 - 0,01 + 3 = 3,0228.$$

$$2\mathcal{E}^{10(2)} = 6,0456_{-0,058}.$$

$$[Z_{27}^{15(2)}] = \Phi^{15(1)} - 33^{10(2)}; 27^{15(1)} + 33^{10(1)}; 27^{15(2)} - \Phi^{15(2)}$$

$$TZ_{27}^{15(2)} = T\Phi^{15(1)} + T\Phi^{15(2)} = 0,075 + 0,029 = 0,104$$

$$\Delta_0 Z_{27}^{15(2)} = -0,0325 - 0,0145 = -0,047$$

$$Z_{27 \text{ ном}}^{15(2)} = 0,25 - \left(-0,047 - \frac{0,104}{2}\right) = 0,25 + 0,099 = 0,349$$

$$Z_{27 \text{ max}}^{15(2)} = 0,25 + 0,104 = 0,354$$

$$\Phi^{15(1)} = 4,098 + 0,02 - 0,016 + 0,349 = 4,456$$

$$2\Phi^{15(1)} = 8,912_{-0,15}.$$

$$[Z_{27}^{65}] = \Phi^{15(2)} - 33^{10(2)}; 27^{15(2)} + 33^{10(2)}; 27^{65} - \Phi^{65}$$

$$TZ_{27}^{65} = T\Phi^{15(2)} + T\Phi^{65} = 0,029 + 0,0075 = 0,0365$$

$$\Delta_0 Z_{27}^{65} = -0,0145 - (-0,00325) = -0,01075$$

$$Z_{27 \text{ ном}}^{65} = 0,063 - (-0,01075 - 0,01825) = 0,092$$

$$Z_{27 \text{ max}}^{65} = 0,063 + 0,0365 = 0,0995$$

$$\Phi^{15(2)} = 4 + 0,016 - 0,01 + 0,092 = 4,098$$

$$2\Phi^{15(2)} = 8,196_{-0,058}$$

$$[Z_{28}^{15(2)}] = X^{15(1)} - 33^{10(2)}; 28^{15(1)} + 33^{10(2)}; 28^{15(2)} - X^{15(2)}$$

$$TZ_{28}^{15(2)} = TX^{15(1)} + TX^{15(2)} = 0,075 + 0,045 = 0,12$$

$$\Delta_0 Z_{28}^{15(2)} = -0,075 - (-0,0225) = -0,0525$$

$$Z_{28 \text{ ном}}^{15(2)} = 0,25 - (-0,0525 - \frac{0,12}{2}) = 0,25 + 0,1125 = 0,3625$$

$$Z_{28 \text{ max}}^{15(2)} = 0,25 + 0,12 = 0,37$$

$$X^{15(1)} = 3,9 - 0,016 + 0,025 + 0,3625 = 4,3525$$

$$2X^{15(1)} = 8,705_{-0,15}$$

$$[Z_{29}^{65}] = Z^{15(1)} - 40^{15(1)}; 29^{15(2)} + 40^{15(1)}; 29^{65} - Z^{65}$$

$$TZ_{29}^{65} = TZ^{15(2)} + TZ^{65} = 0,018 + 0,002 = 0,02$$

$$\Delta_0 Z_{29}^{15(2)} = \frac{-0,018}{2} = -0,009$$

$$\Delta_0 Z_{29}^{65} = \frac{-0,016 + (-0,018)}{2} = \frac{0,034}{2} = -0,017$$

$$\Delta_0 Z_{29}^{65} = -0,009 - (-0,017) = 0,008$$

$$Z_{29 \text{ ном}}^{65} = Z_{29 \text{ min}}^{65} - (\Delta_0 Z_{29}^{65} - \frac{TZ_{29}^{65}}{2}) = 0,0063 - (0,008 - 0,01) = 0,0083$$

$$Z_{29 \text{ max}}^{65} = Z_{29 \text{ min}}^{65} + TZ_{29}^{65} = 0,0063 + 0,02 = 0,0263$$

$$Z^{15(2)} = 0,0263 + 0,016 - 0,01 + 3,6 = 3,6323$$

$$2Z^{15(2)} = 7,2646_{-0,036}$$

$$[Z_{20}^{10(2)}] = N^{10(1)} - 20^{10(1)}; 25^{00} + 20^{10(2)}; 25^{00} - N^{10(2)}$$

$$TZ_{20}^{10(2)} = TN^{10(1)} + TN^{10(2)} = 0,165 + 0,105 = 0,27$$

$$\Delta_0 Z_{20}^{10(2)} = -0,0825 - (-0,0525) = -0,03$$

$$Z_{20 \text{ ном}}^{10(2)} = 0,025 - (-0,03 - \frac{0,27}{2}) = 0,025 + 0,165 = 0,33$$

$$Z_{20 \text{ max}}^{10(2)} = 0,025 + 0,27 = 0,295$$

$$N^{10(1)} = 10,1775 + 0,25 - 0,2 + 0,33 = 10,5575$$

$$2N^{10(1)} = 21,115_{-0,33}$$

$$[Z_{20}^{60}] = N^{10(2)} - 20^{10(2)}; 33^{10(2)} + 20^{60}; 33^{10(2)} - N^{60}$$

$$TZ_{20}^{60} = TN^{10(2)} + TN^{60} = 0,105 + 0,042 = 0,147$$

$$\Delta_0 Z_{20}^{60} = -0,0525 - (-0,021) = -0,0315$$

$$Z_{20 \text{ ном}}^{60} = 0,0125 - (-0,0315 - \frac{0,147}{2}) = 0,0125 + 0,105 = 0,1175$$

$$Z_{20 \text{ max}}^{60} = 0,0125 + 0,147 = 0,1595$$

$$N^{10(2)} = 10 + 0,016 - 0,01 + 0,01175 = 10,1775$$

$$2N^{10(2)} = 20,355_{-0,21}$$

$$[Z_{38}^{25}] = \Psi^{15(2)} + 33^{10(2)}; 38^{15(2)} - 33^{10(2)}; 38^{25} - \Psi^{25}$$

$$TZ_{38}^{25} = T\Psi^{15(2)} + T\Psi^{25} = 0,15 + 0,15 = 0,3$$

$$\Delta_0 Z_{38}^{25} = 0,075 + 0,075 = 0,15$$

$$\Delta_0 \Psi^{25} = \frac{0,15}{2} = 0,075$$

$$Z_{38 \text{ ном}}^{25} = 0,032 - \left(0,15 - \frac{0,8}{2}\right) = 0,032$$

$$Z_{38 \text{ max}}^{25} = 0,032 + 0,3 = 0,332$$

$$\Psi^{15(2)} = 2,5 + 0,005 - 0,016 - 0,032 = 2,457$$

$$2\Psi^{15(2)} = 4,914^{+0,3}$$

$$[Z_{25}^{15(2)}] = Y^{15(1)} - 33^{10(2)}; 25^{15(1)} + 33^{10(2)}; 25^{15(2)} - Y^{15(2)}$$

$$TZ_{25}^{15(2)} = TY^{15(1)} + TY^{15(2)} = 0,135 + 0,09 = 0,225$$

$$\Delta_0 Z_{25}^{15(2)} = -0,0675 - 0,045 = -0,1125$$

$$Z_{25 \text{ ном}}^{15(2)} = 0,025 - \left(-0,1125 - \frac{0,225}{2}\right) = 0,025 + 0,225 = 0,25.$$

$$Z_{25 \text{ max}}^{15(2)} = 0,025 + 0,225 = 0,25.$$

$$Y^{15(1)} = 5,5 + 0,025 - 0,016 + 0,25 = 5,759$$

$$2Y^{15(1)} = 11,518_{-0,27}$$

$$[Z_{29}^{15(2)}] = Z^{15(1)} - 33^{15(2)}; 29^{15(1)} + 33^{10(2)}; 29^{15(2)} - Z^{15(2)}$$

$$TZ_{29}^{15(2)} = TZ^{15(1)} + TZ^{15(2)} = 0,045 + 0,018 = 0,063$$

$$\Delta_0 Z_{29}^{15(2)} = -0,0225 - (-0,009) = -0,0135$$

$$Z_{29 \text{ ном}}^{15(2)} = 0,25 - \left(-0,0135 - \frac{0,063}{2}\right) = 0,025 + 0,045 = 0,295.$$

$$Z_{29 \text{ max}}^{15(2)} = 0,25 + 0,063 = 0,313.$$

$$Z^{15(1)} = 3,6 - 0,016 + 0,025 + 0,063 = 3,672$$

$$2Z^{15(1)} = 7,344_{-0,09}$$

$$[Z_{25}^{15(1)}] = Y^{00} + 20^{10(2)}; 25^{00} - 20^{10(2)}; 25^{15(1)} - Y^{15(1)}$$

$$TZ_{25}^{15(1)} = TY^{00} + TY^{15(1)} = 0,18 + 0,135 = 0,315$$

$$\Delta_0 Z_{25}^{15(1)} = -0,09 - (-0,0675) = -0,0225$$

$$Z_{25 \text{ ном}}^{15(1)} = 0,25 - \left(-0,0225 - \frac{0,315}{2}\right) = 0,025 + 0,18 = 0,43.$$

$$Z_{25 \text{ max}}^{15(1)} = 0,25 + 0,315 = 0,665.$$

$$Y^{00} = 5,759 + 0,2 - 0,025 + 0,43 = 6,364$$

$$2Y^{00} = 12,728_{-0,36}$$

$$[Z_{20}^{10(1)}] = N^{00} - 20^{00}; 25^{00} + 20^{10(1)}; 25^{00} - N^{10(1)}$$

$$TZ_{20}^{10(1)} = TN^{00} + TN^{10(1)} = 0,26 + 0,165 = 0,425$$

$$\Delta_0 Z_{20}^{10(1)} = -0,13 - (-0,0825) = -0,0475$$

$$Z_{20 \text{ ном}}^{10(1)} = 0,25 - \left(-0,0475 - \frac{0,425}{2}\right) = 0,25 + 0,26 = 0,51.$$

$$Z_{20 \text{ max}}^{10(1)} = 0,25 + 0,425 = 0,675.$$

$$N^{00} = 10,5575 + 0,4 - 0,25 + 0,51 = 11,2175$$

$$2N^{00} = 21,435_{-0,52}.$$

$$[Z_{33}^{10(1)}] = \mathfrak{E}^{00} + 20^{00}; 33^{00} - 20^{00}; 25^{00} - \mathfrak{E}^{10(1)}$$

$$TZ_{33}^{10(1)} = T\mathfrak{E}^{00} + T\mathfrak{E}^{10(1)} = 0,18 + 0,075 = 0,255$$

$$\Delta_0 Z_{33}^{10(1)} = -0,09 - (-0,0375) = -0,0525$$

$$Z_{33 \text{ ном}}^{10(1)} = 0,25 - \left(-0,0525 - \frac{0,255}{2}\right) = 0,25 + 0,18 = 0,43.$$

$$Z_{33 \text{ max}}^{10(1)} = 0,25 + 0,255 = 0,505.$$

$$\mathfrak{E}^{00} = 3,1543 + 0,4 - 0,4 + 0,25 - 0,02 + 0,43 = 3,8543$$

$$2\mathfrak{E}^{00} = 7,6286_{-0,36}.$$

$$[Z_{33}^{10(2)}] = \mathfrak{E}^{10(1)} + 20^{10(1)}; 33^{10(1)} - 20^{10(1)}; 25^{00} + 20^{10(2)}; 25^{00} - 20^{10(2)}; 33^{10(2)} - \mathfrak{E}^{10(2)}$$

$$TZ_{33}^{10(2)} = T\mathfrak{E}^{10(1)} + T\mathfrak{E}^{10(2)} = 0,075 + 0,029 = 0,104$$

$$\Delta_0 Z_{33}^{10(2)} = -0,0375 - (-0,0145) = -0,023$$

$$Z_{33 \text{ ном}}^{10(2)} = 0,0125 - \left(-0,023 - \frac{0,104}{2}\right) = 0,0125 + 0,073 = 0,0855.$$

$$Z_{33 \text{ max}}^{10(2)} = 0,0125 + 0,104 = 0,1165.$$

$$\mathfrak{E}^{10(1)} = -0,02 + 0,25 - 0,2 + 0,016 + 0,0855 = 3,1543$$

$$2\mathfrak{E}^{10(1)} = 6,3086_{-0,15}.$$

Расчет уравнений размерных цепей по схеме продольных размеров

$$[Z_4^{65}] = [Z_6^{65}] = \frac{B^{65} - B^{15(2)}}{2}$$

$$[2Z_4^{65}] = [2Z_6^{65}] = B^{65} - B^{15(2)}$$

$$2TZ_4^{65} = 2TZ_6^{65} = TB^{65} + TB^{15(2)} = 0,09 + 0,15 = 0,24$$

$$\Delta_0 Z_4^{65} = \Delta_0 Z_6^{65} = \Delta_0 B^{15(2)} - \Delta_0 B^{65}$$

$$\Delta_0 B^{65} = 0$$

$$\Delta_0 B^{15(2)} = 0$$

$$\Delta_0 Z_4 = \Delta_0 Z_0 = 0$$

$$Z_{4 \text{ ном}}^{65} = Z_{6 \text{ ном}}^{65} = Z_{4 \text{ мин}} - \left(\Delta_0 Z_4 - \frac{TZ_4}{2} \right) = 0,0125 + 0,06 = 0,0725$$

$$Z_{4 \text{ макс}}^{65} = Z_{4 \text{ мин}} + TZ_4 = 0,0125 + 0,12 = 0,1325.$$

$$B^{15(2)} = B^{65} - (Z_4^{65} + Z_6^{65}) = 6 - (0,0725 * 2) = 6 - 0,145 = 5,855$$

$$B^{15(2)} = 5,855 \pm 0,15$$

$$[Z_4^{15(2)}] = [Z_6^{15(2)}] = \frac{B^{15(2)} - B^{15(1)}}{2}$$

$$[2Z_4^{15(2)}] = [2Z_6^{15(2)}] = B^{15(2)} - B^{15(1)}$$

$$2TZ_4^{15(2)} = 2TZ_6^{15(2)} = TB^{15(2)} + TB^{15(1)} = 0,15 + 0,15 = 0,3$$

$$\Delta_0 Z_4^{15(2)} = 0$$

$$Z_{4 \text{ ном}}^{15(2)} = 0,025 + 0,075 = 0,1$$

$$Z_{4 \text{ макс}}^{15(2)} = 0,025 + 0,15 = 0,175$$

$$B^{15(1)} = B_{015}^1 - (0,1 * 2) = 5,845 - 0,2 = 5,645$$

$$B^{15(1)} = 5,645 \pm 0,15.$$

$$[Z_8^{15(2)}] = C^{15(1)} - C^{15(1)}$$

$$TZ_8^{15(2)} = TC^{15(1)} + TC^{15(2)} = 0,39 + 0,39 = 0,78$$

$$\Delta_0 Z_8^{15(2)} = 0$$

$$Z_{8 \text{ ном}}^{15(2)} = Z_{8 \text{ мин}}^{015(2)} - \left(\Delta_0 Z_8^{15(2)} - \frac{TZ_8^{15(2)}}{2} \right) = 0,025 + 0,39 = 0,415$$

$$Z_{8 \text{ макс}}^{15(2)} = Z_{8 \text{ мин}}^{15(2)} + TZ_8^{15(2)} = 0,025 + 0,78 = 0,805$$

$$C^{15(1)} = C^{15(2)} + Z_8^{15(2)} = 37 + 0,415 = 37,415$$

$$C^{15(1)} = 37,415_{-0,41}^{-0,02}$$

$$[Z_{10}^{15(2)}] = U^{15(1)} - U^{15(2)}$$

$$TZ_{10}^{15(2)} = TU^{15(1)} + TU^{15(2)} = 0,09 + 0,058 = 0,148$$

$$\Delta_0 Z_{10}^{15(2)} = -0,045 - (-0,029) = -0,016.$$

$$Z_{10 \text{ ном}}^{15(2)} = Z_{10 \text{ мин}}^{15(2)} - \left(\Delta_0 Z_{10}^{15(2)} - \frac{TZ_{10}^{15(2)}}{2} \right) = 0,025 + 0,09 = 0,115$$

$$Z_{10 \text{ макс}}^{15(2)} = Z_{10 \text{ мин}}^{15(2)} + TZ_{10}^{15(2)} = 0,025 + 0,148 = 0,173$$

$$U^{15(1)} = U^{15(2)} + Z_{10}^{15(2)} = 7 + 0,115 = 7,115$$

$$U^{15(1)} = 7,115_{-0,09}$$

$$[Z_1^{15(2)}] = \Gamma^{15(1)} + [Z_8^{15(2)}] - \Gamma^{15(2)}$$

$$TZ_1^{15(2)} = T\Gamma^{15(1)} + T\Gamma^{15(2)} = 0,39 + 0,39 = 0,78$$

$$\Delta_0 Z_1^{15(2)} = 0$$

					151900.2016.050.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		33

$$Z_{1 \text{ ном}}^{15(2)} = Z_{1 \text{ мин}}^{15(2)} - \left(\Delta_0 Z_1^{15(2)} - \frac{TZ_1^{15(2)}}{2} \right) = 0,025 + 0,39 = 0,415$$

$$Z_{1 \text{ max}}^{15(2)} = Z_{1 \text{ мин}}^{15(2)} + TZ_1^{15(2)} = 0,025 + 0,78 = 0,805$$

$$\Gamma^{15(1)} = \Gamma^{15(2)} + Z_1^{15(2)} - Z_8^{15(2)} = 33 + 0,415 - 0,415 = 33$$

$$\Gamma^{15(1)} = 33 \pm 0,195$$

$$[Z_2^{15(2)}] = W^{15(1)} - [Z_1^{15(2)}] - W^{15(2)}$$

$$TZ_2^{15(2)} = TW^{15(1)} + TW^{15(2)} = 0,4 + 0,4 = 0,8$$

$$\Delta_0 Z_2^{15(2)} = 0$$

$$Z_{2 \text{ ном}}^{15(2)} = Z_{2 \text{ мин}}^{15(2)} - \left(\Delta_0 Z_2^{15(2)} - \frac{TZ_2^{15(2)}}{2} \right) = 0,025 + 0,4 = 0,425$$

$$Z_{2 \text{ max}}^{15(2)} = Z_{2 \text{ мин}}^{15(2)} + 2 = 0,025 + 0,8 = 0,825$$

$$W^{15(1)} = W^{15(2)} + Z_1^{15(2)} - Z_2^{15(2)} = 0,6 + 0,425 - 0,415 = 0,61$$

$$W^{15(1)} = 0,61 \pm 0,2.$$

$$[Z_{10}^{15(1)}] = U^{10(2)} - U^{15(1)}$$

$$TZ_{10}^{15(1)} = TU^{10(2)} + TU^{15(1)} = 0,52 + 0,09 = 0,61$$

$$\Delta_0 Z_{10}^{15(1)} = -0,29 - (-0,045) = -0,245$$

$$Z_{10 \text{ ном}}^{15(1)} = Z_{10 \text{ мин}}^{15(1)} - \left(\Delta_0 Z_{10}^{15(1)} - \frac{TZ_{10}^{15(1)}}{2} \right) = 0,25 + (-0,245 - 0,305) = 0,8$$

$$Z_{10 \text{ max}}^{15(1)} = Z_{10 \text{ мин}}^{15(1)} + TZ_{10}^{15(1)} = 0,25 + 0,61 = 0,86$$

$$U^{15(2)} = U^{15(2)} + Z_{10}^{15(1)} = 7,115 + 0,8 = 7,915$$

$$U^{10(2)} = 7,915_{-0,57}$$

$$[Z_{12}^{10(2)}] = U^{10(1)} - U^{10(2)}$$

$$TZ_{12}^{10(2)} = TU^{10(1)} + TU^{10(2)} = 0,66 + 0,52 = 1,18$$

$$\Delta_0 Z_{12}^{10(2)} = -0,33 - (-0,26) = -0,07$$

$$Z_{12 \text{ ном}}^{10(2)} = Z_{12 \text{ мин}}^{10(2)} - \left(\Delta_0 Z_{12}^{10(2)} - \frac{TZ_{12}^{10(2)}}{2} \right) = 0,025 + 0,66 = 0,685$$

$$Z_{12 \text{ max}}^{10(2)} = Z_{12 \text{ мин}}^{10(2)} + TZ_{12}^{10(2)} = 0,025 + 1,18 = 1,205$$

$$U^{10(1)} = U^{10(2)} + Z_{12}^{10(2)} = 7,915 + 0,685 = 8,6$$

$$U^{10(1)} = 8,6_{-0,66}$$

$$[Z_{19}^{10(2)}] = G^{10(1)} - G^{10(2)}$$

$$TZ_{19}^{10(2)} = TG^{10(1)} + TG^{10(2)} = 0,74 + 0,46 = 1,2$$

$$\Delta_0 Z_{19}^{10(2)} = -0,36 - (-0,23) = -0,14$$

$$Z_{19 \text{ ном}}^{10(2)} = Z_{19 \text{ min}}^{10(2)} - \left(\Delta_0 Z_{19}^{10(2)} - \frac{TZ_{19}^{10(2)}}{2} \right) = 0,025 + 0,74 = 0,765$$

$$Z_{19 \text{ max}}^{10(2)} = Z_{19 \text{ min}}^{10(2)} + TZ_{19}^{10(2)} = 0,025 + 1,2 = 1,225$$

$$G^{10(1)} = G^{10(2)} + Z_{19}^{10(2)} = 71,405 + 0,765 = 72,17$$

$$G^{10(1)} = 72,17 - 0,74$$

$$[Z_{12}^{10(1)}] = U^{00} - U^{10(1)}$$

$$TZ_{12}^{10(1)} = TU^{00} + TU^{10(1)} = 0,58 + 0,36 = 0,94$$

$$\Delta_0 Z_{12}^{10(1)} = -0,29 - (-0,18) = -0,11$$

$$Z_{12 \text{ ном}}^{10(1)} = Z_{12 \text{ min}}^{10(1)} - \left(\Delta_0 Z_{12}^{10(1)} - \frac{TZ_{12}^{10(1)}}{2} \right) = 0,25 - \left(-0,11 - \frac{0,94}{2} \right) = 0,83$$

$$Z_{12 \text{ max}}^{10(1)} = Z_{12 \text{ min}}^{10(1)} + TZ_{12}^{10(1)} = 0,25 + 0,94 = 1,19$$

$$U^{00} = U^{10(1)} + Z_{12}^{10(1)} = 7,97 + 0,83 = 8,8$$

$$U^{00} = 8,8 - 0,58$$

$$[Z_1^{15(1)}] = C^{10(2)} - C^{15(1)} + \Gamma^{15(1)}$$

$$TZ_1^{15(1)} = TC^{10(1)} + TC^{15(1)} + T\Gamma^{15(1)} = 0,74 + 0,39 + 0,39 = 1,52$$

$$\Delta_0 Z_1^{15(1)} = -0,37 - (-0,195 - 0,195) = 0,02$$

$$Z_{1 \text{ ном}}^{15(1)} = Z_{1 \text{ min}}^{15(1)} - \left(\Delta_0 Z_1^{15(1)} - \frac{TZ_1^{15(1)}}{2} \right) = 0,25 - \left(0,02 - \frac{1,52}{2} \right) = 0,99$$

$$Z_{1 \text{ max}}^{15(1)} = 0,25 + 1,52 = 1,77$$

$$G^{10(2)} = 0,99 + 33 + 37,415 = 71,405$$

$$G^{10(2)} = 71,405 - 0,46$$

$$[Z_{18}^{10(2)}] = Q^{10(1)} - [Z_{19}^{10(2)}] - Q^{10(2)}$$

$$TZ_{18}^{10(2)} = TQ^{10(1)} + TQ^{10(2)} = 0,14 + 0,14 = 0,28$$

$$\Delta_0 Z_{18}^{10(2)} = 0$$

$$Z_{18 \text{ ном}}^{10(2)} = Z_{18 \text{ min}}^{10(2)} - \left(\Delta_0 Z_{18}^{10(2)} - \frac{TZ_{18}^{10(2)}}{2} \right) = 0,025 - 0,14 = 0,165$$

$$Z_{18 \text{ max}}^{10(2)} = Z_{18 \text{ min}}^{10(2)} + TZ_{18}^{10(1)} = 0,025 + 0,28 = 1,305$$

$$Q^{10(1)} = 0,2 + 0,165 - 0,765 = 0,365 - 0,765 = -0,4$$

Фаска на размер $Q^{10(1)}$ на операции 010¹⁰⁽¹⁾ не снимается.

$$L^{00} = [Z_1^{50(1)}] + \Gamma^{15(1)} + 3^{15(1)} + [Z_{12}^{10(2)}] + [Z_{12}^{10(1)}]$$

					151900.2016.050.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		35

$$L^{00}=0,99+33+13,915+0,385+0,83=49,12$$

$$L^{00}=49,12_{-0,74}$$

$$3^{15(1)}=3^{15(2)}+Z_8^{15(2)}$$

$$3^{15(1)}=13,5+0,415=13,915$$

$$3^{15(1)}=13,915_{-0,27}$$

$$[Z_{19}^{10(1)}]=G^{00}-G^{10(1)}$$

$$TZ_{19}^{10(1)}=0,74+0,74=1,44$$

$$\Delta_0 Z_{19}^{10(1)}=0$$

$$Z_{19 \text{ ном}}^{10(1)}=Z_{19 \text{ мин}}^{10(1)} - \left(\Delta_0 Z_{19}^{10(2)} - \frac{TZ_{19}^{10(2)}}{2} \right) = 0,25 + 0,74 = 0,99$$

$$Z_{19 \text{ max}}^{10(2)}=Z_{19 \text{ мин}}^{10(2)} + TZ_{19}^{10(1)} = 0,25+1,44=1,69$$

$$G^{10(1)}=0,99 + 72,17 = 73,16$$

$$G^{00}=73,16_{-0,74}$$

$$B^{15(1)}=B^{15(2)}+Z_1^{15(2)} + Z_4^{15(2)}$$

$$B_{15(1)}=2,0725+0,415+0,1=2,515$$

$$B_{15(1)}=2,5875_{-0,14}$$

$$B^{15(2)}=B^{65}+Z_4^{65}$$

$$B^{15(2)}=2+0,0725=2,0725$$

$$B^{15(2)}=2,0725_{-0,14}$$

Определяем размер $J^{10(2)}$

$$3^{15(1)}=13,915_{-0,27}$$

$$3^{15(2)}=13,5_{-0,18}$$

$$C^{15(1)}=37,415_{-0,41}^{-0,02}$$

$$C^{15(2)}=37_{-0,41}^{-0,02}$$

$$TJ^{10(2)}=T3^{15(2)}+TC^{15(2)}=0,18+0,39=0,57$$

$$\Delta_0 J^{10(2)}=\Delta_0 C^{15(2)} - \Delta_0 3^{15(2)}$$

$$\Delta_0 J^{10(2)}=-0,215 + 0,09 = -0,125$$

$$\Delta_B J^{10(2)}=\Delta_0 J^{10(2)} + \frac{TJ^{10(2)}}{2} = -0,125 + \frac{0,57}{2} = 0,16$$

$$\Delta_H J^{10(2)}=\Delta_0 J^{10(2)} - \frac{TJ^{10(2)}}{2} = -0,125 - \frac{0,57}{2} = -0,41$$

$$J^{10(2)}=23,5_{-0,41}^{+0,16}$$

Определяем размер $J^{10(1)}$

$$J^{10(1)}=J^{10(2)}+[Z_{19}^{10(2)}] - [Z_{12}^{10(2)}]$$

					151900.2016.050.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		36

$$J^{10(1)} = 23,5 + 0,765 - 0,385 = 23,88$$

$$J^{10(1)} = 23,88_{-0,84}$$

Определяем размер D^{45}

$$T_D^{45} = T_{Z^{15(2)}} + T_M^{45}$$

$$T_D^{45} = 0,18 + 0,12 = 0,3$$

$$\Delta_0 D^{45} = \Delta_0 Z^{15(2)} \Delta_0 M^{45}$$

$$\Delta_0 D^{45} = -0,09 + 0 = -0,09$$

$$\Delta_B D^{45} = \Delta_0 D^{45} + \frac{T_D^{45}}{2} = -0,09 + 0,15 = 0,06$$

$$\Delta_H D^{45} = \Delta_0 D^{45} - \frac{T_D^{45}}{2} = -0,09 - 0,15 = -0,24$$

$$D_{НОМ}^{45} = 13,5 + 4,5 = 18$$

$$D^{45} = 18_{-0,24}^{+0,06}$$

На основании проведенных расчетов вычерчиваем заготовку в соответствии с рисунком 2.8.

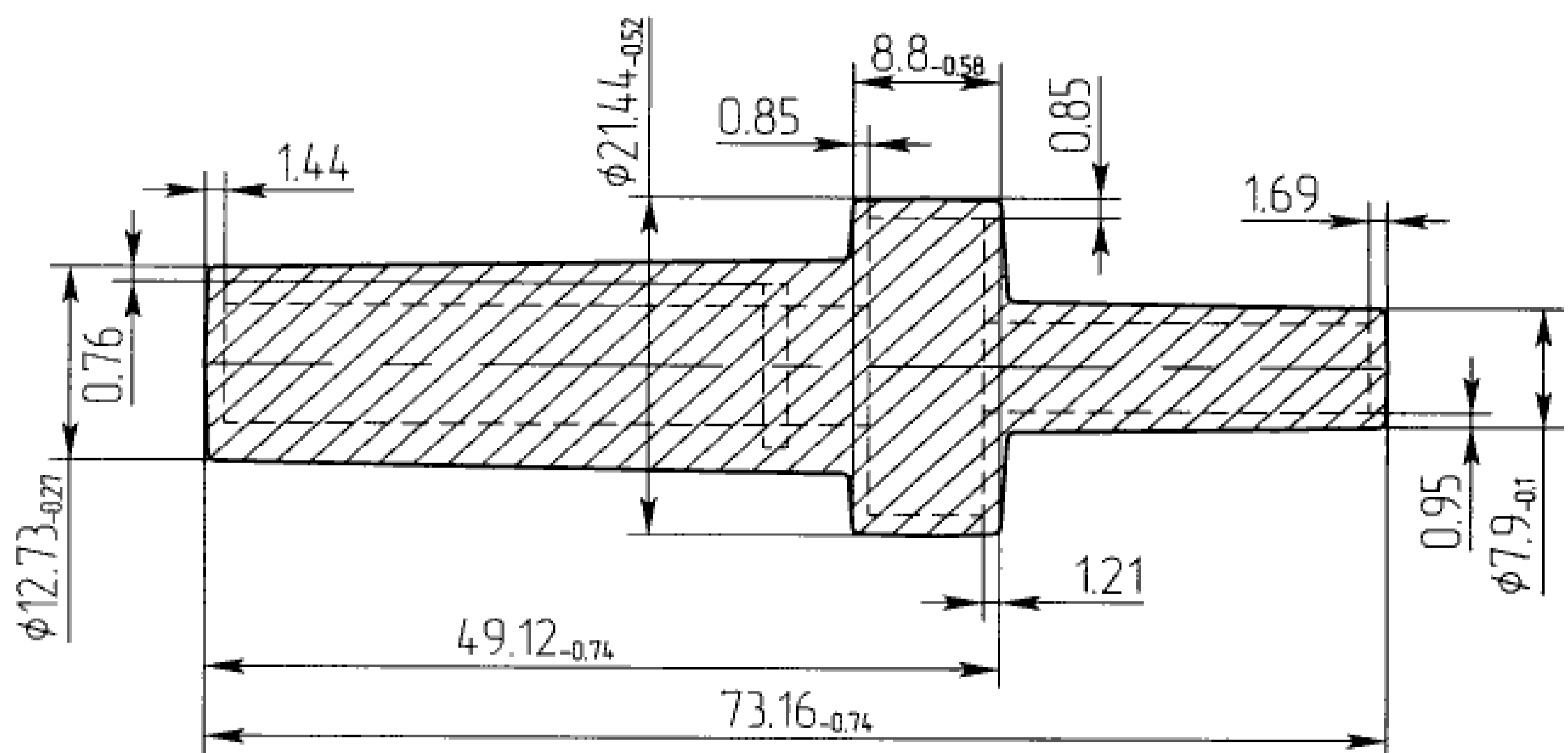


Рисунок 2.8 – Заготовка

2.4 Расчет режимов резания

Определение режима резания для операции 10. В качестве примера расчета режимов резания, рассчитаем аналитическим методом [2].

Механическая обработка на операции 10 осуществляется на станке с ЧПУ «16Б16Т1С1».

Переход 1. На первом переходе подрезаем торец детали и выполняем ступенчатое протачивание. Припуск по торцу 1 мм., по диаметру 1 мм., материал детали: Сталь 13Х11Н2В2МФ-Ш.

				151900.2016.050.000 ПЗ		Лист
						37
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Принимаем токарный резец 2130 по ГОСТ 18880-73 [2-119..136]. с пластинкой из твердого сплава Т15К6 [2-115..118].

Назначаем режимы резания. Глубина резания $t=1$ мм.

Назначаем подачу $S=0,16$, Таблица 12[2-267]. Корректируем по паспорту станка $S=0,15$ мм/об.

Назначаем период стойкости резца. Для резцов из твердого сплава – стойкость $T=60$ мин. [2-268].

Определяем скорость резания

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

где C_v – коэффициент, $C=350$, показатели степени - $m, x, y, C_v=350, m=0,2, x=0,15, y=3,5$, Таблица 17 [2-269..270];

T – период стойкости, мин.;

t – глубина резания, мм/об.;

S – подача, мм/об.;

K_v – поправочный коэффициент.

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{uv}$$

где K_{mv} – коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала, Таблица. 1-4 [2-261..263];

K_{nv} - коэффициент, отражающий состояние поверхности заготовки, $K_{nv} = 0,8$, Таблица.5 [2-263];

K_{uv} - коэффициент, учитывающий качество материала, $K_{uv}=1$, Таблица.6 [2-263].

$$K_{mv} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_s} \right)^{n_v}$$

где K_r – группа стали по обрабатываемости, $K_r=1,0$, Таблица.2 [2-262];

n_v – показатель степени, $n_v=1,0$, Таблица.2 [2-262];

$$K_{mv} = 1 \left(\frac{750}{1200} \right)^1 = 0,63$$

$$K_v = 0,63 \cdot 1 \cdot 1 = 0,63$$

$$V = \frac{350}{60^{0,2} 1^{0,15} 0,15^{0,35}} \cdot 0,63 = 190 м / мин$$

Определим частоту вращения шпинделя

					151900.2016.050.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		38

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi D}, \text{ мин}^{-1}$$

$$n = \frac{1000 \cdot 190}{3,14 \cdot 6,4} = 745 \text{ мин}^{-1}$$

Корректируем по паспорту станка $n=800 \text{ мин}^{-1}$
 Определим действительную скорость резания

$$V = \frac{\pi D n}{1000}, \text{ м / мин.}$$

$$V = \frac{3,14 \cdot 6,4 \cdot 800}{1000} = 20,1 \text{ м / мин.}$$

Определим мощность, затрачиваемую на резание

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

Определим силу резания P_z , Н

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

где C_p , n , x , y - поправочные коэффициенты, $C_p = 300$, $n = -0,15$, $x = 1$, $y = 0,75$;
 Таблица 22 [2-273..274],

K_p - поправочный коэффициент.

$$K_p = K_{mp} K_{op} K_{yp} K_{\lambda p} K_{rp},$$

где K_{mp} - 1,42, Таблица 9 [2-264];

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_s}{750} \right)^n = \left(\frac{1200}{750} \right)^{0,75} = 1,42$$

$K_{\psi p}=1$, Таблица 23 [2-275];

$K_{yp}=1$, Таблица 23 [2-275];

$K_{\lambda p}=1$, Таблица 23 [2-275];

$K_{rp}=1$, Таблица 23 [2-275].

$$K_{mp}=1,42 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1=1,42$$

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 1^1 \cdot 0,15^{0,75} \cdot 190^{-0,15} \cdot 1,42 = 460 \text{ Н.}$$

$$N = \frac{460 \cdot 190}{1020 \cdot 60} = 1,43 \text{ кВт.}$$

Определим машинное время

$$T_o = \frac{L_{px}}{n \cdot S}, \text{ мин.},$$

где L_{px} – длина рабочего хода

$$\begin{aligned} L_{px} &= \left(\frac{D-d}{2} + y + \Delta \right) + (l + y + \Delta) + \left(\frac{D-d}{2} + y + \Delta \right) = \\ &= \left(\frac{8-6,4}{2} + 1 + 2 \right) + (23,5 + 1 + 2) + \left(\frac{20,4-6,4}{2} + 1 + 2 \right) = 51,3 \text{ мм} \end{aligned}$$

где y – величина врезания, принимаем 1;

Δ – величина перебега, принимаем 2;

D – наибольший диаметр детали;

d – наименьший диаметр детали;

$$y = t \operatorname{ctg} \varphi = 1 \operatorname{ctg} 45 = 1$$

$$T_o = \frac{51,3}{1046 \cdot 0,15} = 2,1 \text{ мин.},$$

Переход 2. Во втором переходе необходимо зацентровать торец детали. Глубина центрования $t=3,5$ мм, диаметр отверстия $\phi 1,6$ мм, угол фаски 60° , диаметр фаски $\phi 3,35$ мм.

В качестве режущего инструмента выбираю комбинированное центровочное сверло по ГОСТ 14952-75. Тип В. Изготовлено из быстрорежущей стали Р18. Твёрдость 62-64HRC_э. [3–391-393]

Назначаем режимы резания. Глубина резания $t=0,5D=0,5 \cdot 1,6=0,8$ [2, с.276];
Подача $S=0,09-0,13$, Таблица 25 [2277]. Принимаем: $S=0,1$.

Определяем скорость резания

$$V = \frac{C_v D^g}{T^m S^y} K_v, \frac{\text{м}}{\text{мин}},$$

где $C_v=7,0$; $m=0,2$, $g=0,4$, $y=3,7$, Таблица 28 [2278];

T – период стойкости, $T=15$ мин.;

K_v – поправочный коэффициент.

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

где K_{mv} – коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала, Таблица 1-4 [2261..263];

K_{nv} – коэффициент, отражающий состояние поверхности заготовки, $K_{nv} = 0,3$, Таблица 6 [2263];

K_{lv} – коэффициент, учитывающий длину, $K_{lv}=1,0$ Таблица 31 [2, с.280];

					151900.2016.050.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		40

$$K_{mv} = K_r \left(\frac{750}{\sigma_s} \right)^{nv}$$

где K_r – группа стали по обрабатываемости, $K_r=1,0$, Таблица.2 [2,с.262];

n_v – показатель степени, $n_v=0,9$, Таблица.2 [2 262];

$$K_{mv} = 1 \left(\frac{750}{1200} \right)^{0,9} = 0,66$$

$$K_v = 0,66 \cdot 0,3 \cdot 1 = 0,19$$

$$V = \frac{7(1,6^{0,4})}{15^{0,2} 0,1^{0,7}} \cdot 0,19 = 4,88 \text{ м / мин}$$

Определяем крутящий момент и осевую силу.

$$M_{кр} = 10 C_m D^q S^y K_p,$$

где $C_m = 0,0345$, $q=2$, $y=0,8$, Таблица 32 [2281];

$$P_o = 10 C_p D^q S^y K_p,$$

где $C_p=6,8$, $q=1$, $y=0,7$, Таблица 32 [2281];

$K_p = K_{mp}$

$$K_{mp} = \left(\frac{\sigma_s}{750} \right)^n = \left(\frac{1200}{750} \right)^{0,75} = 1,42$$

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,0345 \cdot 1,6^2 \cdot 0,1^{0,8} \cdot 1,42 = 0,19 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$P_o = 10 \cdot 6,8 \cdot 1,6^1 \cdot 0,1^{0,7} \cdot 1,42 = 293,54 \text{ Н}$$

Определяем мощность резания, кВт.

$$N_e = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750} = \frac{0,19 \cdot 971,34}{9750} = 0,02 \text{ кВт}$$

$$n = \frac{1000 V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 4,88}{3,14 \cdot 1,6} = 871,34 \text{ об / мин}$$

Принимаем: $n=800$ об/мин.

Определим машинное время

					151900.2016.050.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		41

$$T_o = \frac{L_{px}}{n \cdot S}, \text{ мин.},$$

где L_{px} – длина рабочего хода

$$L_{px} = l + y + \Delta$$

где y – величина врезания, $y = 0,4D = 0,4 \cdot 1,6 = 0,64$ мм;

Δ – величина перебега, $\Delta = 1 \dots 3$, принимаем 1 мм;

D – обрабатываемый диаметр, $D = 1,6$ мм;

$$L_{px} = 3,5 + 0,64 + 1 = 5,14 \text{ мм}$$

$$T_o = \frac{5,14}{800 \cdot 0,1} = 0,3 \text{ мин.}$$

Переход 3. В третьем переходе необходимо проточить канавку $\phi 5,5_{-0,18}$ и шириной 1 мм, глубина $t = 0,9$ мм.

В качестве режущего инструмента принимаем токарный прорезной резец $H = 1$ мм по ГОСТ 18874-73. Материал: твёрдый сплав Т15К6.

Назначаем режимы резания. $S = 0,15$ мм/об. $V = 20,1$ м/мин

Частота вращения шпинделя. $n = \frac{1000 \cdot 20,1}{3,14 \cdot 5,5} = 763,87$ об/мин

Принимаем: $n = 800$ об/мин

Определим машинное время

$$L_{px} = 0,45 + 1,5 + 2 = 3,95 \text{ мм}$$

$$T_o = \frac{3,95}{800 \cdot 0,15} = 0,8 \text{ мин}$$

Общее машинное время на выполнение операции:

$$T_o = 2,1 + 0,3 + 0,8 = 3,2 \text{ мин}$$

Таблица 2.1 – Режимы резания на операции

Номер операции	Наименование перехода	Глубина резания t , мм	Подача, S , мм/об	Скорость резания, V , м/мин	Частота вращения, n , об/мин
1	2	3	4	5	6
№010	1. Подрезать торцы и точить поверхности	1	0,15	20,1	800
	2. Зацентровать торец	0,8	0,1	4,88	800
	3. Точить канавку	0,45	0,15	20,1	800

Продолжение таблицы 2.1

№015	1. Подрезать торец	1	0,15	25	600
	2. Зацентровать торец	2	0,1	4,88	600
	3. Сверлить отверстие	20	0,1	6,2	500
	4. Точить поверхность	2	0,15	28,3	600
	5. Точить поверхности	2	0,1	25,1	600
	6. Точить канавку	1,4	0,1	25,1	500
	7. Точить поверхность и подрезать торец	2	0,15	25,1	500
	8. Проточить фасонную выточку	2	0,1	47,2	500
	9. Точить поверхность	0,6	0,1	13,6	600
	10. Точить канавку	2,5	0,1	45	700
№030	1. Фрезеровать зубья		0,2	5	147
№035	1. Фрезеровать зубья	0,88	0,15	5	245
№045	1. Фрезеровать лыску	2	0,1	67	600
	2. Зацентровать поверхность	0,8	0,1	4,88	600
	3. Сверлить отверстие	1	0,1	14,5	700
	4. Развернуть отверстие	4,5	0,2	13	600
№050	1. Фрезеровать поверхности	1	0,1	14,5	700
№060	1. Шлифовать поверхность	0,2	0,016	10,5	400
№065	1. Шлифовать поверхность	0,2	0,016	18,9	300
№070	1. Шлифовать поверхность	0,2	0,016	25	300

2.5 Нормирование технологического процесса

Нормирование технологического процесса производим табличным методом [4].

Нормирование токарной операции №010

Штучное время на операцию $T_{шт}$, мин, определяется по формуле

$$T_{шт} = T_о + T_в + T_{об} + T_ф,$$

где $T_о$ – основное или машинное время определяется по соответствующей формуле в зависимости от метода обработки;

$T_в$ – вспомогательное время на установку и снятие заготовки, время связанное с переходом и вспомогательными ходами, вспомогательное время выбирается по таблице;

$T_{об}$ – время на обслуживание рабочего места, в 4% от оперативного;

T_{ϕ} – время на отдых и личные надобности, в 4% от оперативного. Вспомогательное время на операцию $T_{в}$, мин, определяется по формуле:

$$T_{в} = T_{уст} + T_{пер} + T_{изм},$$

где $T_{уст}$ – время на установку и снятие обрабатываемой детали, мин;

$T_{пер}$ – время, связанное с переходом (время на подвод, отвод режущего инструмента, на смену позиции стола с приспособлением), мин;

$T_{изм}$ – время на контрольные измерения, мин;

$$T_{в} = 0,24 + 0,36 + 0,9 = 1,5 \text{ мин.}$$

Штучное время на операцию $T_{шт}$, мин

$$T_{шт} = 3,2 + 1,5 + 0,15 + 0,15 = 5 \text{ мин.}$$

Нормы времени на последующие операции технологического процесса приведены в таблице 2.2.

Таблица 2.2 – Нормы времени

Номер операции	T_0 , мин	$T_{в}$, мин	$T_{шт}$, мин
010	3,2	1,5	5
015	7,3	2,1	9,5
030	4,6	3,4	8,6
035	3,2	2,2	5,8
045	2,3	1,3	3,9
050	2,3	1,2	3,8
060	0,9	1,1	2,1
065	0,7	0,9	1,7
070	0,8	0,9	1,8

Выводы по разделу два

В технологической части дипломной работы произведен анализ технологичности детали и существующего технологического процесса, разработан новый техпроцесс, произведен его размерный анализ, а также рассчитаны режимы резания и нормы времени на операции.

3 КОНСТРУКТОРСКИЙ РАЗДЕЛ

3.1 Проектирование зажимного приспособления для сверления отверстия и фрезерования паза

3.1.1 Разработка теоретической схемы базирования

Теоретическая схема базирования представлена в соответствии с рисунком 3.1

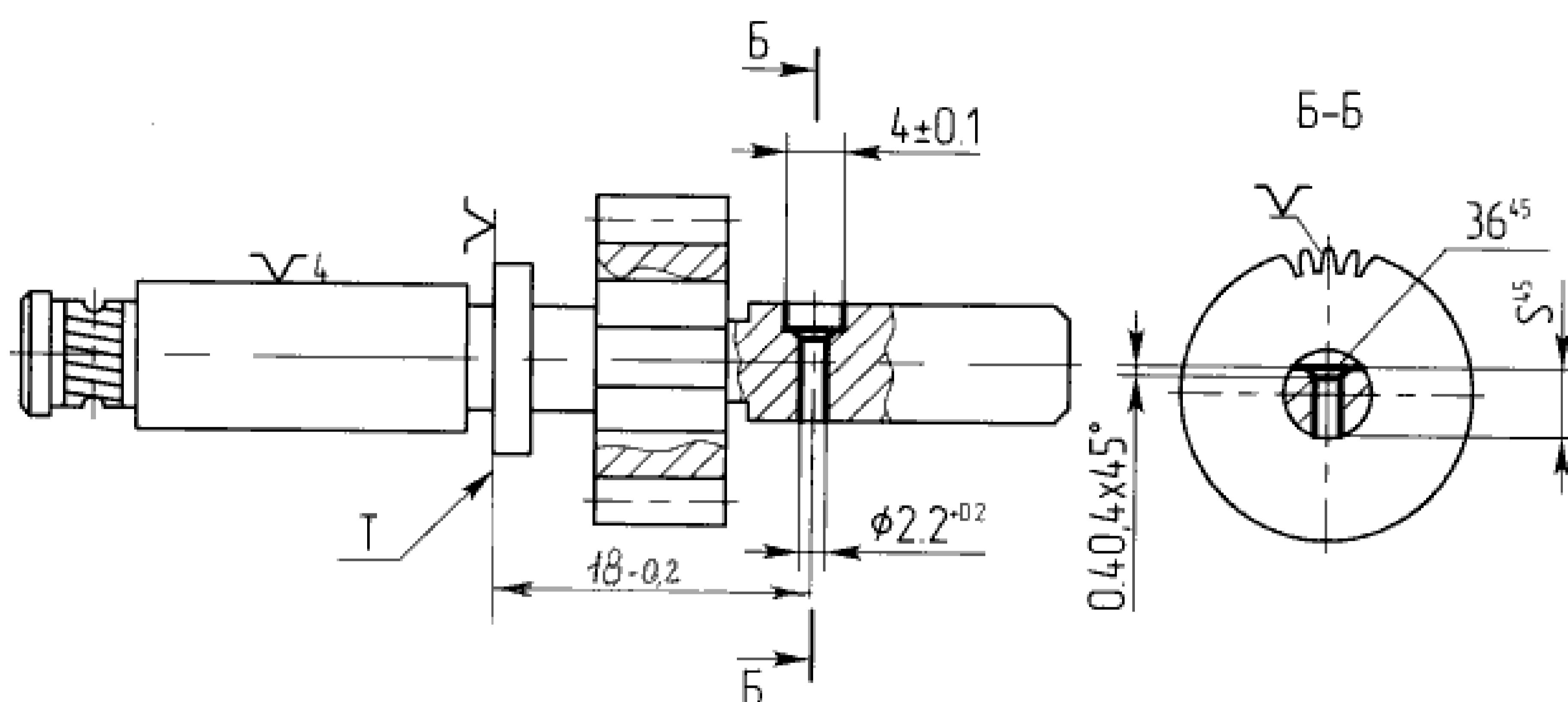


Рисунок 3.1 – Теоретическая схема базирования

Для обработки детали на операции №045 применяется специальное пневматическое фрезерное приспособление.

Разработанная теоретическая схема базирования позволяет лишить деталь при обработке 6-ти степеней свободы. Выбранная схема базирования позволяет совместить конструкторскую и технологическую базу, а значит, исключить погрешность изготовления детали.

В качестве баз принимаем поверхность $\varnothing 8$ – четыре степени свободы, торец Т и поверхность зуба – две опорные базы.

3.1.2 Расчет приспособления

Схема закрепления детали в приспособлении представлена в соответствии с рисунком 3.2.

Для расчета силы зажима на штоке, определяем необходимые величины.

Максимальная сила резания на операции будет возникать при фрезеровании паза.

Сила резания P_z определяется [2, стр.282]:

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

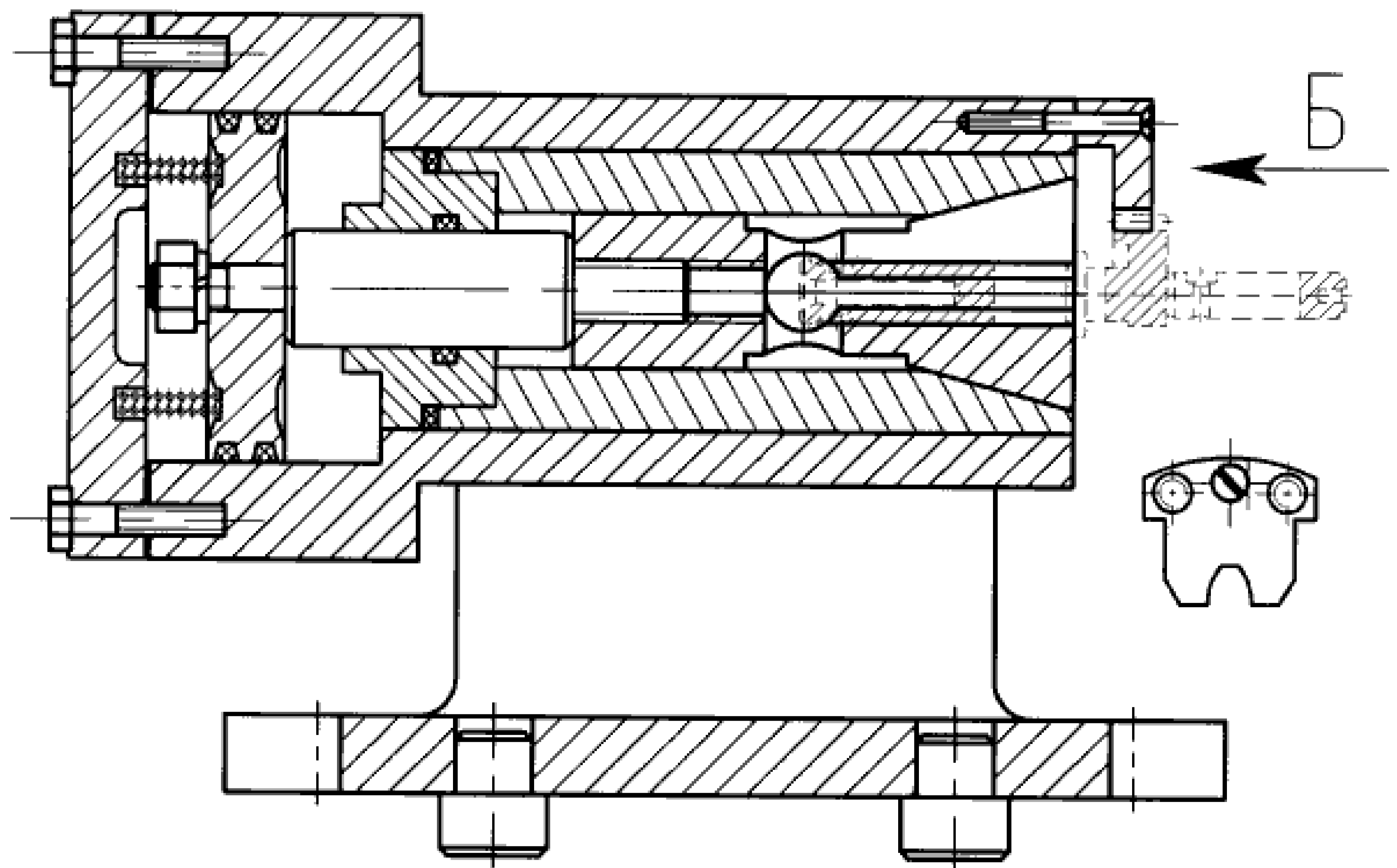


Рисунок 3.2 – Схема зажима детали

где C_p – коэффициент и показатели степени, $C_p=82$; $x=0,75$; $y=0,6$; $u=1$; $q=0,86$; $w=0$ [2-263]

D – диаметр фрезы, $D=4$ мм.;

z – число зубьев фрезы, $z=4$;

t – глубина фрезерования, $t=1,4$;

B – ширина фрезерования, $B=4$;

K_{MP} – коэффициент обрабатываемого материала

$$K_{MP} = K_{MV} \cdot K_{NV} \cdot K_{UV} = 0,5 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,5;$$

$$P_z = \frac{10 \cdot 12,5 \cdot 1,4^{0,86} \cdot 0,1^{0,72} \cdot 4 \cdot 4}{4^{0,86} \cdot 600^0} \cdot 0,5 = \frac{10 \cdot 12,5 \cdot 1,3 \cdot 0,2 \cdot 4 \cdot 4}{3,3 \cdot 1} \cdot 0,5 = 180H$$

Коэффициент запаса прочности $K=1,5$

Определяем осевую силу Q необходимую для зажима цанги:

$$Q = \left(\frac{K}{f} \cdot \sqrt{\frac{M^2}{r^2} + \frac{2000 \cdot \Delta \cdot D^3 \cdot S}{l^3}} \right) \cdot \left[\operatorname{tg} \left(\frac{\alpha}{2} + \varphi \right) + \operatorname{tg} \varphi_1 \right], [2-157]$$

где: $f=0,5$ – коэффициент трения между цангой и обрабатываемой деталью;

$M=P_z \cdot r_1$, где $r_1=5$ – длина, на которой приложена сила P_z ;

$\Delta=0,02$ см – диаметральный зазор между цангой и базовой поверхностью;

				151900.2016.050.000 ПЗ		Лист
						46
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$D=30$ мм – наружный диаметр изгибающихся лепестков цанги;
 $S=0,2$ см – ширина изгибающегося лепестка;
 $L=3$ – длина лепестка от места задела до середины конуса цанги;
 $\alpha=60^\circ$ – угол при вершине конуса цанги;
 $\varphi=6^\circ$ – угол трения между конической поверхностью цанги и сжимающей втулкой;
 $\operatorname{tg}\varphi_1=0,2$ – угол трения между лепестками цанги и зажимаемой поверхностью.

$$Q = \left(\frac{1,5}{0,5} \cdot \left(\sqrt{\frac{(50,8 \cdot 2,7)^2}{1,4^2}} + \frac{2000 \cdot 0,02 \cdot 4^3 \cdot 0,4}{3^2} \right) \cdot \left[\operatorname{tg} \left(\frac{30^\circ}{2} + 6^\circ \right) + 0,2 \right] \right) = 328,4 \text{ кгс}$$

Определяем диаметр пневмоцилиндра:

$$Q = \frac{\Pi}{4} \cdot (D^2 - d^2) \cdot \rho \cdot \eta - Q_1,$$

где Q_1 – сила сопротивления возвратных пружин.

$$Q_1 = n \cdot F_2,$$

где F_2 – сила рабочей деформации;

$n=6$ – количество пружин;

$$F_2 = F_3 \cdot (1 - \delta),$$

где $\delta = 0,05 - 0,10$ [2-199-203]

$F_3 = 20,0$ Н – сила сжатия пружин [2=209]

$$F_2 = 20,0 \cdot (1 - 0,1) = 18 \text{ Н}$$

$$Q_1 = 6 \cdot 18 = 108 \text{ Н}$$

$\eta = 0,8$; $\rho = 4$ кгс/м² – давление сжатого воздуха.

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot (Q + Q_1)}{\Pi \cdot \rho \cdot \eta}} = \sqrt{\frac{4 \cdot (32,3 \cdot 11)}{3,14 \cdot 4 \cdot 0,8}} = 4,15 \text{ см} = 41,5 \text{ мм}$$

Конструктивно принимаем $D_{ц.} = 45$ мм, по таблице согласно ГОСТ [2-97]

Следовательно, $d_{ц.} = 15$ мм [2-203]

Определяем действительную силу зажима:

$$Qg = \frac{\Pi}{4} \cdot (D_{ц.}^2 - d_{ц.}^2) \cdot \eta \cdot \rho - Q_1$$

					151900.2016.050.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		47

$$Qg = \frac{3.14}{4} \cdot (45^2 - 15^2) \cdot 0,8 \cdot 4 - 11 = 0,785 \cdot (2025 - 225) \cdot 0,8 \cdot 4 - 11 = 44,85 \text{ кгс}$$

3.1.3 Описание принципа работы приспособления

Спроектированное приспособление в соответствии с рисунком 3.2 устанавливается на стол станка и крепится двумя болтовыми соединениями. Ориентация осуществляется за счет установочных пальцев 8.

Принцип работы: обрабатываемая заготовка базируется в цанге 12 и фиксируется прижимом 10. Зажим детали производится следующим образом: Воздух поступает через штуцер 14 в пневмоцилиндр. Давление воздуха действует на поршень 9 и перемещает его влево. Поршень, в свою очередь, через шток 13 действует на цангу 12, которая, обхватывая заготовку лепестками, производит тем самым ее зажим.

Разжим детали осуществляется следующим образом:

При повороте крана воздух выходит через штуцер 14 в атмосферу. Пружины 11 действуют на поршень 9 и перемещают его вправо. Поршень, в свою очередь, через шток 13 действует на цангу 12, которая разжимает деталь.

3.1.4 Расчет приспособления на точность

Общий вид условия точности записывается следующей формулой [13]: $\sum \delta \leq a$, где $a = 0,2$ – общий припуск;

$$a = 0,1 + 0,1 = 0,2$$

Рассмотрим составляющие суммарной погрешности.

δ_c – погрешность станка в нагруженном состоянии определяется как допустимая непараллельность стола станка, согласно паспорту – $\delta_c = 0,025$ мм.

$\delta_{р.п.}$ – погрешность расположения приспособления на станке. Приспособление устанавливается на стол станка основанием корпуса. Согласно чертежу, допуск плоскостности – $\delta_{р.п.} = 0,01$ мм.

$\delta_{б.и.б.}$ – погрешность базирования равна 0. [3–160]

δ_3 – погрешность закрепления. Учитывая, что деталь устанавливается симметрично в приспособлении, не испытывает заметных деформаций, то погрешность закрепления равна 0.

$\delta_{и.}$ – погрешность инструмента, определяемая его изготовлением, равна 0, т.к. браковым инструментом не работают.

$\delta_{р.и.}$ – погрешность расположения фрезы на станке определяется настройкой $\delta_{р.и.} = 0$

$\delta_{д.}$ – погрешность, возникающая вследствие деформаций под действием сил резания. $\delta_{д.} = 0$, т.к. деформации незначительные, близки к нулю.

$\delta_{из} = 0$ – погрешность, зависящая от износа режущего инструмента, определяется стойкостью инструмента на основе опытных данных, она равна 0.

Находим суммарную погрешность, как геометрическую сумму составляющих погрешностей с коэффициентом $K = 1 \dots 1,2$:

					151900.2016.050.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		48

$$\Sigma\delta = K\sqrt{\delta_c^2 + \delta_{p.n.}^2 + \delta_{биб}^2 + \delta_z^2 + \delta_u^2 + \delta_{p.u.}^2 + \delta_o^2 + \delta_{из}^2} =$$

$$= 1,2\sqrt{0,025^2 + 0,01^2 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0} = 0,03 \text{ мм}$$

$$\Sigma\delta \leq a$$

$$0,03 < 0,2$$

Условие точности соблюдается.

Данное приспособление обеспечивает требуемую точность обработки.

3.2 Проектирование червячной фрезы для фрезерования зубьев на $\varnothing 20_{-0,84}$.

Для фрезерования зубьев на поверхности детали «Валик», согласно операции №030 в соответствии с рисунком 3.3, принимаем червячную фрезу в соответствии с рисунком 3.4. Фреза рассчитана с помощью программного обеспечения «Mathcad», которое представлено в приложении А.

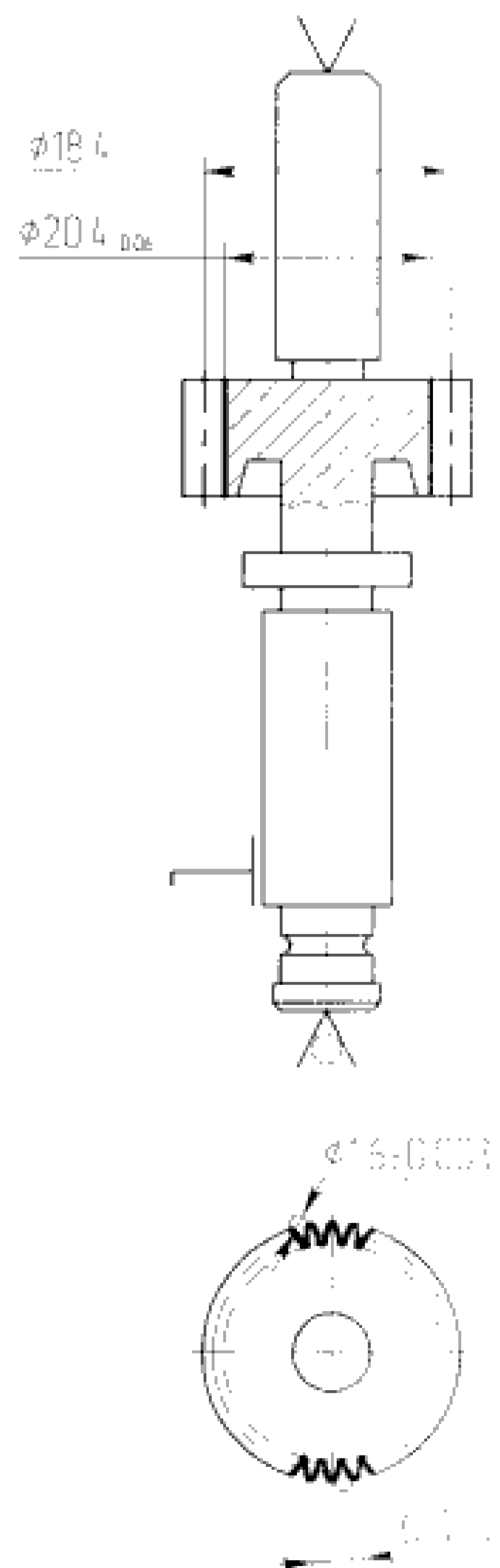


Рисунок 3.3 – Эскиз операции №030

					151900.2016.050.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		49

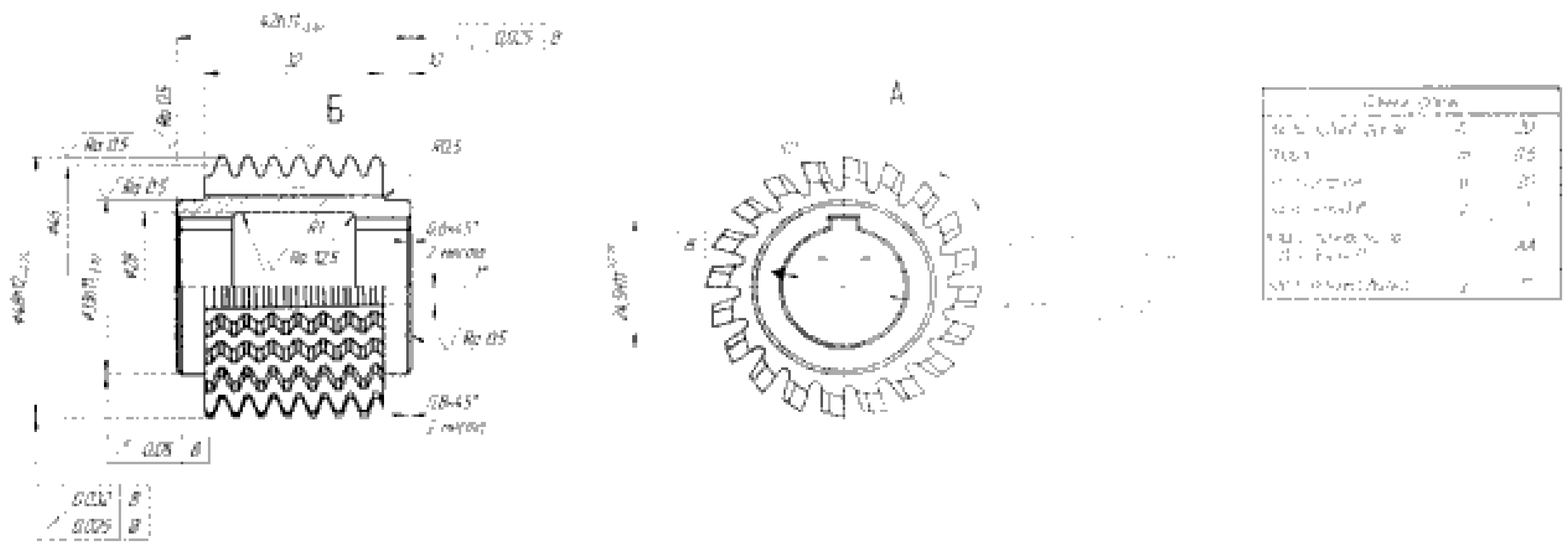


Таблица 1		
№ п/п	Наименование	Кол-во
1	Шестерня червячная	1
2	Червяк	1
3	Червяк	1
4	Червяк	1
5	Червяк	1
6	Червяк	1
7	Червяк	1
8	Червяк	1

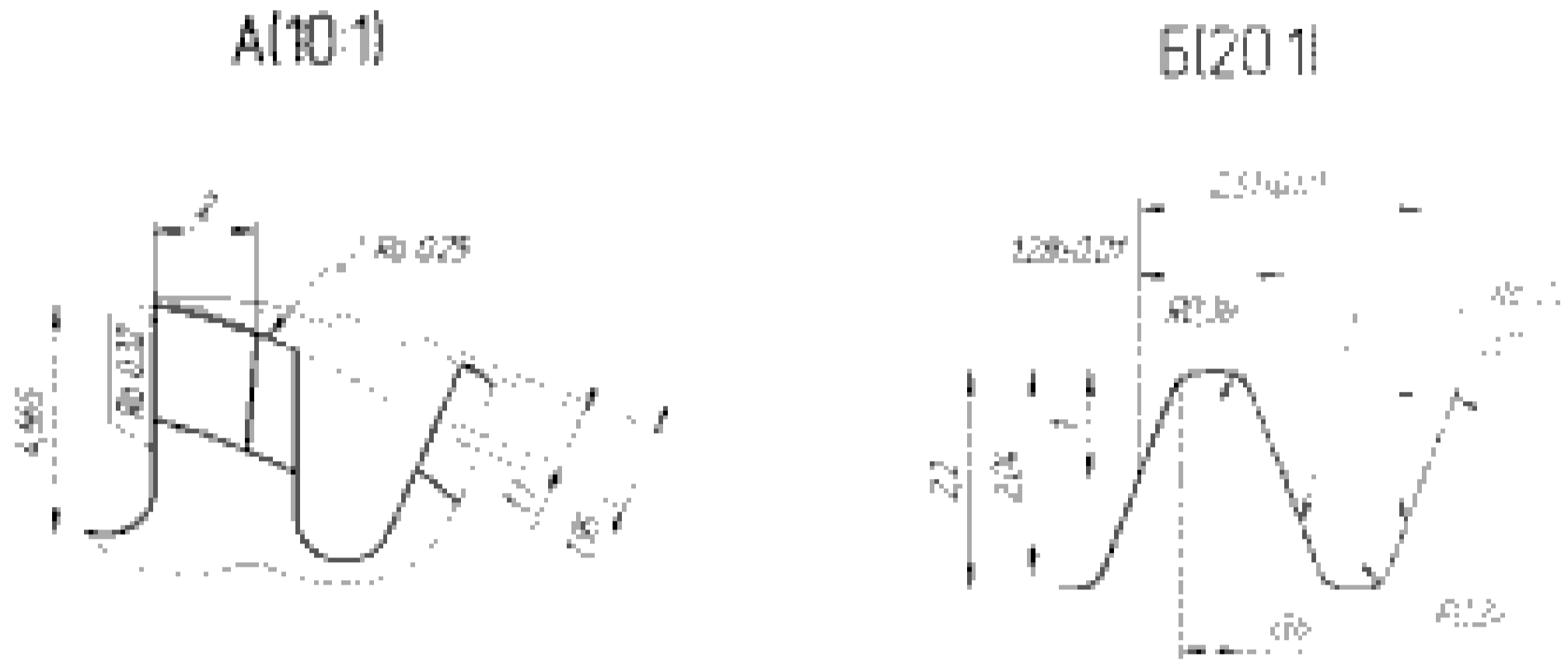


Таблица 2
 Таблица 3
 Таблица 4
 Таблица 5
 Таблица 6
 Таблица 7
 Таблица 8
 Таблица 9
 Таблица 10

Рисунок 3.4 – Фреза червячная

3.3 Проектирование фрезы червячной для фрезерования зубьев на $\text{Ø}7,2^{+0,032}_{-0,036}$

Для фрезерования зубьев на поверхности детали «Валик», согласно операции №035 в соответствии с рисунком 3.5, принимаем червячную фрезу в соответствии с рисунком 3.6. Фреза рассчитана с помощью программного обеспечения «Mathcad», которое представлено в приложении Б.

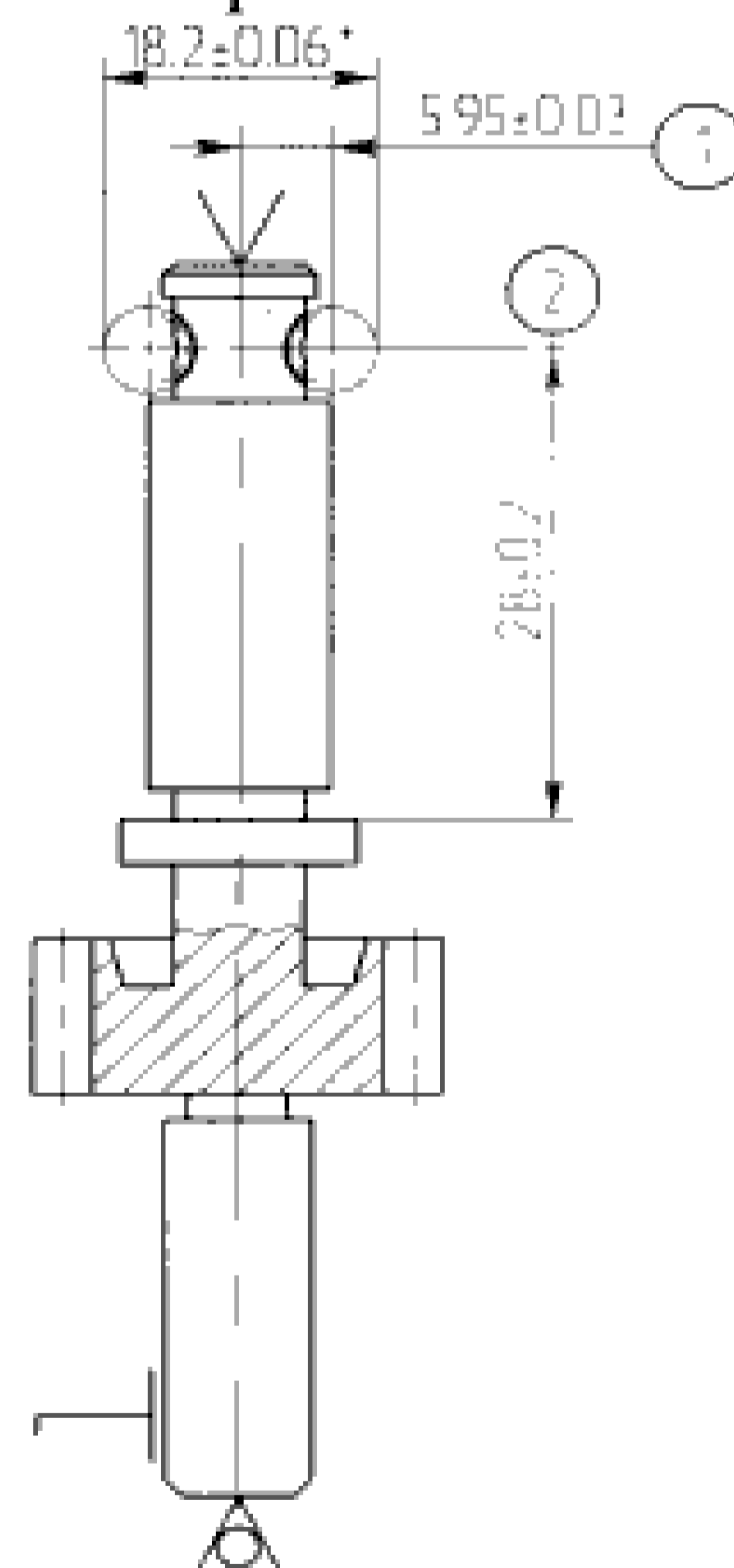


Рисунок 3.5 – Эскиз операции №035

				Лист	
				151900.2016.050.000 ПЗ	
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	50

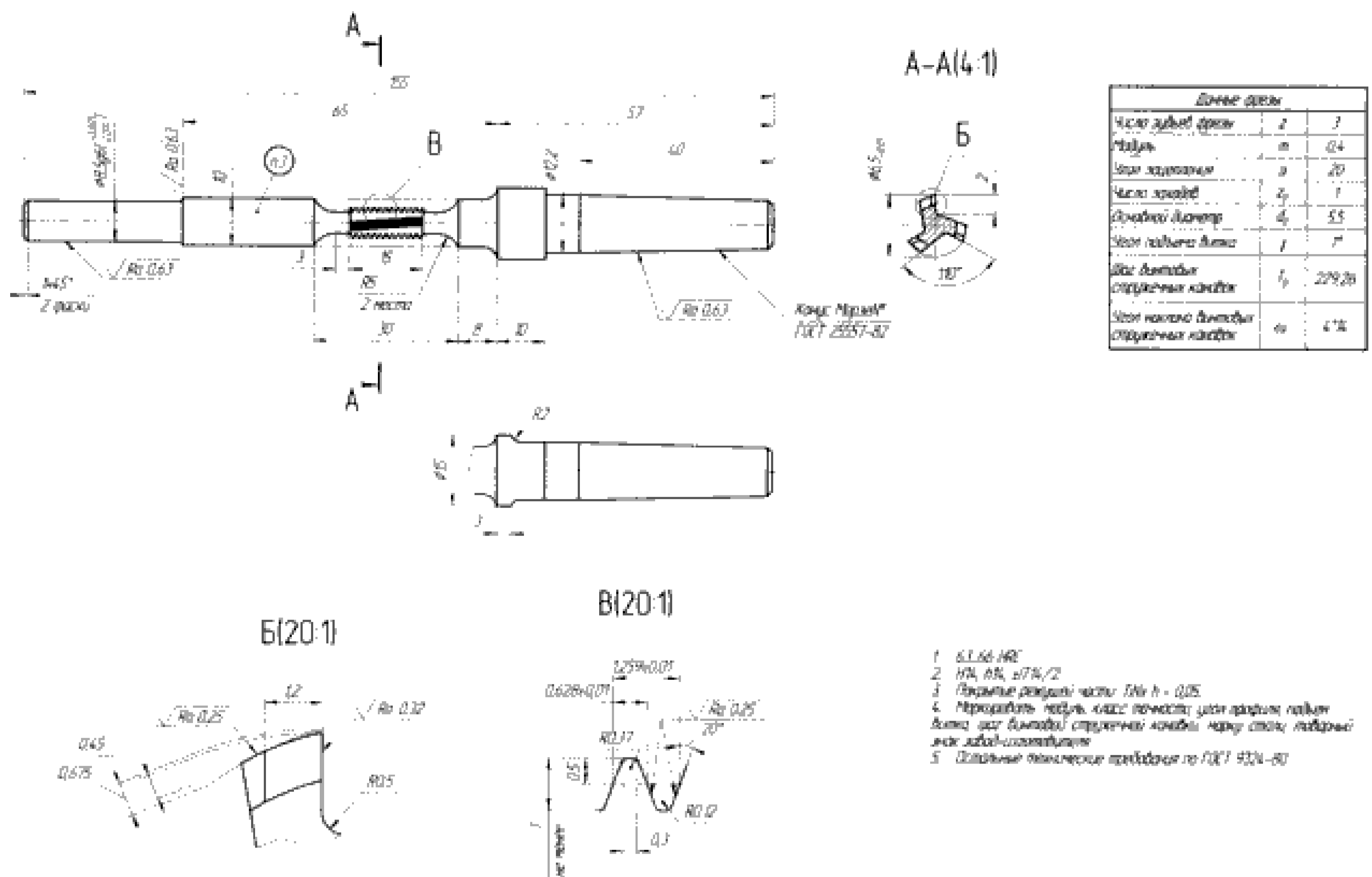


Рисунок 3.6 – Фреза червячная

3.4 Проектирование приспособления для контроля смещения середины зуба

3.4.1 Выбор схемы контроля

На чертеже детали «Валик 2255.03.044» имеется техническое требование: середина зуба должна лежать в плоскости, проходящей через оси поверхности Г и Д, смещение 1° не более.

Контроль данного требования можно обеспечить в проектируемом варианте контрольного приспособления в соответствии с рисунком 3.7.

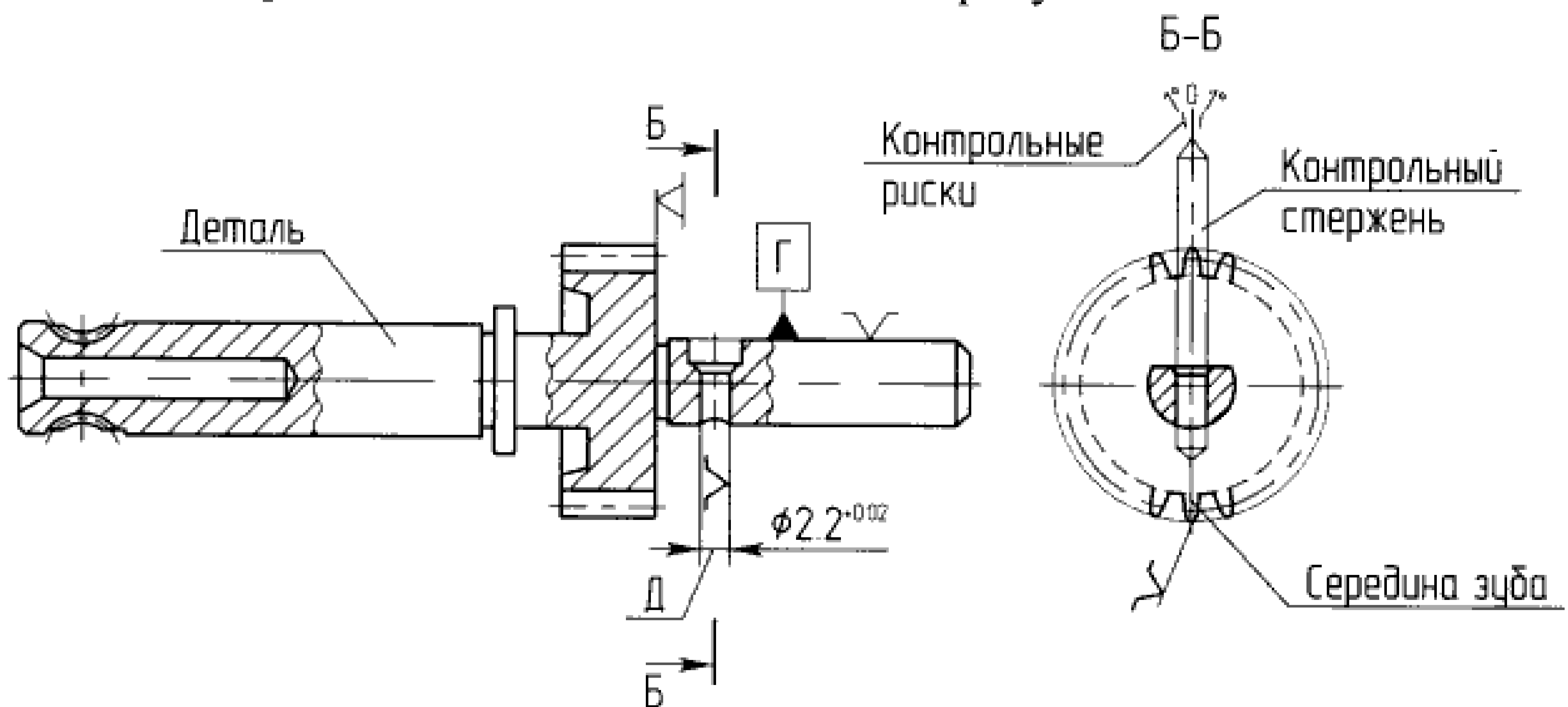


Рисунок 3.7 – Схема контроля

3.4.2 Описание работы приспособления

Спроектированное приспособление в соответствии с рисунком 3.8 устанавливается на контрольный стол.

Принцип замера: контролируемая деталь устанавливается во втулку 2 и фиксируется по зубу фиксатором 10, так чтобы стержень 8 можно было установить вертикально по $\varnothing 2,2$, относительно «нулевой» риски. По отклонению стержня 8 – влево или вправо, относительно контрольных рисков можно наблюдать выполнение данного требования.

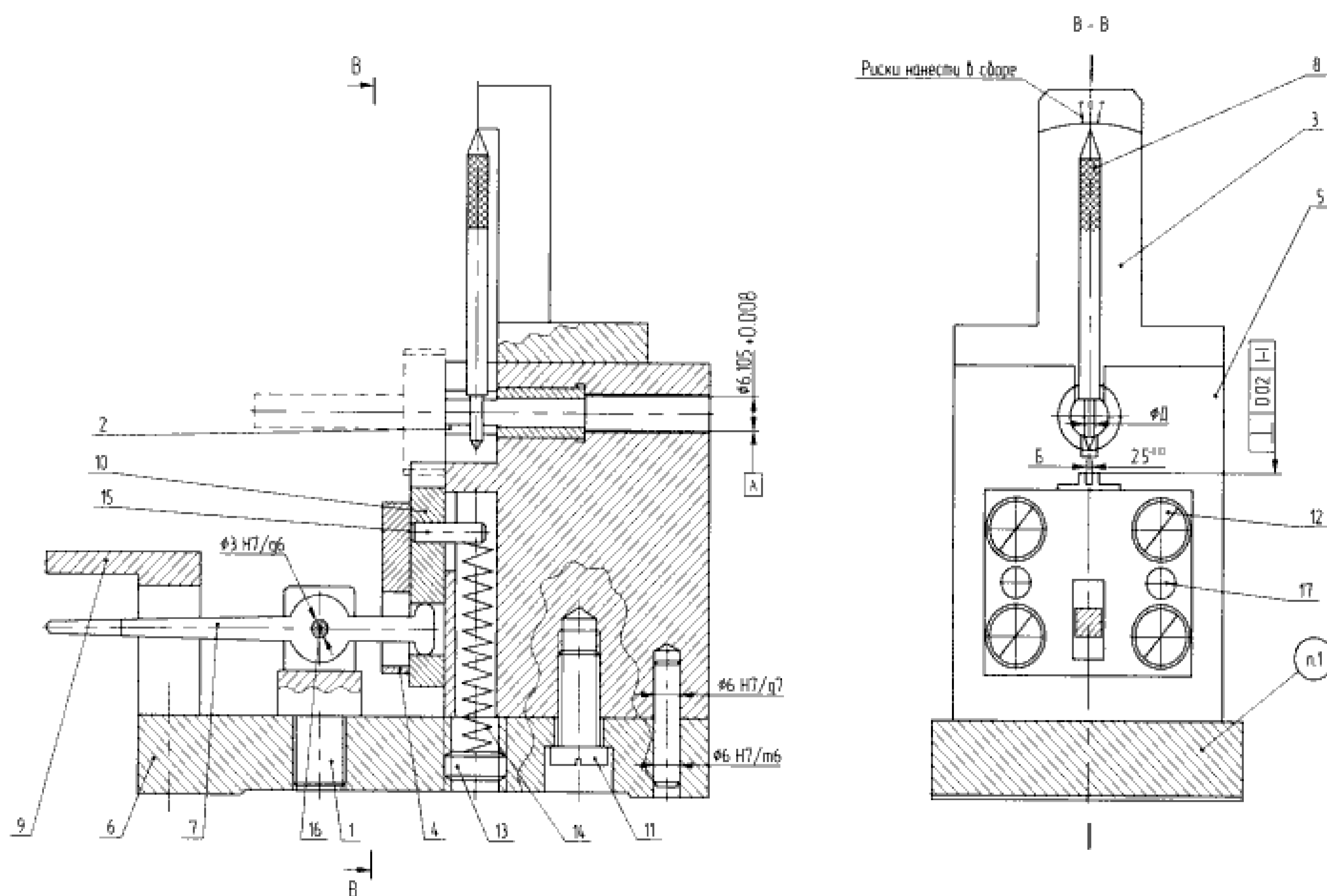


Рисунок 3.8 – Контрольное приспособление

3.4.3 Расчёт погрешности измерения приспособления

Расчёт приспособления на точность выполняется по формуле [3]

$$\sum \delta_{\text{изм}} = \sqrt{\delta_1^2 + \delta_2^2 + \dots + \delta_n^2},$$

где $\delta_1 = 0,006$ мм – максимальный зазор между отверстием в детали и измерительным стержнем 10.

$\delta_2 = 0,003$ мм – погрешность профиля зуба детали;

$\delta_3 = 0,005$ мм – максимальный люфт в соединении фиксатора 3 и колодки 4.

Основное условие обеспечения точности измерений:

				Лист	
				52	
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	151900.2016.050.000 ПЗ

$$\sum \delta_{\text{изм}} \leq 0,25\Delta \text{ или } \sum \delta_{\text{изм}} \leq 25\% \Delta, [3-136]$$

где $\sum \delta_{\text{изм}}$ – суммарная погрешность измерения спроектированного приспособления;

$\Delta = 0,05\text{мм}$ - допуск смещения оси отверстия $\varnothing 2,2$, относительно середины зуба на контролируемой детали.

Таким образом,

$$\sum \delta_{\text{изм}} = \sqrt{0,006^2 + 0,003^2 + 0,005^2} = 0,0083 \text{ мм} \approx 0,008$$

Тогда, $0,008/0,05 = 0,16$, т.е. 16%

16% < 25%

Условие обеспечения точности выполняется.

Выводы по разделу три

В конструкторском разделе были спроектированы зажимное приспособление для фрезерно-сверлильной операции, приспособление для контроля смещения середины зуба и режущий инструмент для зубофрезерной операции, а также приведено описание работы разработанных приспособлений и произведен расчет их на точность.

					151900.2016.050.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		53

4. СТРОИТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ

4.1 Определение количества оборудования и рабочих

Исходные данные для проектирования участка механической обработки детали «Валик 2255.03.044» представлены в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Исходные данные

№ операции	Наименование операции	Модель станка	T _о	T _в
010	токарная	16Б16Т1С1	6,20	1,60
015	доводочная	Установка	1,30	0,60
020	зубофрезерная	53А30	9,30	4,20
025	зубофрезерная	5К310	8,90	3,20
030	электрохим.	4408Д	1,50	1,20
035	фрезерно-сверлильная	ВМ12-500	2,30	1,30
040	фрезерная	ОФ-55	2,30	1,20
045	слесарная	ОС-229	0,50	1,10
050	шлифовальная	3Б151П	2,25	2,70

Такт выпуска деталей определяется по формуле

$$\tau = \Phi_{в} \cdot 60 / N,$$

где $\Phi_{в}$ – годовой фонд времени, $\Phi_{в} = 4015$ ч;

N – годовая программа выпуска, $N = 25000$ шт

$$\tau = 4015 \cdot 60 / 25000 = 9 \text{ шт/ч.}$$

Штучное время на каждую операцию определяется по формуле

$$t_{шт} = (t_o + t_{всп}) \cdot (1 + \alpha / 100),$$

где α – процент потерь на обслуживании рабочего места, $\alpha = 6 \dots 10$ %.

Результаты расчета приведены в таблице 4.2

Расчётное количество станков $S_{расч.}$ определяется по формуле:

$$S_{расч} = (T_{шт} \cdot N) / (F_d \cdot 60),$$

где $T_{шт}$ – штучно-калькуляционное время на каждой операции

Результаты расчета приведены в таблице 4.2

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

Коэффициент загрузки оборудования K_z на данной операции определяется по формуле

									Лист
									54
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

$$K_3 = S_{расч} / S_{пр.}$$

Результаты расчета приведены в таблице 4.2

Средний коэффициент загрузки оборудования по участку определяется по формуле

$$K_{з.ср.} = S_{расч.} / S_{п}$$

Результаты расчета приведены в таблице 4.2

Таблица 4.2

№	Тип и модель оборудования	Нпр, шт	Фд, ч	Тшк	S _{расч} , шт	S _{пр} , шт	K _з
10	16Б16Т1С1	114000	4015	9,58	4,53	5	0,907
15	Установка			2,02	0,96	1	0,956
20	5343			13,72	3,49	4	0,958
25	5К310			12,82	2,54	3	0,987
30	4408Д			3,63	1,72	2	0,859
35	ВМ12-500			3,99	1,89	2	0,944
40	ОФ-55			3,87	1,83	2	0,915
45	ОС-229			1,82	0,86	1	0,862
50	ЗБ151П			5,52	2,61	3	0,871

Определение состава и количества работающих

Расчет численности производственных рабочих R_п производится по каждой профессии и разряду (по операциям), исходя из трудоемкости работ за год по формуле

$$R_{п.расч} = \frac{C_{пр} \times \Phi_o \times K_3 \times K_{и}}{\Phi_p \times K_m},$$

где Φ_o – эффективный годовой фонд времени работы оборудования,

$\Phi_o = 3900$ ч;

Φ_p – фонд времени работы рабочих, $\Phi_p = 1820$ ч;

K_m – коэффициент многостаночности.

Количество одновременно обслуживаемых станков, при многостаночном обслуживании (выполнение операций 040 и 050) рассчитывается по формуле

$$m \leq \frac{t_{оп(max)}}{t_r + t_{пер}},$$

где $t_{оп(max)}$ – максимальное оперативное время, на операциях, которые подвергаются расчету, $t_{оп(max)} = 13,72$ мин;

									Лист
									55
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	151900.2016.050.000 ПЗ				

t_r – суммарное время обслуживания станков и активного наблюдения, $t_r = 3$ мин;

t_{per} – время перехода от станка к станку, $t_{per} = 0,2$ мин;

$$m \leq \frac{13,72}{3 + 0,2} = 4,29$$

Коэффициент многостаночного обслуживания для данных операций $K_m = 2$.
Расчет численности производственных рабочих для выполнения 020 операции

$$R_{п.расч} = \frac{1 \times 3900 \times 0,958 \times 0,85}{1820 \times 2} = 0,87 \approx 1$$

Один рабочий сможет обслуживать два станка, при выполнении операции 020.
Расчет коэффициента многостаночного обслуживания операции 010

$$m \leq \frac{t_m}{t_r} + 1,$$

где t_m – время работы станка без участия рабочего, $t_m = 11,1$ мин;

t_r – суммарное время обслуживания станков и активного наблюдения, $t_r = 9,8$ мин.

$$m \leq \frac{11,1}{9,8} + 1 = 2,13$$

Тогда коэффициент многостаночности принимаем $K_m = 2$.

Расчет численности производственных рабочих для выполнения 010 операции

$$R_{п.расч} = \frac{2 \times 3900 \times 0,907 \times 0,85}{1820 \times 2} = 1,65 \approx 2$$

При выполнении 010 операции потребуется два производственных рабочих, но каждый рабочий будет обслуживать два станка-дублера и работать они будут в две смены

Результаты расчёта сведены в таблицу 4.3

Таблица 4.3 – Численность рабочих

№ оп	Профессия рабочего	Разряд рабочих	Тшк	Кол-во рабочих, R_p принят	Численность рабочих	
					1 смена	2 смена
010	Токарь	4	9,58	10	5	5
015	Доводчик	3	2,02	2	1	1
020	Фрезеровщик	5	23,18	2	1	1
025	Фрезеровщик	5	22,13	4	2	2

Продолжение таблицы 4.3

030	Электрохимик	3	3,63	4	2	2
035	Оператор ст. с ЧПУ	4	3,99	4	2	2
040	Фрезеровщик	4	3,87	4	2	2
045	Слесарь	3	1,82	2	1	1
050	Шлифовщик	4	5,52	6	3	3

Количество вспомогательных рабочих

$$R_{всп} = 2 \cdot R_{ст} \cdot 0.2 = 2 \cdot 38 \cdot 0.2 = 15 \text{ чел.}$$

Численность ИТР

$$R_{итр} = (C_{п1} + C_{п2} + C_{п3} + C_{п4} + \dots) \cdot 0.15 = 22 \cdot 0.15 = 3 \text{ чел.}$$

Численность служащих

$$R_{сл} = R_{ст} \cdot 0.01 = 2 \cdot 38 \cdot 0.01 = 1 \text{ чел.}$$

4.2 Выбор типов и определение количества транспортных средств

В качестве многооперационных средств для транспортирования заготовок, полуфабрикатов и готовых деталей служат устройства с различной степенью механизации и автоматизации. Распространенным средством для межоперационного транспортирования деталей является подвесной конвейер.

Принимаем скорость конвейера $V = 0,3$ м/мин

Расчетный шаг подвесок, м

$$t = \frac{3600 \cdot V \cdot i}{Z_{п}} = \frac{3600 \cdot 0,005 \cdot 1}{100} = 0,72,$$

где $Z_{п}$ - плановая производительность, 100 шт

i - число грузов на подвеске, 1 шт

Учитывая минимальный зазор между грузами, исключая возможность их столкновения, расстояние от края подвески до оси цепи, ширину подвески с грузом вдоль оси цепи, проверяем шаг подвесок t на проходимость груза при огибании звездочек по условиям

$$t \geq t_{\min}$$

$$t_{\min} = 2R\alpha_{т} = 2 \cdot 0,0513 \cdot 1,08 = 1,1 \text{ м}$$

									Лист
									57
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	151900.2016.050.000 ПЗ				

Условие не выполняется, значит принимаем $t = 1,2$ м

Потребное количество кранов определяют по формуле

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

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

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

где $G_i = 0,026$ кг – вес одной детали;

$G_k = 156$ кг – вес контейнера с деталями;

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

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

i – количество крановых операций на один перевезенный груз;

$l_{\text{ср}} = 24$ м – средняя длина пути на одну крановую операцию;

$V_{\text{ср}}$ – средняя скорость движения крана;

$t_z, t_p = 30$ мин. время на одну загрузку и одну разгрузку;

$\Phi_n = 480$ мин. номинальный фонд работы крана;

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

$$D = \frac{25000 \cdot 0,026}{156} = 19$$

$$K = \frac{19 \cdot 8}{240 \cdot 2} \cdot \frac{\left(\frac{60}{20} + 5 + 5\right)}{480 \cdot 0,85} = 0,38$$

Полученное значение округляем до ближайшего целого значения $K_n = 1$

Коэффициент загрузки крана $K_{\text{зкр}}$ по времени равен:

$$K_{\text{зкр}} = \frac{K}{K_n}$$

$$K_{\text{зкр}} = \frac{0,38}{1} = 0,38$$

Для данного участка механического цеха принимаем мостовой однобалочный электрический кран грузоподъемностью до 5 тонн.

					151900.2016.050.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		58

4.3 Расчет площадей для складирования заготовок и деталей

Величину площади складов определяют исходя из необходимости хранения определенного количества запаса металла, заготовок, полуфабрикатов или деталей с учетом допустимой грузонапряженности пола складского помещения:

$$F_{сз} = \frac{Q_{чер} \cdot t}{250 \cdot q_1 \cdot K_u}, \text{ м}^2$$

где $Q_{чер}$ – масса материала и заготовок годового объема выпуска, где

$$Q_{чер} = m_3 \cdot N, \text{ т}$$

где m_3 – масса заготовки;

N – годовой приведенный выпуск.

$$Q_{чер} = 0,108 \cdot 140000 = 18120 \text{ кг.} = 18,12 \text{ т.}$$

t – среднее количество рабочих дней, в течение которых металл и заготовки хранятся на складе до поступления на обработку, б;

q – средняя допустимая нагрузка на 1 м^2 полезной площади, для средней заготовки принимаем $q = 2 \text{ кН/м}^2$;

K_u – коэффициент использования площади складирования $K_u = 0,3 \dots 0,4$.
Принимаем $K_u = 0,3$.

$$F_{сз} = \frac{18,12 \cdot 6}{250 \cdot 2 \cdot 0,3} = 10 \text{ м}^2$$

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

Определяем потребную площадь для промежуточного склада:

$$Q_{чер} = 0,026 \cdot 140000 = 12640 \text{ кг.} = 12,64 \text{ т.}$$

$$F_{сз} = \frac{12,64 \cdot 6}{250 \cdot 2 \cdot 0,3} = 7 \text{ м}^2.$$

4.4 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.

					151900.2016.050.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		59

Для облегчения транспортирования длина стружки должна быть не более 200 мм, а диаметр спирального витка – не более 25...30 мм.

Техническое решение по организации сбора и транспортирования стружки зависит от годового количества стружки, образованного на 1м² цеха. Существует три системы уборки стружки от станков: М – механизированная с использованием ручного труда, средств малой механизации; К – комбинированная, когда предусматривают линейные конвейеры вдоль станочных линий со специальной тарой в конце конвейера; А – автоматизированная с применением средств непрерывного транспорта.

Площадь участка определяется по формуле:

$$F = n_1 \cdot q_1 + n_2 \cdot q_2$$

где $n_1; n_2$ – количество станков данной модели, шт.;

q_1, q_2 – удельная площадь, приходящая на один станок, м².

– для мелких – 10...12 м²;

– для средних – 15...25 м²;

– для крупных станков – 30...45 м².

Количество оборудования относящегося к мелкому типу – $n_1 = 4$; относящегося к среднему типу – $n_2 = 19$.

$$F = 4 \cdot 12 + 19 \cdot 25 + 10 + 7 = 48 + 475 + 10 + 7 = 540 \text{ м}^2$$

Количество стружки, образующейся на участке из расчета годового объема выпуска определяется по формуле:

$$M_c = (m_3 - m_d) \cdot N,$$

где m_3 – масса заготовки;

m_d – масса детали;

N – годовая программа выпуска

$$M_c = (0,1080 - 0,026) \cdot 140000 = 21910 \text{ кг.} = 21,91 \text{ т.}$$

Определяем количество стружки в год на 1м² площади цеха:

$$M'_c = \frac{M_c}{F} = \frac{21,91}{540} = 0,23 \text{ т / м}^2.$$

В зависимости от массы стружки выбираем средство транспортирования стружки: М – механизированная с использованием ручного труда, средств малой механизации.

					151900.2016.050.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		60

4.5 Планировка оборудования

Оборудование на участке располагается по ходу технологического процесса с учетом требуемых расстояний между станками и элементами конструкций здания, транспортных устройств. Операции скомпонованы таким образом, чтобы был выполнен основной принцип – наикратчайший путь движения детали от склада заготовок до склада готовой продукции, при отсутствии встречных и пересекающихся круговых потоков.

При планировке оборудования учитываются все факторы, которые оказывают влияние на работающих. Основные из них следующие: доступ к рабочим местам, удобство работы рабочего и доставки заготовок к месту работы, близость комнат для курения и туалетов, раздевалок, хорошее освещение, удобное расположение фонтанчиков для питья. В качестве противопожарных мероприятий следует обеспечить удобное расположение противопожарного инвентаря, наличие свободных проходов для быстрого вывода работающих и проездов для пожарных машин. Магистральные водопроводы, трубопроводы, водостоки, канализацию, силовую подводку к станкам, систему освещения, удаления отходов производства, разводку сжатого воздуха – все это проектируется так, чтобы эти коммуникации не проходили в зоне работы транспортной системы и не представляли опасности для работающих, оборудования и материалов.

Для обеспечения безопасности и удобства, а так же нормального обслуживания оборудования рекомендуется выдерживать определенные расстояния между габаритами станков и транспортными устройствами.

Планировка участка цеха представлена на рисунке 4.1.

4.6 Выбор типа, формы и определение размеров здания

Для организации механического производства рекомендуется применять одноэтажные здания прямоугольной формы с перекрытием, поддерживаемых системой колонн. Эти колонны образуют пролеты цехов.

В соответствии с рисунком 4.2, высота пролета здания зависит от высоты устанавливаемого оборудования. Высота самого высокого станка 2300 мм.

$$H = H_k + h,$$

где H_k – высота до головки подкранового рельса складывается из следующих величин:

$$H_k = h_1 + h_2 + h_3 + h_4,$$

где h_1 – высота наиболее высокого станка,

h_2 – промежуток между верхней точкой наиболее высокого станка и транспортируемым изделием, поднятым в крайнее верхнее положение, м. Принимаем $h_2 = 2,15$ м.;

h_3 – наибольшая высота контейнера с деталями. Принимаем $h_3 = 0,5$ м.;

					151900.2016.050.000 ГЗ	Лист
						61
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

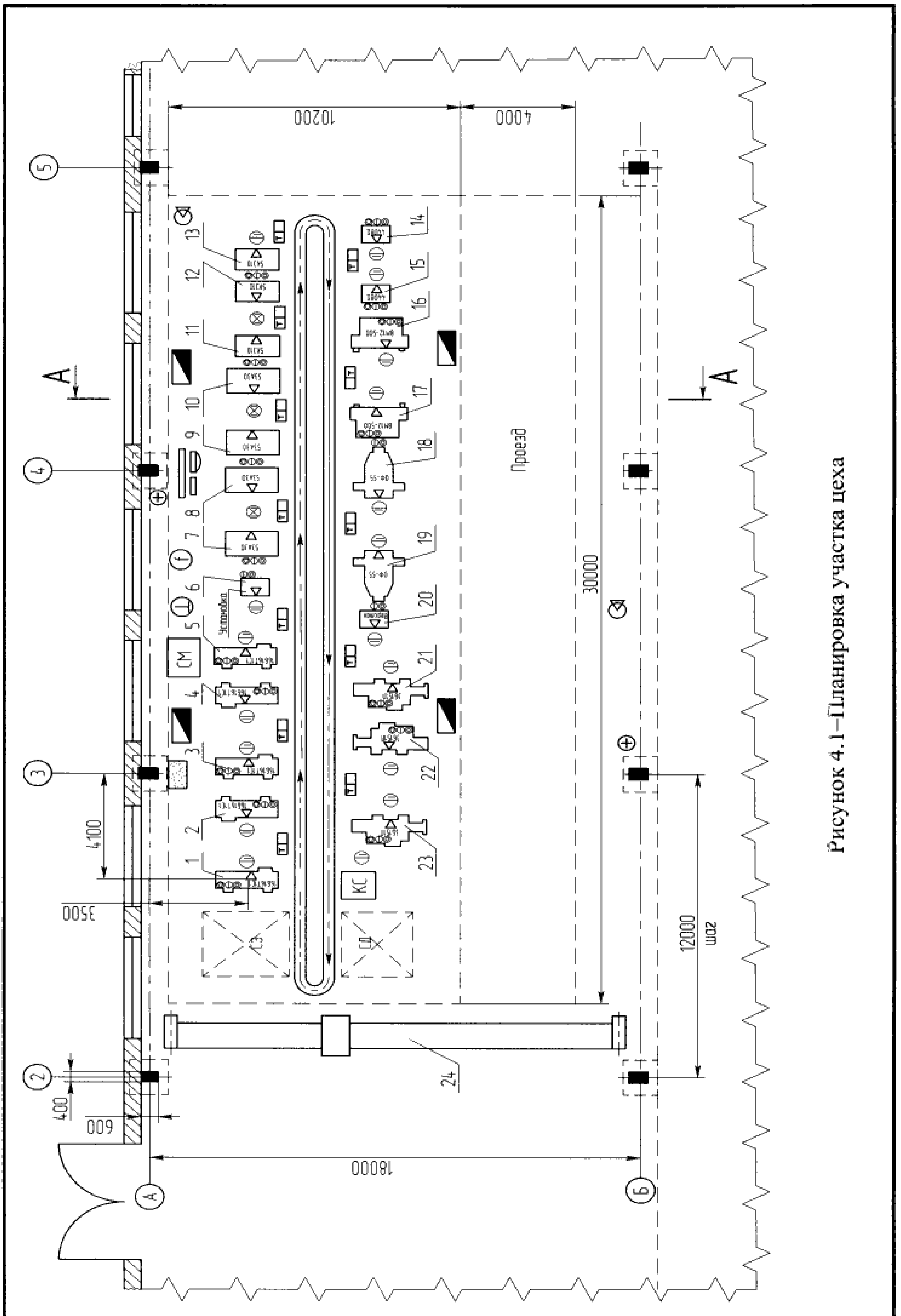


Рисунок 4.1—Планировка участка цеха

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

151900.2016.050.000 ПЗ

Лист

62

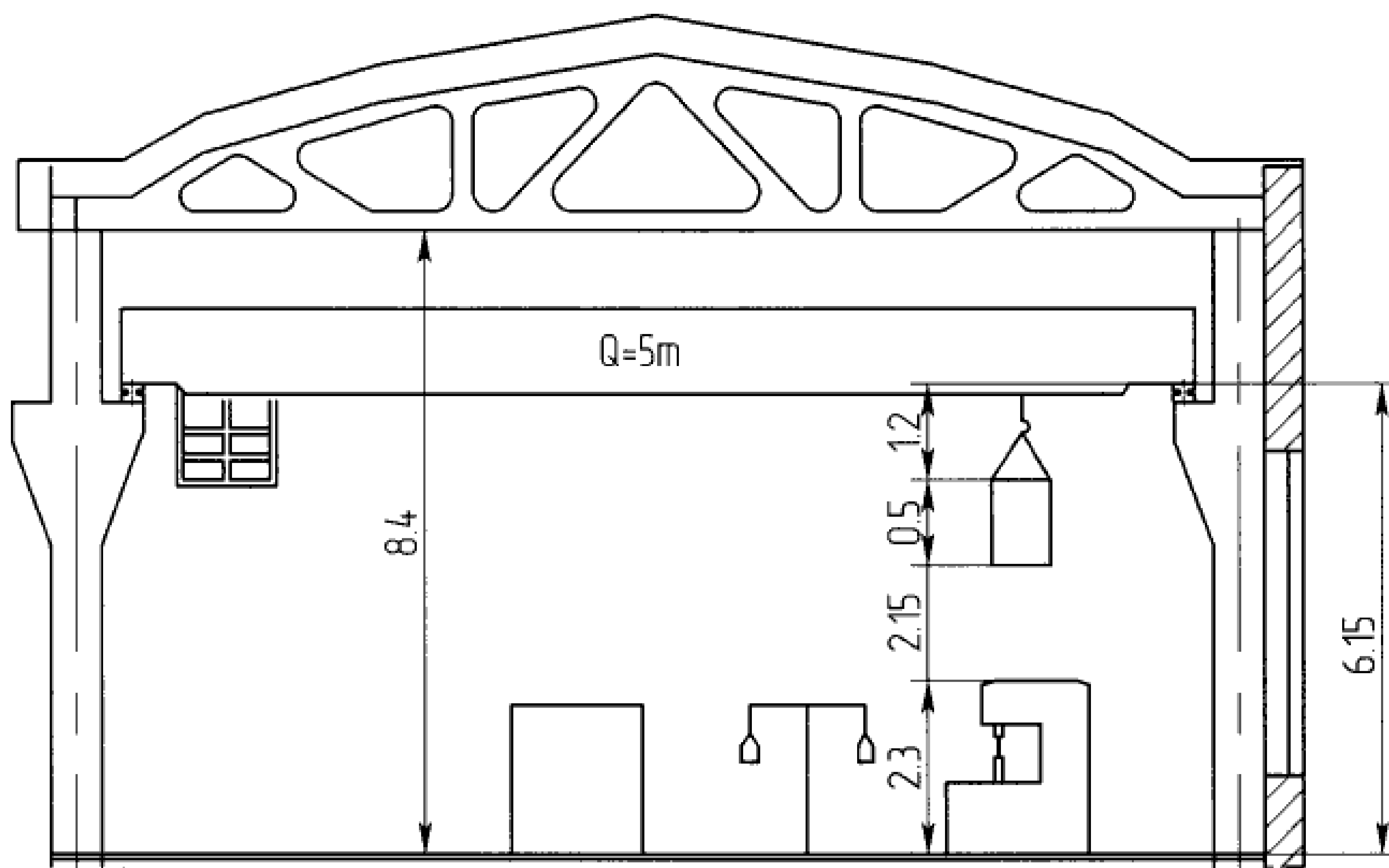


Рисунок 4.2 – Схема здания в поперечном сечении

h_4 – расстояние от верхней кромки наибольшего транспортируемого изделия до центра крюка крана в верхнем его положении, необходимое для захвата изделия цепью или канатом и зависящее от размеров изделия. Принимаем $h_4 = 1,2\text{м.}$;

$$H_k = 2,3 + 2,15 + 0,5 + 1,2 = 6,15 \text{ м}$$

Высоту H_k выбираем из унифицированного ряда указанных величин, приведенных.

Принимаем $H_k = 6,15\text{м}$ при ширине пролета 18м.

Величина h складывается из следующих величин:

$$h = A + m, \text{ где}$$

h – высота от головки рельса до нижней выступающей части верхнего перекрытия;

A – габаритная высота крана. $A = 2,1\text{м.}$

m – расстояние между верхней точкой крана и нижней точкой перекрытия.

Принимаем $m = 0,2\text{м.}$

$$h = 2,1 + 0,2 = 2,3\text{м.}$$

$$H = 6,15 + 2,3 = 8,45 \text{ м.}$$

Высоту H пролета выбираем из унифицированного ряда. Принимаем величину $H = 8,4\text{м.}$

Ширина пролета здания L – расстояние между осями колонн. Ширина пролета здания выбирается из расчета на основании размеров обрабатываемых деталей, от размера оборудования, планировки оборудования и средств транспортировки. Принимаем ширину пролета здания $L = 18 \text{ м.}$ Шагом колонны называется расстояние между осями двух колонн в направлении продольной оси пролета. Принимаем

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

151900.2016.050.000 ПЗ

Лист

63

ем шаг равный 12 м. Длина станочных участков из соображений пожарной безопасности принимают в пределах 35...50 м, а между ними предусматривают магистральные (пожарные) проезды шириной 4...5,5 м. Принимаем ширину проездов равную 4 м.

Колонны одноэтажных промышленных зданий преимущественно делают железобетонными прямоугольного сечения. Железобетонные колонны при высоте пролета здания 6,15 м ставят прямоугольного сечения 50x80 см. Применяем железобетонные фермы безраскосные серии 1.463-3.

Основные размеры колонн приведены на рисунке 4.3.

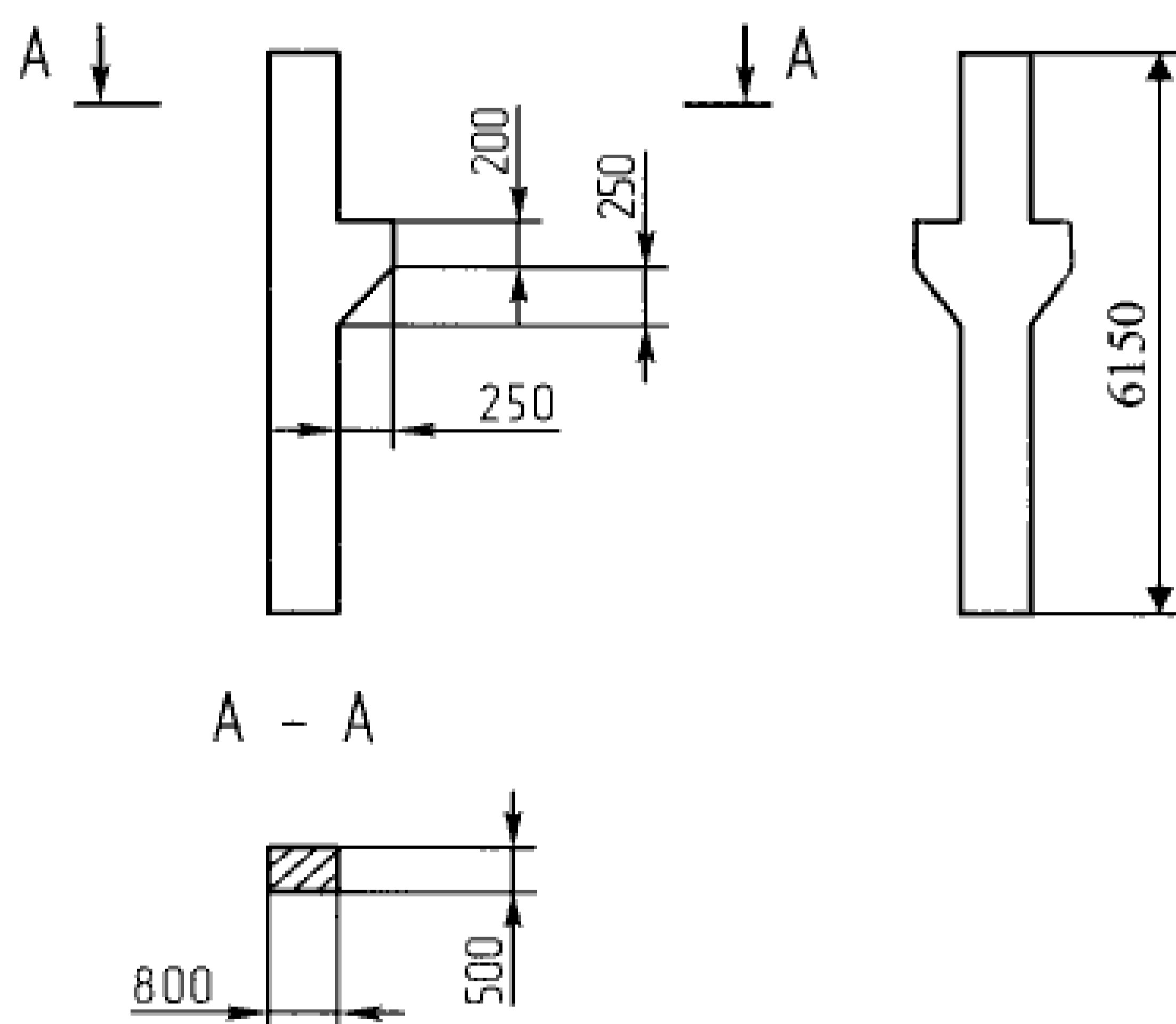


Рисунок 4.3 – Колонны для зданий

К несущей конструкции одноэтажных промышленных зданий относятся фермы, которые изготавливаются сборными железобетонными или стальными. Габаритные размеры железобетонных ферм приведены на рисунке 4.4.

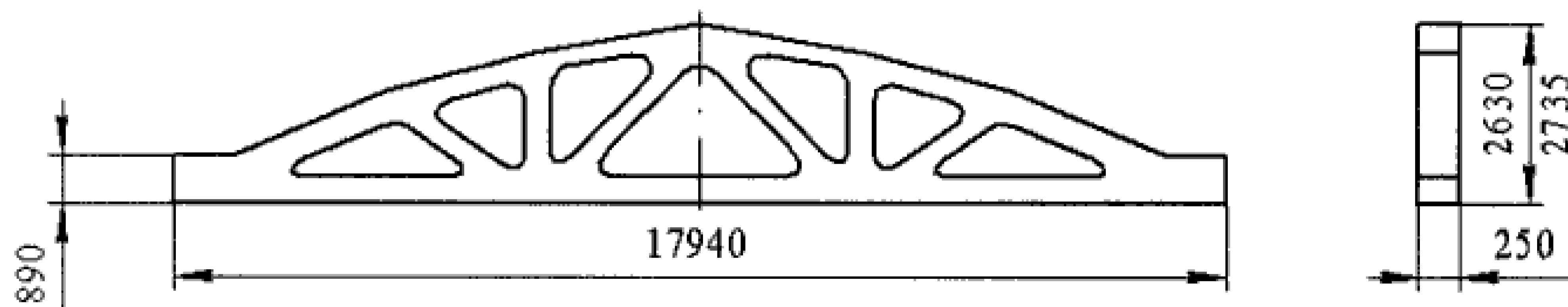


Рисунок 4.4 – Габаритные размеры железобетонных ферм

Фундаменты под колонны зданий представляют собой отдельно стоящие железобетонные стоящие конструкции, на которые устанавливают также железобетонные фундаментные балки под стены. Верхняя плоскость фундамента распола-

					151900.2016.050.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		64

гается на 150 мм ниже уровня пола, отметка подошвы фундамента -1,95м. Размеры фундаментов приведены в соответствии с рисунком 4.5.

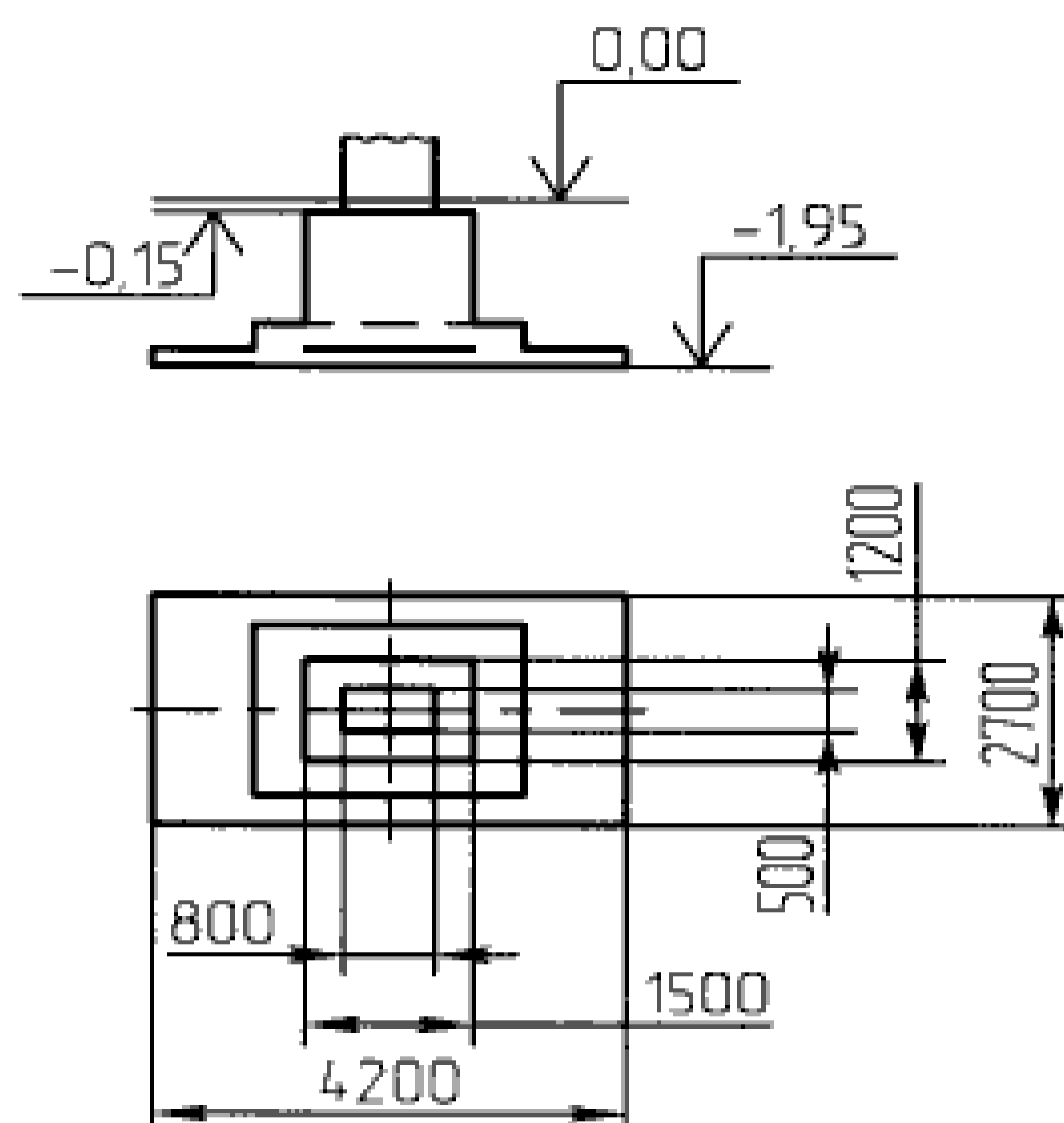


Рисунок 4.5 – Фундамент под колонны серии КЭ-01-49

Оборудование участков устанавливается непосредственно на полу. Поэтому полы в цехах представляют собой многослойную конструкцию, включающую трамбованный грунт 1, надежную бетонную подготовку 2 толщиной 200...300мм, выравнивающую песчано-цементную стяжку 3, гидроизолирующую прокладку 4 из рубероида для защиты пола и основания от производственных жидкостей, верхнего покрытия пола 5, которое должно быть не пылящимся и удобным для очистки, удовлетворяющим санитарно-гигиеническим, эксплуатационным и противопожарным требованиям. Применяем бетонное покрытие. В соответствии с рисунком 4.6.

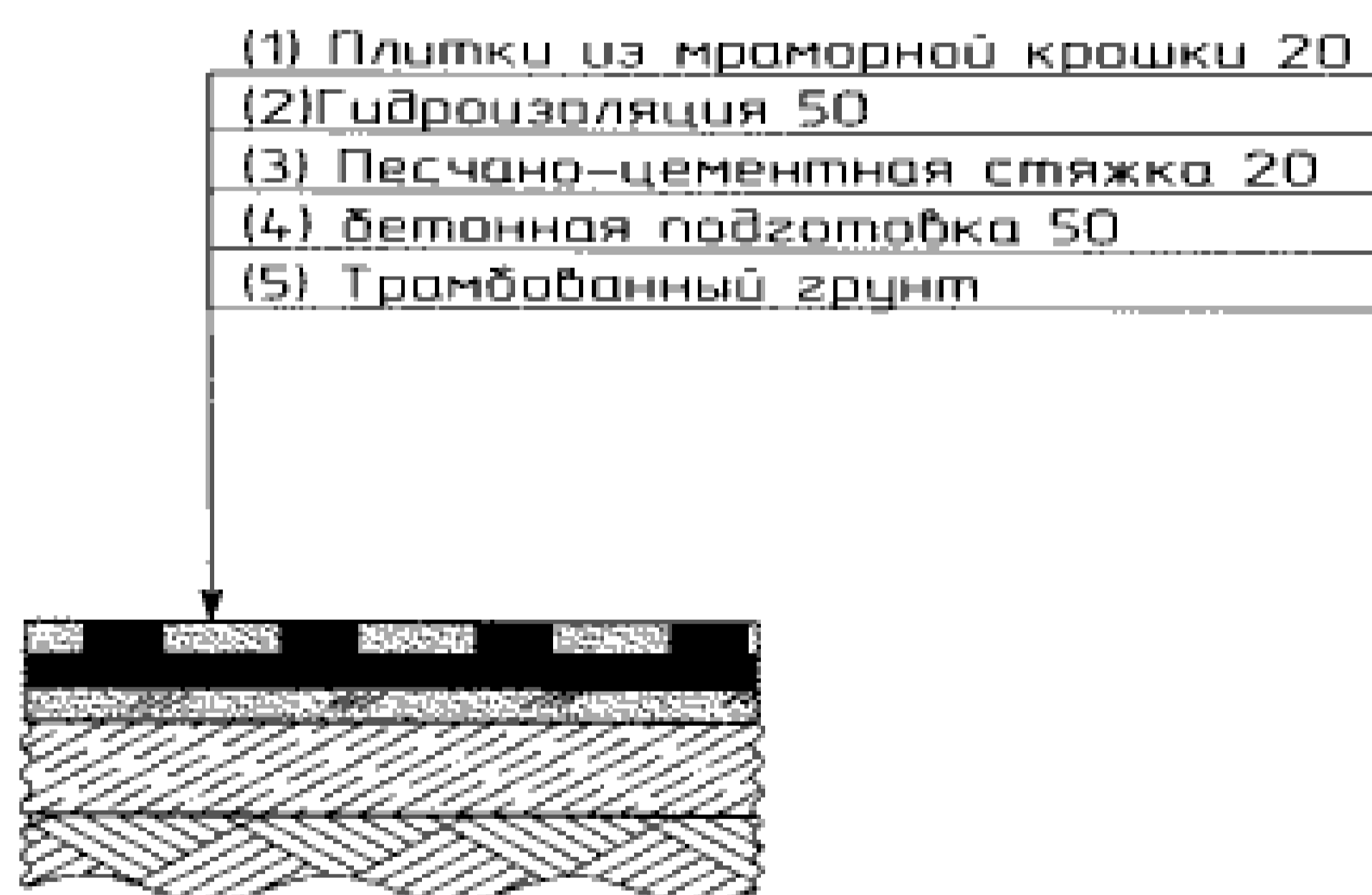


Рисунок 4.6 – Схема покрытия пола

Кровля является ограждающим утепленным покрытием. В качестве первого слоя применяется песчано-цементная стяжка 6, выравнивающая плиты покрытия и заполняющая их швы; она покрывается пароизоляцией 5 из пергаменты или алюминиевых листов по дегтевой или битумной грунтовке. Затем накладывается утеплитель 4, представляющий собой плиты или других легких теплоизоляцион-

ных материалов. Чтобы создать достаточно жесткое и ровное основание для гидроизоляционного ковра, на поверхность теплоизоляционного покрытия накладывают стяжку 3 из песчано-цементного раствора или асфальта. Верхним слоем на кровле является защитный слой гравия 1, как показано на рисунке 4.7.

- (1) Защитный слой гравия 50
- (2) Гидроизоляционный ковер 20
- (3) Песчано-цементная стяжка 20
- (4) Утеплитель плитный 150
- (5) Пароизоляция 50
- (6) Песчано-цементная стяжка 50
- (7) Железобетонные плиты 30

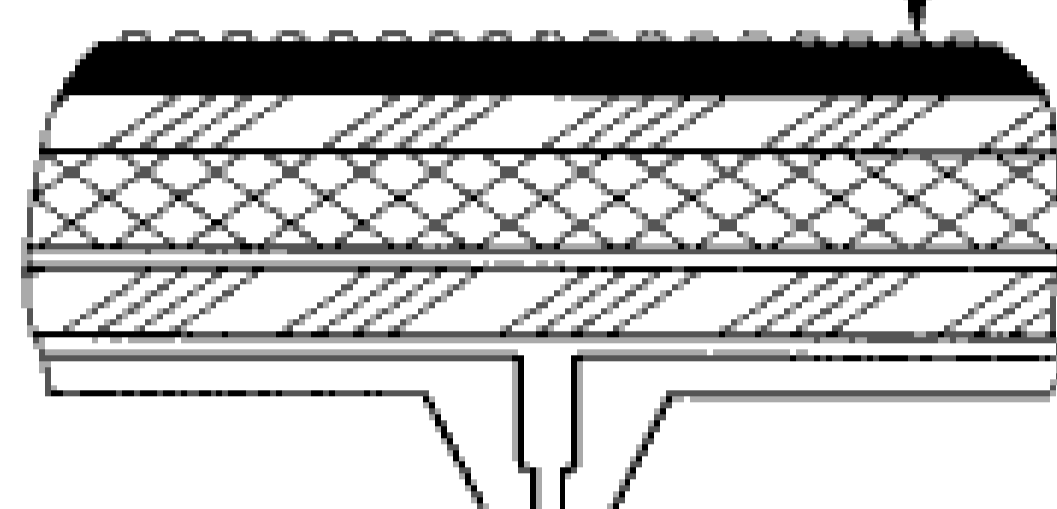


Рисунок 4.7 – Схема покрытия кровли

Выводы по разделу четыре

В строительном разделе выполнен расчет количества оборудования и производственных рабочих. Осуществлен выбор типов и количества транспортных средств; способа транспортирования стружки; типа, формы и размеров здания, произведен расчет площадей для складирования заготовок и деталей. Выполнена планировка участка механической обработки детали «Валик».

					151900.2016.050.000 ПЗ	Лист
						66
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

5 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

5.1 Организация производственного освещения на производственном участке

На данном участке производится механическая обработка детали «Валик 2255.03.044».

Станочный парк состоит из токарных, фрезерных, обрабатывающих центров, шлифовальных станков. Реализация технологического процесса сопровождается выделением пыли, паров и газов.

Участок механической обработки детали «Валик» входит в структуру механического цеха с воздушной средой, содержащей в рабочей зоне менее 1 мг/м^3 пыли, дыма, копоти [10]. Коэффициенты отражения стен и потолка $R_{\text{п}} = 50\%$; $R_{\text{с}} = 30\%$ [11].

Т.к. работа на участке ведется в 2 смены, целесообразно использование искусственного освещения. По конструктивному исполнению применяется комбинированное освещение (общее и местное), что связано с выполнением на участке высокоточных работ.

Освещенность рабочей поверхности [12] составляет для фрезерных станков – 2000 лк, для круглошлифовальных – 1500 лк, для токарных – 1500 лк.

Для местного освещения рабочих поверхностей металлорежущих станков применяются светильники НКП 03-60-003 с лампами накаливания типа МО24-60.

Минимальная освещенность рабочих поверхностей в аварийном режиме работы 10 лк, что составляет 5% нормируемой освещенности в системе общего освещения. Для аварийного освещения также следует применить лампы накаливания типа МО24-60.

Расчет искусственного освещения механического участка выполним методом коэффициента использования светового потока.

Определим исходные данные для расчета.

– площадь помещения составляет 523 м^2 , длина участка $a = 30 \text{ м}$, общая ширина $b = 18 \text{ м}$; потолок следует окрасить в белый цвет, стены – в зеленый.

– для механического цеха при искусственном комбинированном освещении $E_{\text{min}} = 750 \text{ лк}$, в том числе от общего освещения 200 лк.

– параметры зрительной работы:

– наименьший объект различения – $0,30 \dots 0,50 \text{ мм}$;

– разряд зрительной работы – 3;

– подразряд зрительной работы – в;

– контраст объекта с фоном – малый;

– характеристика фона – светлый.

– в данном производственном помещении с небольшой запыленностью и нормальной влажностью целесообразно использовать дуговые ртутные люминесцентные лампы высокого давления - ДРЛ.

– высота подвеса светильников над рабочей поверхностью находится обычно в пределе $2,1 - 3,5 \text{ м}$. Принимаем $H_{\text{р}} = 3,5 \text{ м}$.

– обеспечение равномерного распределения освещенности достигается в том

					151900.2016.050.000 ПЗ	Лист
						67
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

случае, если отношение L/H_p расстояния между центрами светильников L к высоте их подвеса над рабочей поверхностью H_p составляет для светильников ДРЛ – 1,3. Соответственно, расстояние между светильниками составит

$$L = 1,3 \cdot 3,5 = 4,500 \text{ м.}$$

– коэффициент использования светового потока определяется в зависимости от типа светильника, коэффициентов отражения стен и потолка помещения и индекса помещения, определяемого по формуле

$$i = \frac{a \cdot b}{H_p \cdot (a + b)} = \frac{30 \cdot 18}{3,5 \cdot (30 + 18)} = 3,2$$

Принимаем индекс помещения $i = 4$.

– число светильников в помещении находим из формулы:

$$N = \frac{S}{L^2} = \frac{540}{20,25} = 26,83 \text{ шт.}$$

Округлим до большего четного целого числа. Принимаем 28 светильников.

– коэффициент минимальной освещенности для ламп ДРЛ $Z = 1,15$

– коэффициент запаса $K_z = 1,5$

– коэффициент использования светового потока составит $\eta = 0,39$.

Определим световой поток одной лампы

$$\Phi_{\text{п}} = \frac{E_{\text{нор}} \cdot S \cdot Z \cdot K_z}{N \cdot \eta} = \frac{200 \cdot 540 \cdot 1,15 \cdot 1,5}{28 \cdot 0,39} = 18523 \text{ лм}$$

Принимаем лампу ДРЛ400 со световым потоком $\Phi_{\text{п}} = 24000$ лм.

Схема расположения светильников приведена на рисунке 5.1.

Использование газоразрядных ламп высокого давления рационально благодаря высокой световой отдаче, компактности источника света и стойкости к условиям внешней среды, что обеспечивает длительный срок службы. Именно независимость работы ламп ДРЛ от температуры окружающей среды определило их преимущество перед люминесцентными лампами низкого давления.

В качестве предложений по улучшению освещения на участке предлагаю возможность применения металлогалогенных ламп. Лампы ДРИ излучают практически сплошной спектр, приближающийся к естественному, кроме того они имеют более высокую светоотдачу. Это определяет их преимущество перед лампами ДРЛ. Однако при этом лампы ДРИ имеют меньший срок службы и более сложную систему включения.

					151900.2016.050.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		68

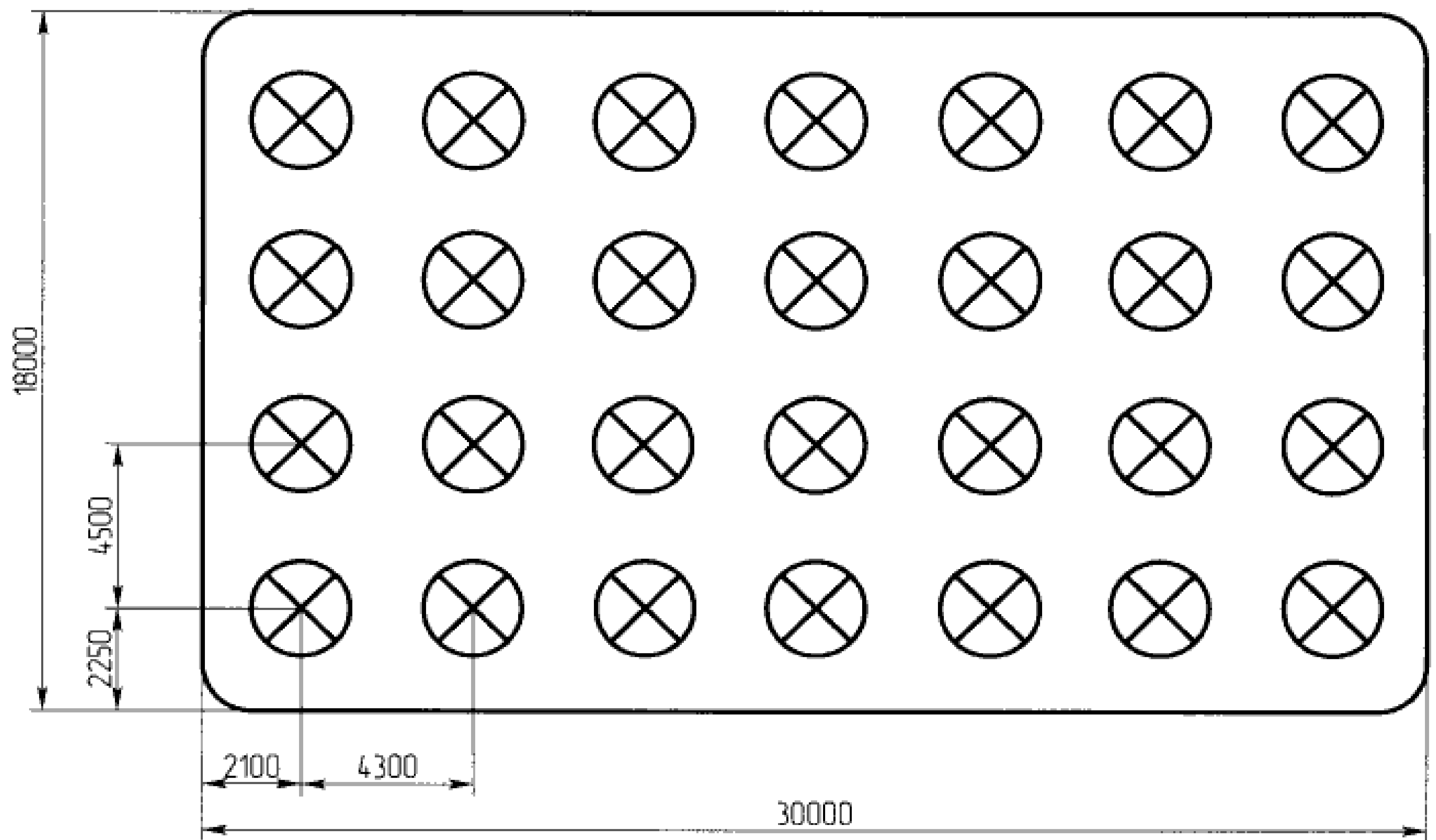


Рисунок 5.1 – Схема расположения светильников

5.2 Определение состава первичных средств пожаротушения

При определении видов и количества первичных средств пожаротушения следует учитывать физико-химические и пожароопасные свойства горючих веществ, их отношение к огнетушащим веществам, а также площадь производственных помещений, открытых площадок и установок.

Пожарную опасность на данном участке механической обработки детали «Валик» представляет СОЖ, масла. Кроме того причинами возникновения пожара могут стать нарушение технологического процесса, неисправность производственного оборудования, короткие замыкания, неосторожное и халатное обращение с огнем.

Размеры участка: высота 8,4 м., ширина 18 м., длина 30 м., площадь 540 м², располагается в помещении категории В4 по взрывоопасной и пожарной опасности (пожароопасная) с удельной временной пожарной нагрузкой 1–180 МДж²·м⁻²; класс пожара Е – горение различных агрегатов и приборов, находящихся под напряжением.

На участке механической обработки детали «Валик» применяется оборудование с ЧПУ. Чтобы не нанести вреда станочному парку при тушении локальных возгораний желательно применять огнетушители на химически-неактивной основе.

В соответствии с нормами оснащения помещений ручными огнетушителями [11] принимаем для участка два порошковых огнетушителя (ОП) вместимостью 10л с массой огнетушащего вещества 9 кг. они используются после использования

					Лист	
					69	
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	151900.2016.050.000 ПЗ	

огнетушителей с пожарного щита и 1 передвижной огнетушитель вместительностью 100 л.

В соответствии с НПБ 110-03 в зданиях и сооружениях не требуется защищать соответствующими автоматическими установками помещения категории В4 по пожарной опасности.

В помещениях, необорудованных автоматическими установками пожаротушения устанавливаются пожарные щиты. Необходимое количество пожарных щитов и их тип определяются в зависимости от категории помещений зданий и наружных технологических установок по взрывопожарной и пожарной опасности, предельной защищаемой площади одним пожарным щитом и класса пожара.

Для данного участка принимаем один пожарный щит ЩП-Е – для очагов пожара класса Е [11]. В соответствии с нормами комплектации пожарных щитов немеханизированным инструментом и инвентарем [11] выбранный пожарный щит следует оснастить следующими средствами:

- огнетушители порошковые (ОП) вместительностью 10 л. – 1 шт. и 5 л. – 2 шт.;
- крюк с рукояткой – 1 шт.;
- комплект для резки электропроводов – 1 шт.;
- асбестовое полотно, грубошерстная ткань или войлок (кошма, покрывало из негорючего материала) – 1 шт.;
- лопата совковая – 1 шт.;
- ящик с песком – 1 шт.

Кроме того на участке имеется стационарная система пожаротушения – подвод воды на случай тушения масштабного пожара. Пожарный гидрант, изготовленный по ГОСТ 8220-85, устанавливается в колодец и присоединяется к подземной водопроводной сети. Подземная модификация требует для непосредственного своего применения установку колонки на поверхности, имеющей два отвода, вентиль для открытия клапана и подачи воды под давлением. К отводам прикрепляются пожарные рукава и после этого осуществляется подача воды. В обычном состоянии этот гидрант находится под поверхностью земли, сверху колодец закрывается специальной крышкой. Не следует использовать пожарной гидрант при тушении оборудования, находящегося под напряжением.

Размещение всех средств пожаротушения осуществим в соответствии с рекомендациями для помещений категории В по пожарной опасности. Расстояние от возможного очага пожара до места размещения огнетушителя не должно превышать 30 м.

Так же на участке размещаются следующие знаки безопасности:

- огнетушитель,
- телефон для использования при пожаре,
- пожарный гидрант,
- аптечка.

План участка с указанием размещения первичных средств пожаротушения и знаков безопасности приведен в соответствии с рисунком 5.2.

									Лист
									70
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

151900.2016.050.000 ПЗ

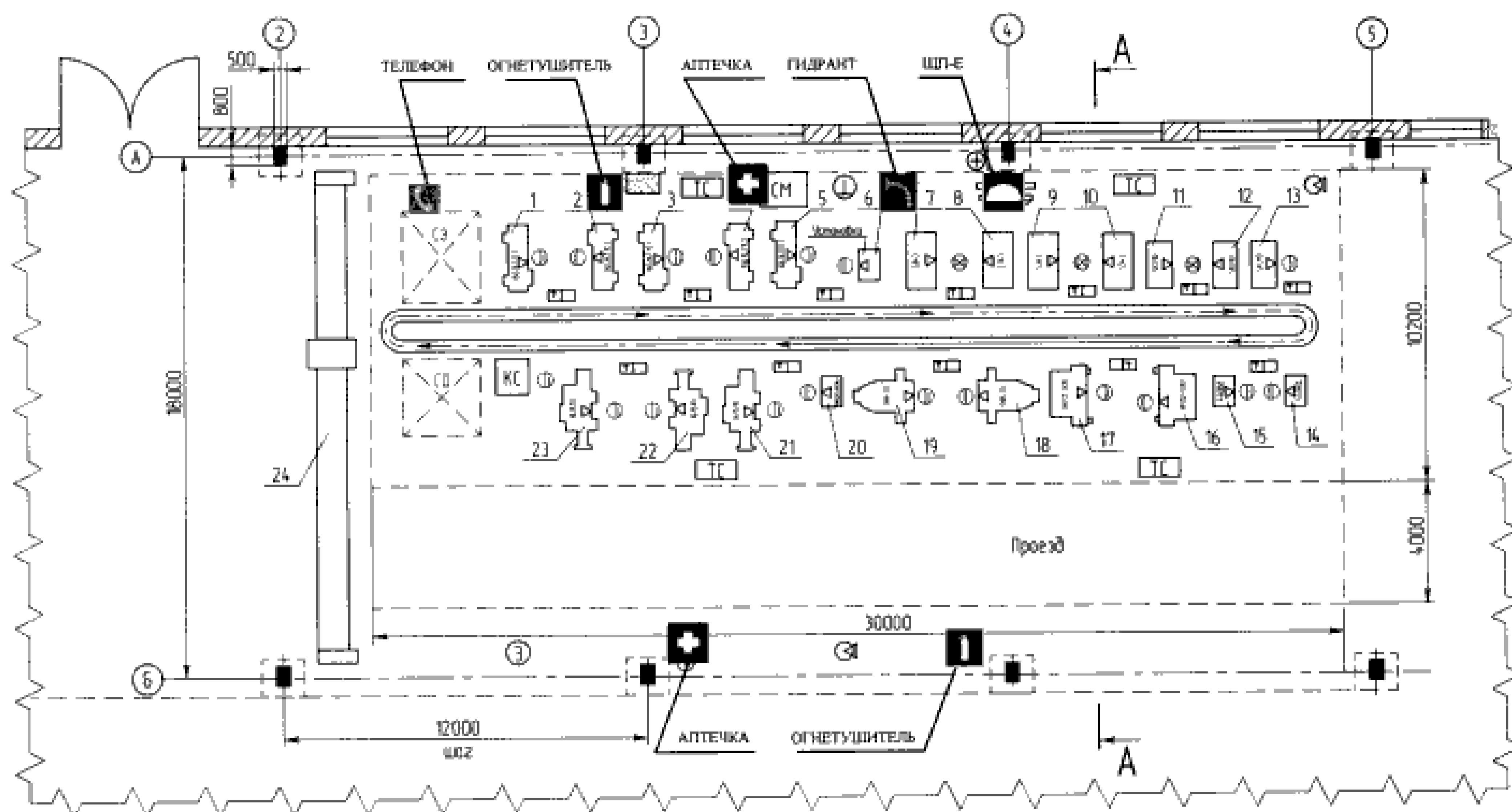


Рисунок 5.2 – План участка с указанием размещения первичных средств пожаротушения и знаков безопасности

5.3 Действия формирований МЧС и работающих при возникновении чрезвычайных ситуаций

При возникновении чрезвычайных ситуаций МЧС проводят спасательные и другие неотложные работы.

Спасательные работы в очагах поражения включают:

- разведку очага поражения, в результате которой получают истинные данные о сложившейся обстановке;
- локализацию и тушение пожаров, спасение людей из горящих зданий;
- розыск и вскрытие заваленных защитных сооружений, розыск и извлечение из завалов пострадавших;
- оказание пострадавшим медицинской помощи, эвакуацию поражённых в медицинские учреждения;
- санитарную обработку людей, обеззараживание транспорта, технических систем, зданий, сооружений и промышленных объектов;
- неотложные аварийно-восстановительные работы на промышленных объектах.

Спасательные и другие неотложные работы проводят непрерывно в любую погоду, до полного их завершения.

Разведка в кратчайшие сроки должна установить характер и границы разрушений и пожаров, степень радиоактивного и иного вида заражения в различных районах очага, наличие поражённых людей и их состояние, возможные пути ввода спасательных формирований и эвакуации пострадавших. По данным разведки

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

определяют объём работ, уточняют способы ведения спасательных и аварийных работ, разрабатывают план ликвидации последствий чрезвычайного события.

В планах ликвидации последствий намечают конкретный перечень неотложных работ, устанавливают их очередность. С учётом объёмов и сроков проведения спасательных работ определяют силы и средства их выполнения. В первую очередь в плане необходимо предусматривать работы, направленные на прекращение воздействия внешнего фактора на объект, локализацию очага поражения, постановку средств, препятствующих распространению опасности на территории объекта.

Для своевременного и успешного проведения спасательных работ планируется проведение целого ряда неотложных мероприятий:

- устройство при необходимости проездов в завалах и на загрязнённых участках; оборудование временных путей движения транспорта;
- локализация аварий на сетях коммунально – энергетических систем; восстановление отдельных повреждённых участков энергетических и водопроводных сетей и сооружений;
- укрепление и обрушение конструкций зданий и сооружений, препятствующих безопасному проведению спасательных работ.

Особое место в организации и ведении спасательных работ занимает поиск и освобождение из – под завалов пострадавших. Их поиск начинается с уцелевших подвальных помещений, дорожных сооружений, уличных подземных переходов, у наружных оконных и лестничных проёмов, околостенных пространств нижних этажей зданий; далее обследуется весь, без исключения, участок спасательных работ. Люди могут находиться также в полостях завала, которые образуются в результате не полного обрушения крупных элементов и конструкций зданий. Такие полости чаще всего могут возникать между сохранившимися стенками зданий и неплотно лежащими балками или плитами перекрытий. Под лестничными маршами.

Спасение людей, попавших под завалы, начинают с тщательного осмотра завала с привлечением кинологов с собаками, соответствующих приборов, а также с опроса очевидцев, при этом устраняют условия, способствующие обрушению отдельных конструкций. Далее пытаются установить связь с попавшими в завалы (голосом или перестукиванием). В завалах проделывают проход сбоку или сверху с одновременным креплением неустойчивых конструкций и элементов. Подходы к людям, находящимся в завале, следует вести как можно быстрее, избегая трудоёмких работ и используя полости в завалах, сохранившиеся помещения, коридоры и проходы.

Пострадавших выносят на руках, плащах, брезенте, одеялах, а также волоком и на носилках.

К другим неотложным работам относятся ремонт и отключение повреждённых коммунально – энергетических и технологических сетей. Повреждённые системы теплоснабжения отключают от внешней сети задвижками на вводах в здания и в теплоцентрах. Очень важно отключить газовые сети на любых магистралях за пределами и внутри зданий.

					151900.2016.050.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		72

Значительная часть работ в очаге поражения приходится на локализацию и ликвидацию пожаров.

Очень важно, как можно быстрее оценить обстановку, предугадать развитие пожаров и на этой основе принять правильное решение по их локализации и тушению. При локализации на пути распространения огня устраивают отсечные полосы: на направлении распространения пожара разбирают или обрушивают сгораемые конструкции зданий, полностью удаляют из отсечной полосы легковозгораемые материалы и сухую растительность.

Пожарные подразделения в первую очередь тушат и локализуют пожары там, где находятся люди, и одновременно с тушением огня эвакуируют людей.

При отыскивании и эвакуации из горящего здания людей можно пользоваться некоторыми правилами:

- пожар в здании распространяется преимущественно по лифтовым шахтам, лестничным клеткам, по вентиляционным коробам;
- целые оконные проёмы в горящем здании свидетельствуют о том, что в этом помещении нет людей или они не в состоянии добраться до окон;
- сильное пламя в оконных проёмах свидетельствует о полном развитии пожара при большом количестве сгораемых материалов;
- сильное задымление без пламени – признак быстрого распространения огня скрытыми путями и по конструкциям; если при этом дым густой и тёмный, то это означает горение при недостатке кислорода.

План ремонтно – восстановительных работ. Готовность предприятия к выполнению восстановительных работ оценивается наличием проектно – технической документации по вариантам восстановления, обеспеченностью рабочей силой и материальными ресурсами.

Планирование восстановления работоспособности предприятия может предусматривать как первоочерёдное восстановление, так и капитальное. Первое может быть выполнено силами самого объекта, создающего для этих целей восстановительные бригады. В проекте восстановления освещаются следующие вопросы:

- объём работ по восстановлению с расчётом потребностей в рабочей силе, материалах, строительной технике, оборудовании, деталях, инструменте;
- оптимальные инженерные решения по восстановлению работоспособности предприятия;
- календарный план или сетевой график восстановительных работ, очерёдность восстановления цехов, исходя из важности их в выпуске основной продукции;
- состав восстановительных бригад.

С возникновением чрезвычайных ситуаций по распоряжению руководителя предприятия вводится чрезвычайный режим функционирования объектового звена РСЧС и организуется выполнение соответствующих мероприятий:

1) Принятие экстренных мер по защите персонала, предотвращению развития ЧС и осуществление АСР.

- а) оповещение об опасности и информирование о правилах поведения;
- б) медицинская профилактика и использование средств защиты исходя из обстановки;

					151900.2016.050.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		73

в) эвакуация работников с участков, на которых существует опасность поражения людей;

г) оказание пострадавшим первой медицинской и других видов помощи.

Для предотвращения или уменьшения последствий ЧС осуществляются предусмотренные планом действия по локализации аварии при остановке или изменении технологического процесса производства, а также по предупреждению взрывов и пожаров.

Одновременно проводятся разведка и оценка складывающейся обстановки, уточняются меры по защите персонала и ликвидации ЧС.

Выводы по разделу пять

В данном разделе были рассмотрены вопросы безопасности жизнедеятельности, проведена организация производственного освещения на производственном участке, определены первичные средства пожаротушения на участке, описаны действия формирований МЧС и работающих при возникновении чрезвычайных ситуаций.

					151900.2016.050.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		74

6 ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

6.1 Ориентировочный расчет себестоимости изготовления детали.

Себестоимость изготовления детали складывается из следующих показателей:

$$C_{ц} = M + З_{Посн} + З_{Пдоп} + З_{вып.фон} + З_{обор} + Р_{цех},$$

где M – стоимость основных материалов на деталь, руб.;

$З_{Посн}$ – основная зарплата на деталь, руб.;

$З_{Пдоп}$ – дополнительная зарплата на деталь, руб.;

$З_{вып.фон}$ – выплаты во внебюджетные фонды, руб.;

$З_{обор}$ – расходы на содержание и эксплуатацию оборудования, руб.;

$Р_{цех}$ – цеховые расходы, руб..

$$M = M_{з} \cdot Ц_{з} - M_{отх} \cdot Ц_{отх},$$

где $M_{з}$ – масса заготовки, кг

$Ц_{з}$ – цена 1 кг, материала, руб.

$M_{отх}$ – масса отходов, кг.

$Ц_{отх}$ – цена 1 кг отходов, руб.

$$M = 0,108 \cdot 300 - 0,082 \cdot 30 = 29,94 \text{руб.}$$

$$З_{Птар} = \Sigma R_{сд} \cdot K_{мн}$$

$$З_{Птар} = 31,96 \text{ руб.}$$

$$З_{Посн} = З_{Птар} \cdot 1,12 \cdot 1,25 = 45,13 \text{ руб.}$$

Дополнительная зарплата на одну деталь

$$З_{Пдоп} = З_{Посн} \cdot 0,26 = 45,13 \cdot 0,26 = 11,73 \text{руб}$$

$$З_{вып.фон.} = (З_{Посн} + З_{Пдоп}) \cdot 38,4\%$$

$$З_{вып.фон} = (45,13 + 11,73) \cdot 0,384 = 21,86 \text{ руб.}$$

$$З_{обор} = (З_{Птар} \cdot Кур \cdot 150) / 100$$

$$З_{обор} = (31,96 \cdot 1,15 \cdot 150) / 100 = 55,13 \text{ руб.}$$

$$Р_{цех} = (З_{Птар} \cdot Кур \cdot 250) / 100$$

$$Р_{цех} = (31,96 \cdot 1,15 \cdot 250) / 100 = 91,86 \text{ руб.}$$

					151900.2016.050.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		75

Себестоимость изготовления детали

$$Сц = 29,94 + 45,13 + 11,73 + 21,86 + 55,13 + 91,86 = 255,65 \text{ руб.}$$

Выводы по разделу шесть

В экономическом разделе была рассчитана цеховая себестоимость изготовления детали «Валик 2255.03.044», которая включает в себя стоимость материалов (за вычетом отходов), транспортно-заготовительные расходы, основную заработную плату, дополнительную заработную плату, отчисления на социальные нужды и общепроизводственные расходы. В целом цеховая себестоимость детали составила 255,65 руб.

					151900.2016.050.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		76

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенной работы был разработан участок обработки детали «Валик».

Проведен анализ исходных данных и сравнение отечественных и зарубежных технологий. для детали составлен размерный анализ с целью определения оптимальных размеров заготовки и межоперационных размеров. в качестве заготовки выбрана штамповка. Сформированы операции и назначены режимы резания, про-нормированы технологические операции, разработан технологический процесс.

В конструкторском разделе были спроектированы зажимное приспособление для фрезерно-сверлильной операции, приспособление для контроля смещения середины зуба и режущий инструмент для зубофрезерной операции, а также приведено описание работы разработанных приспособлений и произведен расчет их на точность.

В строительном разделе выполнен расчет количества оборудования и производственных рабочих. Осуществлен выбор типов и количества транспортных средств; способа транспортирования стружки; типа, формы и размеров здания, произведен расчет площадей для складирования заготовок и деталей. Выполнена планировка участка механической обработки детали.

В разделе безопасности жизнедеятельности проведена организация производственного освещения на производственном участке, определены первичные средства пожаротушения на участке, описаны действия формирований МЧС и работающих при возникновении чрезвычайных ситуаций.

В экономическом разделе рассчитана себестоимость обработки детали.

Таким образом, цель достигнута, задачи решены.

Выполненная работа имеет практическую ценность и рекомендуется для внедрения в производство.

										Лист
										77
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

151900.2016.050.000 ПЗ

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Сорокина, В.Г. Марочник сталей и сплавов. / В.Г. Сорокина. – М.: Машиностроение, 1989. – 275с.
2. Справочник технолога-машиностроителя: в 2 т. / под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. – М.: Машиностроение, 1985. – Т. 2. – 496 с.
3. Справочник инструментальщика / И.А. Ординарцев, Г.В. Филиппов, А.Н. Шевченко, под ред. И.А. Ординарцева. – Л.: Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1987. – 846 с.
4. Режимы резания металлов: справочник / Н. П. Жидков, И. В. Глушков, под ред. Ю. В. Барановского. – М.: Машиностроение, 1972. – 330 с.
5. Прогрессивные режущие инструменты и режимы резания металлов: справочник / В.И. Баранчиков, А.В. Жаринов, Н.Д. Юдина, А.И. Садыхов. - М.: Машиностроение, 1990. - 400 с.
6. Белоусов, А.П. Проектирование приспособлений: учебное пособие / А.П. Белоусов. – М.: Машиностроение, 1964. – 188 с.
7. Горошкин, А.К. Приспособления для металлорежущих станков: справочник / А.К. Горошкин. – М.: Машиностроение, 1971. – 384с.
8. Курсовое проектирование по технологии машиностроения / А.Ф. Горбачевич, В.Н. Чеботарев, В.А. Шкред, И.Л. Алешкевич, А.И. Медведев, под ред. А.Ф. Горбачевича. – Минск: «Высшая школа», 1975. – 288 с.
9. Антонюк, В.Е. Справочник конструктора по расчету и проектированию станочных приспособлений / В.Е. Антонюк, В.А. Королев, С.М. Башеев. – Минск: Изд-во «Беларусь», 1969. – 392 с.
10. СНиП 23-05-95. Естественное и искусственное освещение. – М.: Изд-во стандартов, 1995. – 122 с.
11. Безопасность жизнедеятельности: Учебное пособие по дипломному проектированию для студентов технических специальностей / С.П. Максимов, Т.Б. Балакина, под ред. С.Н. Трофимовой. — Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2005. – 55 с.
12. Дьяков, В.И. Типовые расчеты по электрооборудованию: Практи. пособие – 7-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 1991. – 160 с.
13. Допуски и посадки: в 2 ч. справочник / В. Д. Мягков, под ред. В. Д. Мягкова. – 6-е изд., перераб. и доп. – Л.: Машиностроение, 1982. – 500 с.
14. Размерный анализ технологических процессов / В.В. Матвеев, М.М. Тверской, Ф.И. Бойков и др. – М.: Машиностроение, 1982. – 264 с.

					151900.2016.050.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		78