

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,



7.07 2016 г.

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой,
к.т.н., профессор




С.В. Сергеев

2016 г.


Участок механической обработки детали «Шток ДК7.355.617.090»

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ
ЮУрГУ-151900.2016.124.000 ПЗ ВКР

Консультанты
Безопасность
жизнедеятельности


В.Г. Нeskрутов, к.т.н., доцент
2016 г.

Строительный раздел,


Е.Н. Гордеев, к.т.н., доцент
2016 г.

Руководитель работы,


А.В. Козлов, к.т.н., профессор
2016 г.

Автор работы,
студент группы У-КФд-425


С.С. Кузин
2016 г.

Нормоконтролер,


А.В. Иршин, ст. преподаватель
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
машиностроительных производств
Кафедра Технологические процессы и оборудование машиностроительного
производства

УТВЕРЖДАЮ
Зав. кафедрой

 /Сергеев С.В./
2016 г.

ЗАДАНИЕ

на выпускную квалификационную работу студента

Кузина Сергея Сергеевича

Группа УКФл-425

1. Тема работы Участок механической обработки детали «Шток ДК7.355.617.090»
утверждена приказом по университету от «15» 04 2016г. № 661
2. Срок сдачи студентом законченной работы 27 июня 2016 г.
3. Исходные данные к работе
 - 3.1 Чертеж детали
 - 3.2 Чертеж узла
 - 3.3 Существующий технологический процесс изготовления детали
 - 3.4 Годовая программа выпуска деталей $N_{год}=4000$
 - 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 нормирование технологического процесса. Выводы.

4.3 Конструкторский раздел. Проектирование сверлильного приспособления. Проектирование сверла-зенковки. Проектирование контрольного приспособления для замера торцового биения. Выводы.

4.4 Строительный раздел. Выбор и определение количества оборудования. Определение необходимого состава работающих и их численности. Определение площади складов. Выбор типов транспортных и грузоподъемных средств и определение их количества. Расчет потребного количества подъемно – транспортного оборудования. Выбор способа транспортирования стружки. Планировка участка, определение его основных размеров. Выводы.

4.5 Безопасность жизнедеятельности. Организация производственного освещения на производственном участке. Определение степени огнестойкости и категории взрывоопасной и пожарной опасности. Меры защиты при оползнях, селях и обвалах. Выводы.

4.6 Экономический раздел. Ориентировочные расчеты себестоимости изготовления детали. Выводы

Заключение





Библиографический список

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

1 Чертеж детали (Шток)	1,0 л
2 Чертеж заготовки	0,5 л
3 Размерный анализ (схема первой проекции)	1,0 л
4 Приспособление сверлильное для обработки шести отверстий	2,0 л
5 Сверло - зенковка	0,5 л
6 Приспособление для контроля торцового биения	1,0 л
7 Таблица сравнения технологий	1,0 л
8 Планировка участка	1,0 л

Всего 8,0 листов

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

Раздел	Консультант	Подпись, дата	
		Задание выдал (консультант)	Задание принял (студент)
Строительный	Е.Н. Гордеев	 10.06.16	 10.06.16
Безопасность жизнедеятельности	В.Г. Некрутов	 07.06.16	 07.06.16

7. Дата выдачи задания 04.06.2016

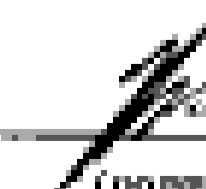
Руководитель Козлов Александр Васильевич
(Ф.И.О.)



(подпись)

Задание принял к исполнению 04.06.2016

Студент-дипломник Кузин Сергей Сергеевич
(Ф.И.О.)



(подпись)

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Наименование этапов дипломной работы	Срок выполнения этапов работы	Отметка о выполнении
Введение	04.06.2016	✓
Обзорный анализ		
Технологический раздел	06.06.2016	✓
Конструкторский раздел	17.06.2016	✓
Строительный раздел	21.06.2016	✓
Безопасность жизнедеятельности	22.06.2016	✓
Экономический раздел	23.06.2016	✓
Оформление проекта	25.06.2016	✓
Направление на рецензию	26.06.2016	✓

Зав. кафедрой _____ /С.В. Сергеев/
(подпись)

Руководитель работы _____ /А.В. Козлов/
(подпись)

Студент-дипломник _____ /С.С. Кузин/
(подпись)






АННОТАЦИЯ

Кузин С.С. Участок механической обработки детали «Шток ДК7.355.617.090» Усть – Катав, филиал ФГБОУ, ВПО «ЮУрГУ» (НИУ) в г. Усть – Катаве; 2016, 86с., 32 ил., библиографический список – 10 наим., 56 листов карт технологического процесса, 7 листов чертежей ф.А1, 2 листа чертежей ф.А2.

На основе существующего технологического процесса в данной дипломной работе спроектирован более совершенный технологический процесс по обработке детали «Шток» на базе станков с ЧПУ. Спроектировано сверло-зенковка. Разработаны контрольное приспособление для контроля торцового биения, сверлильное приспособление.

В строительном разделе дипломного проекта выполнена рациональная планировка участка механического цеха. В разделе безопасность жизнедеятельности рассмотрены безопасные условия работы.

Использование спроектированного технологического процесса позволит снизить себестоимость изготовления детали на 48,66%.

151900.2016.124.000 ПЗ														
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата										
Разраб.		Кузин А.А.			Участок механической обработки детали «Шток ДК7.355.617.090»									
Провер.		Козлов А.В.												
Реценз.		<i>Виданцев Ю.А.</i>		7.07										
Н. Контр.		Иршин А.В.												
Утверд.		Сергеев С.В.												
					<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%; text-align: center;">Лит.</td> <td style="width: 33%; text-align: center;">Лист</td> <td style="width: 33%; text-align: center;">Листов</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">4</td> <td style="text-align: center;">86</td> </tr> <tr> <td colspan="3" style="text-align: center; font-size: small;"> Филиал ФГБОУ ВПО «ЮУрГУ» (НИУ) в г. Усть-Катаве Кафедра «ТТнОМП» </td> </tr> </table>	Лит.	Лист	Листов		4	86	Филиал ФГБОУ ВПО «ЮУрГУ» (НИУ) в г. Усть-Катаве Кафедра «ТТнОМП»		
Лит.	Лист	Листов												
	4	86												
Филиал ФГБОУ ВПО «ЮУрГУ» (НИУ) в г. Усть-Катаве Кафедра «ТТнОМП»														

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	7
1 АНАЛИЗ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ	8
1.1 Описание узла изделия. Служебное назначение детали	8
1.2 Анализ соответствия требований чертежа детали её назначения.....	9
1.3 Сравнение отечественных и передовых зарубежных технологий и решений.....	9 11
1.4 Задачи проектирования.....	12
2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ.....	12
2.1 Анализ технологичности детали и существующего технологического процесса.....	12 13
2.2 Разработка предлагаемого варианта технологического процесса.....	13
2.2.1 Выбор вида и метода получения заготовки.....	13
2.2.2 Определение последовательности обработки поверхностей.....	14
2.2.3 Выбор методов и определение количества переходов для обработки поверхностей детали	14 16
2.2.4 Формирование операций.....	17
2.3 Размерный анализ разработанного технологического процесса.....	17
2.4 Расчёт режимов резания и нормирование технологического процесса.....	35 43
3 КОНСТРУКТОРСКИЙ РАЗДЕЛ.....	43
3.1 Проектирование сверлильного приспособления	43
3.1.1 Разработка теоретической схемы базирования	43
3.1.2 Проектирование схемы приспособления	43
3.1.3 Расчёт элементов приспособления.....	44
3.1.4 Компоновка приспособления.....	47
3.2 Проектирование сверла-зенковки	47
3.3 Проектирование контрольного приспособления для замера торцового биения.....	52 52
3.3.1 Разработка схемы замера	52
3.3.2 Разработка схемы приспособления.....	54
3.3.3 Расчёт элементов приспособления	54
3.3.4 Компоновка приспособления.....	55
3.3.5 Расчёт приспособления на точность	55
4 СТРОИТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ.....	58
4.1 Выбор и определение количества оборудования	58
4.2 Определение необходимого состава работающих и их численности.....	58
4.2.1 Многостаночное обслуживание	58
4.2.2 Определение количества вспомогательных рабочих.....	60
4.2.3 Определение количества инженерно-технических работников.....	60
4.2.4 Определение количества служащих	60
4.2.5 Определение количества работников технического контроля.....	61
4.3 Определение площади складов	

4.4	Выбор типа транспортных и грузоподъемных средств и определение их количества.....	62
4.5	Расчёт необходимого количества подъемно – транспортного оборудования	62
4.6	Выбор способа транспортирования стружки.....	64
4.7	Планировка участка, определение его основных размеров.....	65
5	БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....	71
5.1	Организация производственного освещения на производственном участке	71
5.2	Определение степени огнестойкости и категории взрывоопасной и пожарной опасности.....	74
5.3	Меры защиты при оползнях, селях и обвалах.....	76
5.3.1	Оползни	77
5.3.2	Сели.....	78
5.3.3	Обвалы.....	78
5.3.4	Способы борьбы с оползнями, селевыми потоками и обвалами.....	78
5.3.5	Правила поведения людей при возникновении селевых потоках, оползней и обвалов.....	79
6	ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ.....	81
6.1	Расчёт себестоимости механической обработки детали	81
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	85
	БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	86

					151900.2016.124.000 ПЗ	Лист
						6
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы

Технический прогресс в машиностроении характеризуется как улучшением конструкции машин, так и непрерывным совершенствованием технологии их производства.

Основной задачей является изготовление машин заданного качества при наименьших затратах материалов, минимальной себестоимости и высокой производительности. Эта задача может быть решена путём широкого применения прогрессивных технологических процессов, оснастки и оборудования, средств механизации и автоматизации, станков с программным управлением.

Цель работы – сокращение времени обработки, повышения качества продукции, внедрения передовых технологий.

Задачами проектирования являются: разработка технологического процесса, проектирование сверлильного приспособления для сверления шести отверстий, проектирование сверла – зенковки и сверла одностороннего резания, проектирование контрольного приспособления для контроля торцового биения, проектирование линии анодирования деталей, определение экономического эффекта.

Объект работы – создание участка обработки деталь «Шток».

Предмет работы – процесс разработки участка обработки детали «Шток». Результаты работы рекомендуется использовать при изготовлении деталей типа «Шток».

						Лист
					151900.2016.124.000 ПЗ	
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		7

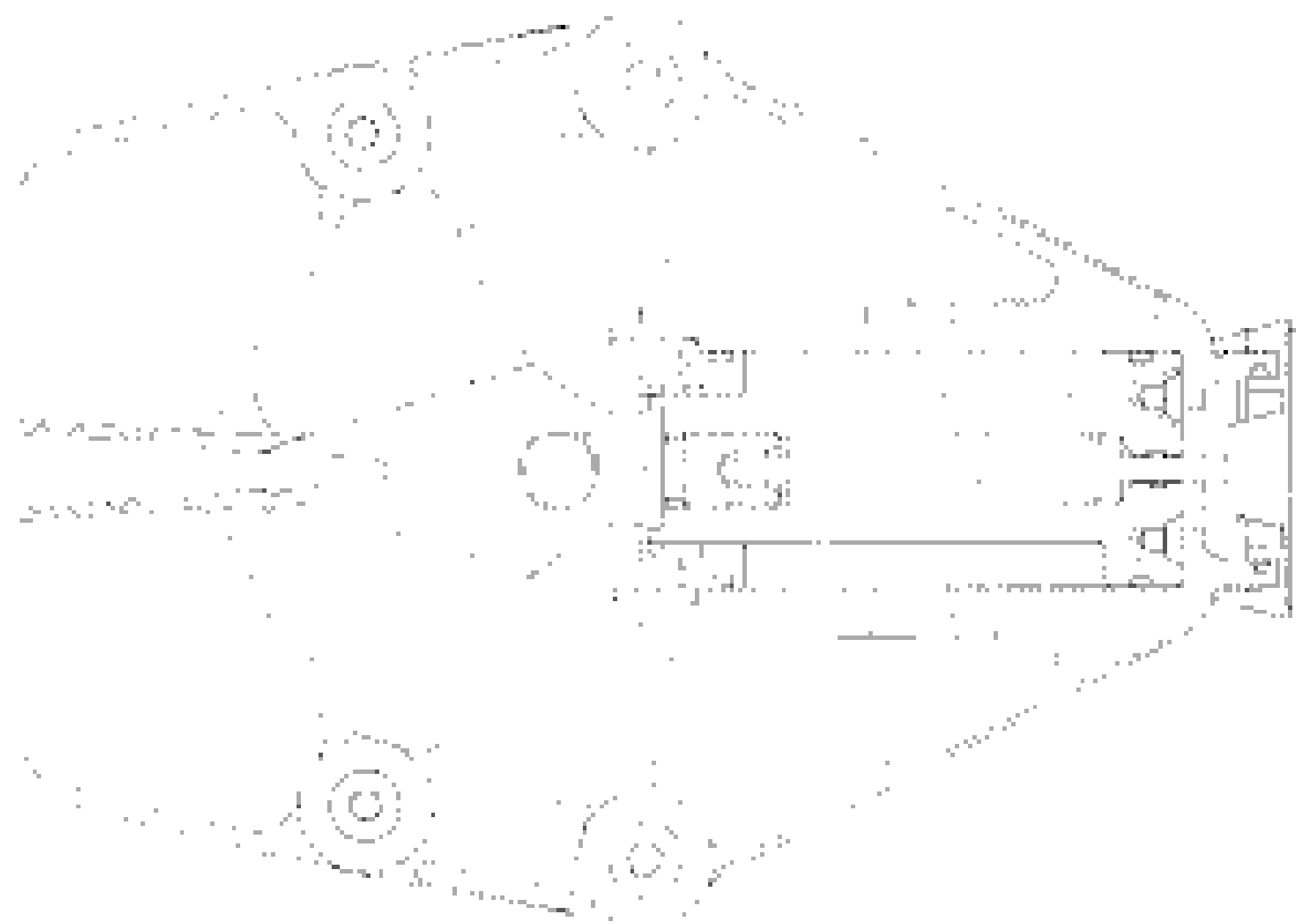


Рисунок 1.2 – Эскиз узла

1.2 Анализ соответствия требований чертежа детали требованиям ее назначения

Шток входит в сборку, закрепляется по резьбе M27x2 и базируется в узле присоединительной поверхностью $\varnothing 48^{+0.019}$ по точной посадке с зазором, что обусловлено служебным назначением детали, то выполнение поверхности с шероховатостью Ra 1,6 и присоединительного торца Ra 2,5 оправдано, поскольку это требуется для обеспечения истинного положения детали в узле. Выполнение торца с штоковой стороны с допуском торцового биения 0,05 мм обусловлено также служебным назначением детали, так как для нормальной работы узла требуется чтобы торец был ровным, так как соприкасается с торцом цилиндра. Выполнение поверхностей $\varnothing 58f7$ и $\varnothing 90f7$ с шероховатостью Ra 0,8 и Ra 3,2, а также требование радиального биения 0,03 мм, необходимо и оправдано с целью повышения срока службы узла, поскольку по этим поверхностям деталь направляется во время работы. Выполнение канавок $\varnothing 14^{+0.043}$ и $\varnothing 82_{-0.06}$ с повышенными требованиями по шероховатости Ra 1,6 требуется для увеличения рабочего ресурса уплотнительных резиновых колец. Выполнение 6 отверстий с шероховатостью 3,2 оправдано, через них перетекает жидкость под давлением. Выполнение выемки $\varnothing 35$ - $\varnothing 75$ под отверстия ключа с шероховатостью 3,2 считаю не требующимся, поскольку поверхность нерабочая, можно с шероховатостью Ra 12,5 до Ra 25. Выполнение $\varnothing 10^{+0.043}$ и шероховатостью Ra 1,6 оправдано, потому что в отверстие вставлена и работает по посадке H9/f9 трубка.

1.3 Сравнение отечественных и передовых зарубежных технологий и решений

Многие отрасли промышленности испытывают серьезные трудности, обусловленные влиянием мирового экономического кризиса. В частности, в автомобильной промышленности наблюдается 50-процентный спад объемов продаж новых авто-

									Лист
Изм.	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата	151900.2016.124.000 ПЗ				9

мобилей. В последние годы на японском, корейском, американском и других рынках наблюдается падение объемов производства автомобилей и, соответственно, снижение прибыли компаний. Для повышения производительности в автомобильной промышленности требуется значительное сокращение времени, затрачиваемого на металлообработку. Для снижения времени цикла на 20...40% необходимо применение современных технологий, несущих значительные выгоды по сравнению с традиционными методами. Компания ISCAR предлагает уникальный металлообрабатывающий инструмент, который позволит существенно сократить трудоемкость производства в автомобильной промышленности. Компания ISCAR известна своими инновационными решениями в области высокоскоростного металлообрабатывающего инструмента. Качество, производительность, стабильность и надежность инструмента ISCAR стали неоспоримыми, а новизна конструкций и технологий металлообработки являются уникальными.

Компания ISCAR предлагает высокопроизводительный инструмент серии HELITURN TG и HELITURN LD, обладающий особой геометрией с криволинейной режущей кромкой, позволяющий значительно снизить силы резания. Дополнительный эффект дает применение высококачественных твердых сплавов и новейших покрытий известной серии SUMO TEC. Большинство автозапчастей, например, вал шестерни, ведущие валы и передаточные валы, требуют применения инновационных технологий для черновой/чистовой механообработки. Высокотехнологичный токарный инструмент компании ISCAR позволяет сократить время механообработки на 30...50%. Благодаря минимальному количеству проходов и высокой скорости механообработки удается добиться максимальной эффективности токарной обработки при минимальном затрачиваемом времени.

Специалисты компании ISCAR первыми разработали высокотехнологичный универсальный инструмент для точения канавок приведённый в соответствии с рисунком 1.3. В частности, это режущие пластины серии HELI-GRIP и CUT-GRIP. По сравнению с традиционным инструментом универсальные режущие пластины обладают неоспоримыми преимуществами и устанавливают новый стандарт качества в области механообработки автомобильных деталей. Данный инструмент предлагаю использовать в 020 операции для растачивания канавки. Инструмент создан специально для механообработки ведущих валов, распределительных валов, деталей гидравлической системы и коробки передач с учетом жестких допусков и требований.



Рисунок 1.3 – Инструмент для точения канавок

									Лист
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата	151900.2016.124.000 ПЗ				10

Такие универсальные режущие пластины позволяют обойтись меньшим количеством токарного инструмента (на 40%), необходимого для выполнения подобных операций. Универсальные канавочные пластины подходят для выполнения различных операций, включая прорезку канавок и токарную обработку, а также благодаря особой геометрии предусматривают возможность облегченной (с малой глубиной резания) проточки углублений (шеек) между торцевыми поверхностями деталей.

Снижением необходимого количества инструментов для данного цикла механообработки удастся добиться до 30 % экономии времени. Компания ISCAR разработала специальный инструмент для изготовления распределов двигателей грузовиков, предусматривающий возможность протачивания канавки врезанием за один проход с использованием пластины шириной до 28 мм (1,1 дюйма). Характерная особенность этих пластин - это короткая стружка, быстро удаляемая из рабочей зоны и не касающаяся обработанной поверхности. После обработки такой пластиной поверхность детали становится идеальной. Прочные V-образные державки обеспечивают надежное крепление пластины и, следовательно, высокое качество механообработки.

Поскольку последние годы в автомобильной промышленности наблюдается повышенный спрос на детали, изготавливаемые из закаленной стали, компания ISCAR предлагает широкий ассортимент режущих пластин стандарта ISO и серии CUT-GRIP на основе кубического нитрида бора (КНБ), показавшие отличные результаты при механообработке изделий из закаленной стали (52-65 HRC). Кроме одногранных пластин КНБ дополнительно предлагаются четырехгранные и шестигранные режущие пластины типа CNGA, WNGA, DNGA и TNGA. Компания ISCAR также выпускает керамические пластины для механообработки других высокопрочных материалов. Это экономически выгодные инструменты, особенно в сравнении с токарными пластинами КНБ, идеально подходящие для высокоскоростной токарной обработки изделий из высокопрочных материалов.

Использование данного режущего инструмента в России не велико, хотя оно позволило бы повысить скорости резания, обрабатывать детали с большой твердостью, сократить время обработки, повысить качество обрабатываемых поверхностей, производить обработку некоторых видов стали без подачи СОЖ и тд. Все это могло бы снизить общие затраты на производство.

1.4 Задачи проектирования

- РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА
- проектирование сверлильного приспособления для обработки 6-ти отверстий
- проектирование сверла – зенковки
- проектирование приспособления для контроля торцового биения
- сравнение технологии
- планировка участка
- ЭКОНОМИЧЕСКИЕ РАСЧЕТЫ

									Лист
Изм.	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата	151900.2016.124.000 ПЗ				11

2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

2.1 Анализ технологичности детали и существующего технологического процесса

Технологический процесс механической обработки детали зависит от большого числа факторов, важным из которых является конструкция детали, которая определяет её технологичность.

Технологическая конструкция детали должна предусматривать наиболее рациональный способ получения заготовки. Форма детали позволяет получить заготовку с размерами, близкими к размерам готовой детали.

Конструкция детали «Шток» состоит из конструктивных элементов. Форма и габариты детали, основные и вспомогательные базы и их сочетания, материал из которого изготавливается деталь, соответствуют принятым для типовой конструкции деталей типа «шток».

Заготовка для детали получена относительно рациональным способом - она является поковкой штампованной. С учетом заданного объема выпуска и типа производства, заготовка производится на ГКМ.

Конструкция детали обеспечивает возможность применения типовых и стандартных технологических процессов ее изготовления и ремонта. По всем этим параметрам деталь является технологичной.

Анализ существующего техпроцесса позволил выявить следующие факторы, увеличивающие трудоемкость и себестоимость изготовления детали:

- базовый техпроцесс состоит из 13 операций
- вся механическая обработка разбита на простейшие переходы
- имеется обработка на универсальном оборудовании без средств механизации
- технологическая цепочка является хаотичной, т. к. оборудование на участке сгруппировано по видам
- несколько операций ручного труда без использования каких-либо средств механизации.

100 Револьверная операция выполняется на токарно-револьверном станке 1341. Операция не механизирована. В данной операции производится обработка поверхности до $\varnothing 93h12$ и подрезка торца являющимися базами.

110 Револьверная операция выполняется на токарно-револьверном станке 1341. В операции производится черновая обработка наружной поверхности до $\varnothing 61_{-0.12}$ с подрезкой торцев и сверление отверстия $\varnothing 24^{+0.31}$. Операция не механизирована.

120 Токарная операция выполняется на токарном программном станке «SV18R». В данной операции выполняется получистовая обработка поверхностей $\varnothing 91_{-0.035}$, точение канавки $\varnothing 83$, подрезка торца, сверление отверстия $\varnothing 9$, расточка канавки. Оборудование выбрано верно.

130 Токарная операция выполняется на токарном станке «SV18R». Чистовая обработка поверхности $\varnothing 58.5_{-0.06}$, расточка отверстий $\varnothing 48$, $\varnothing 27,5$ и нарезка резьбы M27 резцом.

Оборудование подобрано для операции верное.

									Лист
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата	151900.2016.124.000 ПЗ				12

140 Токарная операция выполняется на токарном программном станке «SV18R». Выполняется чистовая обработка отверстий $\varnothing 9$, $\varnothing 14$ а также протачивание канавки $\varnothing 75$.

Оборудование выбрано для операции верное.

150 Токарная операция выполняется на программном станке «SV18R». В данной операции производится чистовая обработка наружных поверхностей. Оборудование выбрано для операции верное.

160 Сверлильная операция выполняется на вертикально- сверлильном станке 2Н125. Сверление и развертывание 2-х отверстий. Операция не механизирована

170 Сверлильная операция выполняется на вертикально- сверлильном станке 2Н125. Сверление 6-ти отверстий $\varnothing 3$. Операция не механизирована.

180 Слесарная операция выполняется на верстаке слесарном. Операция немеханизирована – это не технологично.

200 Контрольная операция выполняется на столе контрольном. Операция не механизирована.

205 Полировальная операция. Операция не механизирована – не технологично.

220 Контрольная операция выполняется на столе контрольном. Операция не механизирована.

230 Доводочная операция. Доводка $\varnothing 58$. Операция выполняется на токарном станке не механизирована.

250 Полировальная операция. Доводка фаски. Операция не механизирована – не технологично.

270 Контрольная операция выполняется на столе контрольном. Операция не механизирована.

2.2 Разработка предлагаемого варианта технологического процесса

2.2.1 Выбор вида и метода получения заготовки

В современном производстве одним из основных направлений развития технологии механической обработки является использование заготовки с экономически конструктивными формами, обеспечивающими возможность применения наиболее рациональных и экономичных способов их обработки, т.е. обработки с наибольшей производительностью и наименьшими отходами металла в стружку.

Это направление требует непрерывного повышения точности поверхности заготовок с приближенными конструктивными формами и размерами к готовым деталям.

В качестве заготовки, для детали «Шток», учитывая конструкцию детали, тип производства, предлагается использовать заготовку, имеющую размеры, приближенные к размерам детали.

Выбор заготовки – штамповка обосновывается приближением формы заготовки к форме детали, учитывая ещё, что материал очень податливый.

Заготовку такого вида можно получить с помощью различных методов. В проекте будет применяться следующий метод – штамповка на горизонтально-

									Лист
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата					13

151900.2016.124.000 ПЗ

ковочной машине (ГКМ) в закрытом штампе. Способ применяется для тел вращения с фланцами, экономный по расходу металла и производительный, безоблойный. Такой метод позволяет получить заготовку 12 – 14 качества точности, шероховатости Rz 200. В соответствии с рисунком 2.1 изображена форма заготовки, из которой производится деталь.

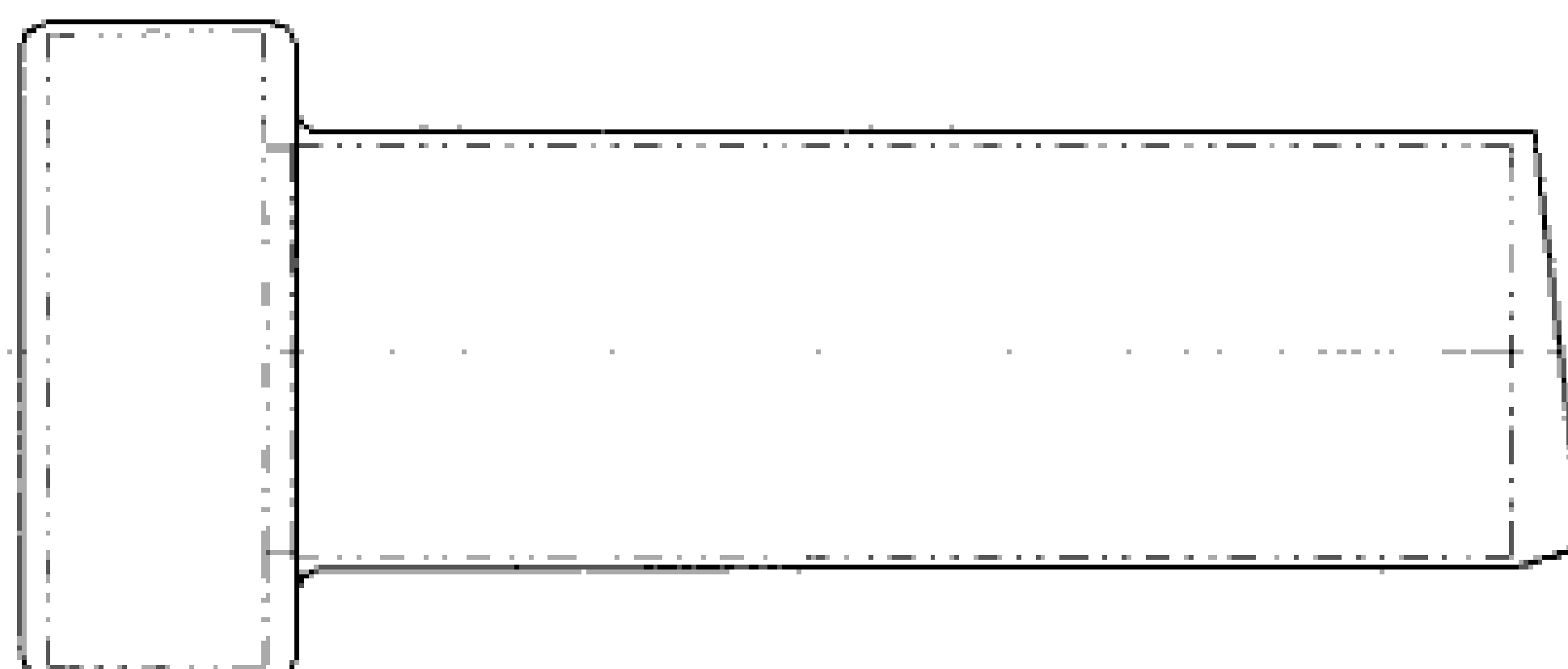


Рисунок 2.1 – Форма заготовки

2.2.2 Определение последовательности обработки поверхностей

Для определения последовательности обработки рассмотрим базовые поверхности детали.

Базовые поверхности делятся на вспомогательные, функциональные и основные.

Основными базовыми поверхностями являются поверхности: $\varnothing 48^{+0.039}$ торец размера $10^{-0.03}$.

Функциональными базами являются поверхности: $\varnothing 57,945_{-0.025}$, $\varnothing 90_{-0.071}$, $\varnothing 10^{-0.043}$, M27x2-4H5H.

Остальные поверхности – вспомогательные базовые поверхности.

В первую очередь производится черновая обработка всех основных базовых поверхностей, затем – обработка вспомогательных базовых поверхностей, и только после этого производится чистовая обработка основных базовых поверхностей и обработка функциональных базовых поверхностей.

2.2.3 Выбор методов и определение количества переходов для обработки поверхностей детали

Диаметральные размеры:

1) $\varnothing 48^{+0.039}$; $Ra=1,6$;

а) растачивание черновое IT 12, $Rz = 100$;

б) растачивание получистовое IT 10, $Rz = 25$;

в) растачивание чистовое IT 9, $Rz = 12,5$;

						Лист
					151900.2016.124.000 ПЗ	
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		14

- г) растачивание тонкое IT 6, Rz = 1,6.
- 2) $\varnothing 27,5^{+0,13}$; Ra=1,6 с обеспечением линейного размера $5^{+0,3}$; переходы см. поз.1.
- 3) $\varnothing 24.9H14$; Ra=12,5 с обеспечением линейного размера 180^{+1} ;
а) сверление глубокое IT 12, Rz = 50.
- 4) Обработка канавки $\varnothing 14^{+0,043}$; Ra=1,6 с обеспечением линейных размеров $6,3^{+0,15}$; $6\pm 0,3$;
переходы см. позицию 1.
- 5) $\varnothing 10^{-0,043}$; Ra=1,6;
а) сверление IT 12, Rz = 100;
б) растачивание получистовое IT 10, Rz = 25;
в) растачивание чистовое IT 9, Rz = 12,5;
г) растачивание тонкое IT 6, Rz = 1,6.
- 6) $\varnothing 3H14$; Ra=25 с обеспечением размеров $1,8\pm 0,1$; 60° ;
а) сверление IT 12, Rz = 100;
- 7) Обработка отверстий $\varnothing 8H12$; Ra= 12,5, с обеспечением размеров $8^{+0,1}_{-0,05}$; $45^\circ\pm 1^\circ$; $\varnothing 55\pm 0,2$;
а) сверление IT 12, Rz = 50.
- 8) M27x2-4H5H; Ra =3,2 с обеспечением размера $51^{+1}_{-0,05}$;
а) нарезание резцом IT 5, Rz = 3,2;
- 9) $\varnothing 58^{+0,03}_{-0,06}$ Ra=0,4;
а) точение черновое IT 12, Rz = 100;
б) точение получистовое IT 11, Rz = 50;
в) точение чистовое IT 8, Rz = 12,5;
г) точение тонкое IT 6, Ra = 0,8.
- 10) $\varnothing 90_{-0,071}$ Ra=1,6;
переходы см. поз.9.
- 11) Обработка канавки $\varnothing 82_{-0,06}$; Ra=1,6 с обеспечением размеров $8^{+0,2}$; $11\pm 0,215$;
переходы см. позицию 1.
- 12) Обработка канавки $\varnothing 57$; Ra=3,2 с обеспечением размера 3,5;
а) Точение фасонное IT 9, Rz = 50.
- 13) Обработка канавки $\varnothing 75\pm 0,37$; $\varnothing 35\pm 0,37$ Ra=12,5 с обеспечением размеров $6^{+0,3}$; $30^\circ\pm 30'$;
переходы см. поз.9 и поз.1.

Линейные размеры:

- 1) Размер $203_{-0,29}$; торец левый Ra=3,2; торец правый Ra=3,2

Торец левый:

- а) торцевое точение черновое IT14; Rz=200;
б) торцевое точение получистовое IT12; Rz=100;
в) торцевое точение чистовое IT9; Rz=25.
г) торцевое точение тонкое IT 7; Rz=6,3.

					151900.2016.124.000 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум	Подп.	Дата		15

Торец правый:

переходы см. торец левый.

2) Размер $173^{+0.25}$; торец левый Ra=3.2; торец правый Ra=3,2

переходы см. позицию 1

3) Размер $10^{+0.1}$; торец левый Ra=3.2; торец правый Ra=2.5

Обработка левого торца см. позицию 1

Обработка правого торца совмещена с обработкой $\varnothing 48^{+0.039}$; Ra=1.6, переходы см. позицию 1 правый торец.

4) Размер $8^{+0.2}$ торец левый Ra=1,6; торец правый Ra=1,6 совмещается с обработкой канавки $\varnothing 82_{-0.06}$.

переходы см. позицию 1.

5) Размер $6.3^{+0.15}$ торец левый Ra=1,6; торец правый Ra=1,6 совмещается с обработкой канавки $\varnothing 14^{+0.043}$

переходы см. позицию 1.

2.2.4 Формирование операций

Операция 000 Заготовительная. Штамповка на ГКМ.

Операция 005 Токарная.

Точение $\varnothing 90$ начерно и черновая подрезка правых торца размера 203.

Операция 010 Токарная с ЧПУ.

1 позиция: точение черновое $\varnothing 58$ с подрезкой торца; растачивание черновое $\varnothing 48$, $\varnothing 27,5$ с подрезкой торцев; глубокое сверление $\varnothing 24,9$.

2 позиция: точение получистовое $\varnothing 90$ с подрезкой торца 203; растачивание черновое канавки $\varnothing 75$; сверление 2-х отверстий $\varnothing 8$; сверление центрального отверстия $\varnothing 8,5$.

Операция 015 Токарная с ЧПУ.

1 позиция: точение получистовое, чистовое и тонкое торца размера 203, канавки $\varnothing 75$; точение получистовое, чистовое $\varnothing 90$; растачивание черновое, получистовое и тонкое $\varnothing 10$; растачивание черновое, получистовое, чистовое и тонкое канавки $\varnothing 14$; точение черновое, получистовое, чистовое и тонкое канавки $\varnothing 82$.

2 позиция: точение получистовое, чистовое и тонкое $\varnothing 58$ с подрезкой торца; подрезка торца размера 203 получистовая, чистовая и тонкая; растачивание получистовое, чистовое и тонкое $\varnothing 48$, $\varnothing 27,5$ с подрезкой торцев; получение резьбы M27x2-4H5H.

Операция 020 Сверлильная.

Сверление последовательно шести отверстий $\varnothing 3$.

Операция 025 Сверлильная.

Зенкерование последовательно шести отверстий $\varnothing 3$ и развертывание.

030 Слесарная операция.

035 Контрольная операция.

									Лист	
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата	151900.2016.124.000 ПЗ					16

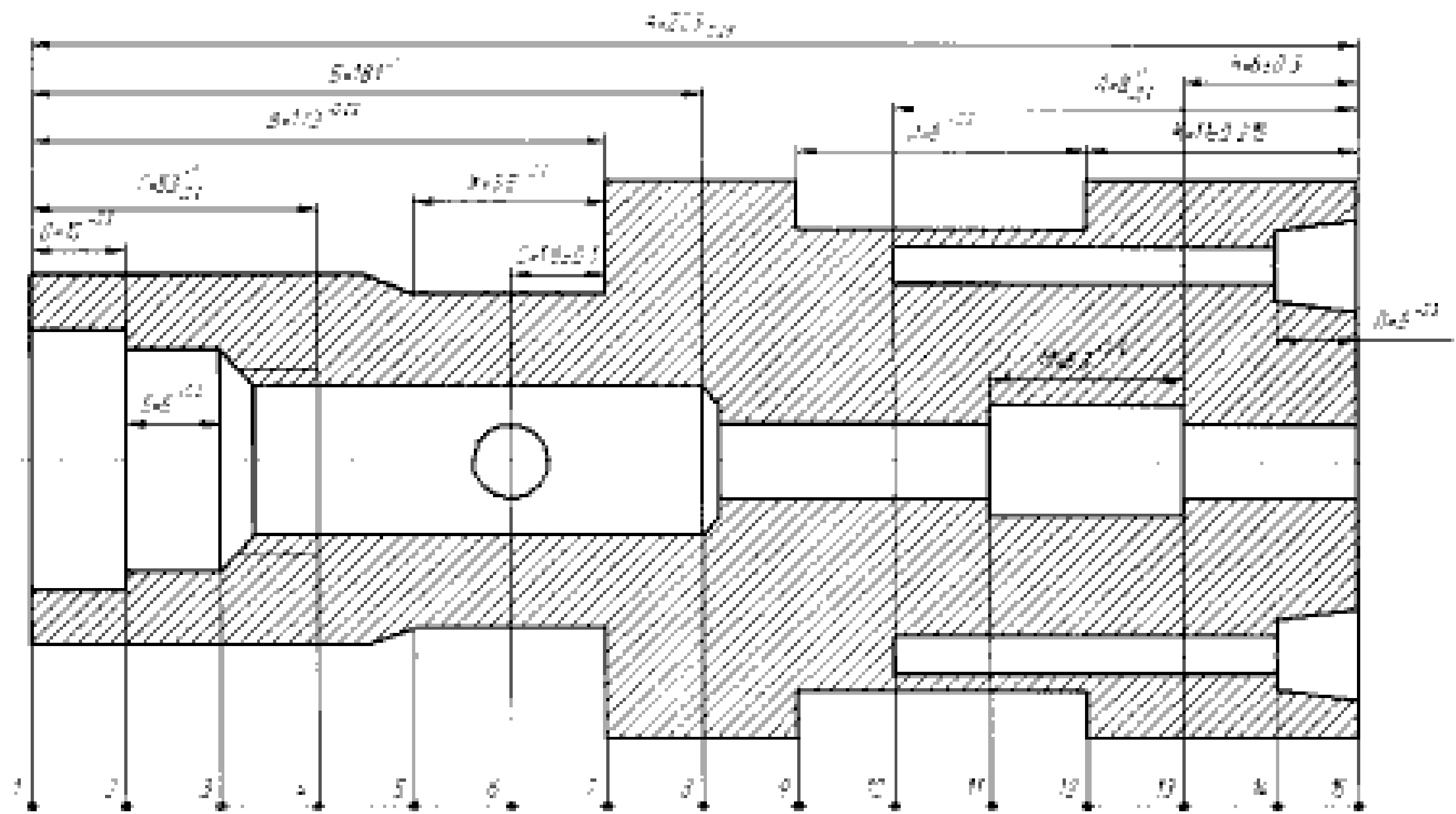


Рисунок 2.3 – Преобразованный чертёж на ось OZ

Таблица 2.1 – Маршрут обработки детали

Опера-ция	Эскиз	Допуски и ТТ
000 Заготовительная		<p> $T2P^0=1,4$ $T2X^0=0,6$ $TA^0=1,15$ $TB^0=1,6$ $\textcircled{16}21^0=0,6$ </p>

Продолжение таблицы 2.1

Опера ция	Эскиз	Допуски и ТТ
005 Револьверная		$T2P^S=0,35$ $TA_1^{S-} = TA_1^S_{табл}$ $+\Delta_{1-}^0 = 1,15 + 0,3 = 1,45$ $TA_2^S = TA_2^S_{табл}$ $+\Delta_{1-}^0 = 0,46 + 0,3 = 0,76$ $\odot 16^S 21^0 = 0,25$ $\perp 15^S 16^S = 0,3$
Токарная с ЧПУ I переход		$T2X_1^{10(1)}=0,3$ $T2X_2^{10(1)}=0,19$ $T2Ю_1^{10(1)}=0,21$ $T2Ю_2^{10(1)}=0,084$ $T2Я_1^{10(1)}=0,25$ $T2Я_2^{10(1)}=0,1$ $T2W^{10(1)}=0,33$ $TB_1^{10(1)}=1$ $TB_2^{10(1)}=0,4$ $TБ^{10(1)}=1$ $TE_1^{10(1)}=0,3$ $TE_2^{10(1)}=0,12$ $TD_1^{10(1)}=0,36$ $TD_2^{10(1)}=0,15$ $TA_1^{10(1)} = TA_1^{10(1)}_{табл}$ $+\Delta_{15}^S = 1,15 + 0,12 = 1,27$ $TA_2^{10(1)} =$ $TA_2^{10(1)}_{табл}$ $+\Delta_{15}^S = 0,46 + 0,12 = 0,58$ $\odot 21_1^{10(1)} 16^S = 0,25$ $\odot 21_2^{10(1)} 16^S = 0,16$ $\odot 24_1^{10(1)} 16^S = 0,2$ $\odot 24_2^{10(1)} 16^S = 0,12$ $\odot 25_1^{10(1)} 16^S = 0,16$ $\odot 25_2^{10(1)} 16^S = 0,06$ $\perp 1^{10(1)} 21^{10(1)} = 0,1$ $\perp 7^{10(1)} 21^{10(1)} = 0,12$

Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата
-----	------	----------	-------	------

151900.2016.124.000 ПЗ

Лист

19

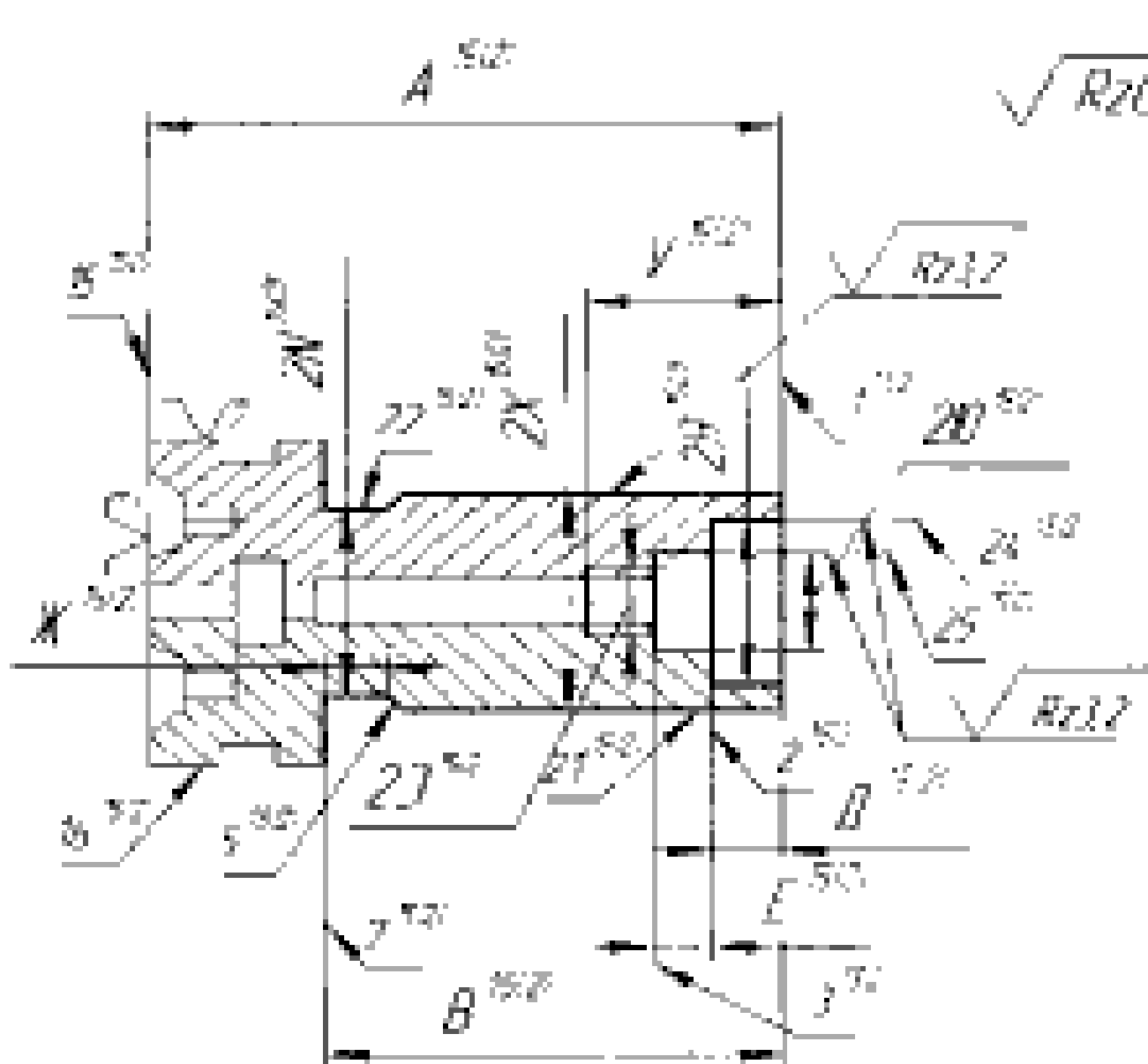
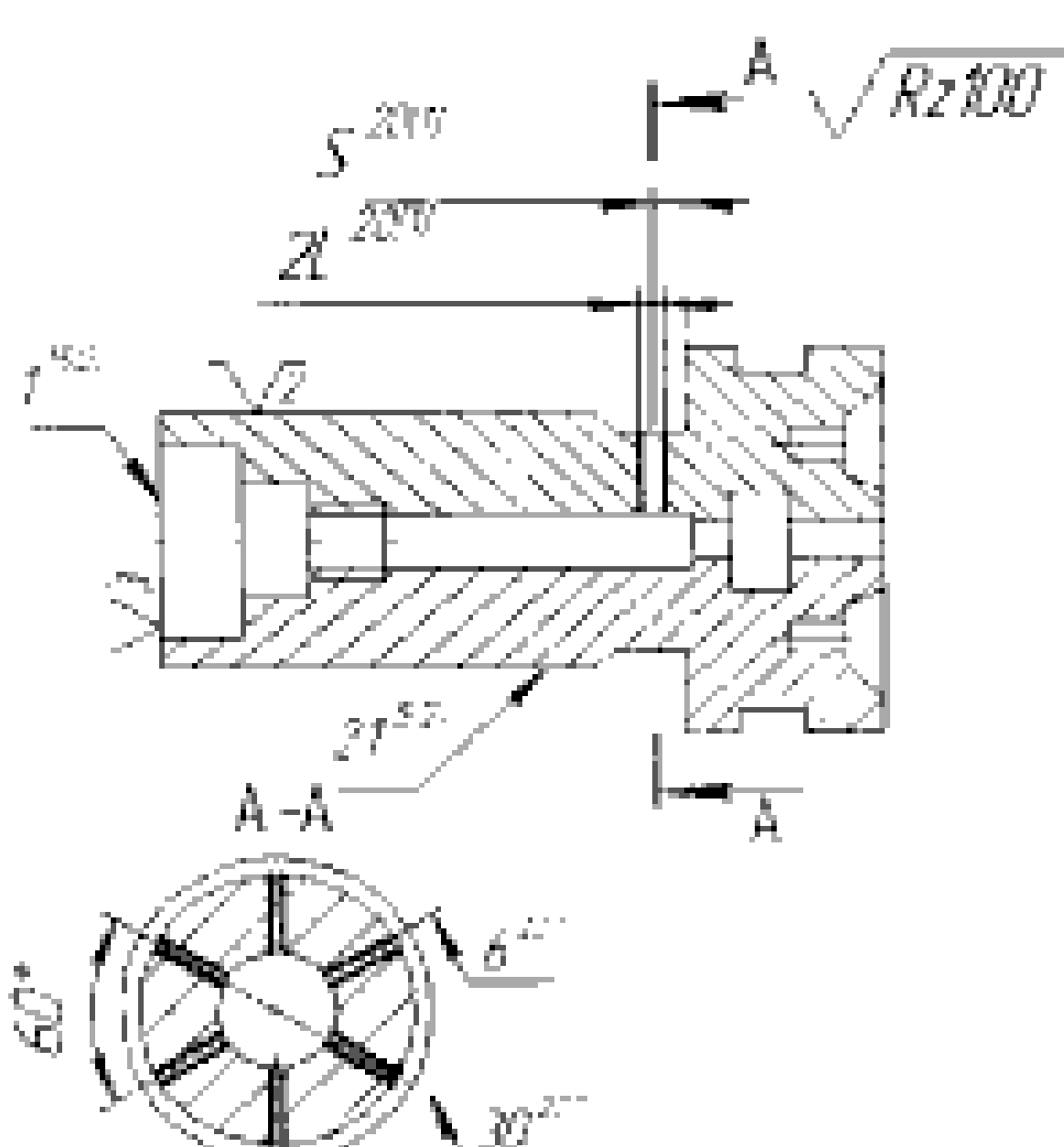
Продолжение таблицы 2.1

Опера ция	Эскиз	Допуски и ТТ
010 Токарная с ЧПУ 2 переход		$T2\Phi_1^{10(2)}=0,25$ $2\Phi_2^{10(2)}=0,12$ $T2C_1^{10(2)}=0,35$ $T2C_2^{10(2)}=0,22$ $T2Y_1^{10(2)}=0,3$ $2Y_2^{10(2)}=0,12$ $T2Ц_1^{10(2)}=0,18$ $2Ц_2^{10(2)}=0,07$ $T2Щ_1^{10(2)}=0,15$ $T2Щ_2^{10(2)}=0,058$ $T2P^{10(2)}=0,14$ $ТП_2^{10(2)}=0,12$ $ТП_1^{10(2)}=0,3$ $ТИ_1^{10(2)}=0,15$ $ТИ_2^{10(2)}=0,058$ $ТК_1^{10(2)}=0,43$ $ТК_2^{10(2)}=0,18$ $ТН_1^{10(2)}=0,3$ $ТН_2^{10(2)}=0,12$ $ТМ_1^{10(2)}=0,36$ $ТМ_2^{10(2)}=0,15$ $ТА_1^{10(2)}=ТА_1^{10(2)}$ табл $+Δ^{10(1)}_1=0,115+0,12=0,235$ $ТА_2^{10(2)}=ТА_2^{10(2)}$ табл $+Δ^{10(1)}_1=0,046+0,12=0,16$ $◎16^{10(2)}21^{10(1)}=0,04$ $◎17^{10(2)}21^{10(1)}=0,16$ $◎18^{10(2)}21^{10(1)}=0,1$ $◎28^{10(2)}21^{10(1)}=0,05$ $◎29^{10(2)}21^{10(1)}=0,04$ $◎23^{10(2)}21^{10(1)}=0,12$ $⊥15^{10(2)}16^{10(2)}=0,012$
015 Автоматно-токарная 1 переход		$T2\Phi_1^{15(1)}=0,029$ $T2\Phi_2^{15(1)}=0,016$ $T2C_1^{15(1)}=0,054$ $T2C_2^{15(1)}=0,022$ $T2Y_1^{15(1)}=0,074$ $2Y_2^{15(1)}=0,03$ $T2Ц_1^{15(1)}=0,036$ $T2Ц_2^{15(1)}=0,015$ $T2Щ_1^{15(1)}=0,036$ $T2Щ_2^{15(1)}=0,0045$ $T2P_1^{15(1)}=0,087$ $T2P_2^{15(1)}=0,035$ $ТП_1^{15(1)}=0,03$ $ТП_2^{15(1)}=0,012$ $ТИ_1^{15(1)}=0,036$ $ТИ_2^{15(1)}=0,015$ $ТК_1^{15(1)}=0,043$ $ТК_2^{15(1)}=0,018$ $ТН_1^{15(1)}=0,03$ $ТН_2^{15(1)}=0,012$ $ТМ_1^{15(1)}=0,036$ $ТМ_2^{15(1)}=0,015$ $◎16^{15(1)}21^{10(1)}=0,016$ $◎17^{15(1)}21^{10(1)}=0,016$ $◎18^{15(1)}21^{10(1)}=0,06$ $◎28^{15(1)}21^{10(1)}=0,01$ $◎29^{15(1)}21^{10(1)}=0,03$ $◎23^{15(1)}21^{10(1)}=0,01$ $T2F^{15(1)}=0,15$ $T2T^{15(1)}=0,74$

Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата
-----	------	----------	-------	------

151900.2016.124.000 ПЗ

Продолжение таблицы 2.1

Опера-ция	Эскиз	Допуски и ТТ
<p>015 Автоматно-токарная 2 переход</p>		<p> $T2X_1^{15(2)}=0,046$ $T2X_2^{15(2)}=0,019$ $T2Ю_1^{15(2)}=0,052$ $T2Ю_2^{15(2)}=0,021$ $T2Я_1^{15(2)}=0,062$ $T2Я_2^{15(2)}=0,016$ $T2N^{15(2)}=0,3$ $TВ_1^{15(2)}=0,1$ $TВ_2^{15(2)}=0,04$ $TЕ_1^{15(2)}=0,03$ $TЕ_2^{15(2)}=0,012$ $TД_1^{15(2)}=0,036$ $TД_2^{15(2)}=0,015$ $TЖ^{15(2)}=0,3$ $TV^{15(2)}=0,74$ $TA_1^{15(2)}=TA_1^{15(2)}_{табл}$ $+Δ^{15(1)}_{15}=0,115+0,012=0,127$ $TA_2^{15(2)}=TA_2^{15(2)}_{табл}$ $+Δ^{15(1)}_{15}=0,046+0,012=0,058$ $◎21_1^{15(2)} 16_2^{15(1)}=0,04$ $◎21_2^{15(2)}$ $16_2^{15(1)}=0,016$ $◎24_1^{15(2)} 16_2^{15(1)}=0,05$ $◎24_2^{15(2)} 16_2^{15(1)}=0,02$ $◎25_1^{15(2)} 16_2^{15(1)}=0,04$ $◎25_2^{15(2)} 16_2^{15(1)}=0,016$ $⊥1^{15(2)} 21^{15(2)}=0,01$ $⊥7^{15(2)} 21^{15(2)}=0,012$ </p>
<p>020 Сверлильная 1 переход</p>		<p> $T2L^{20(1)}=0,1$ $TS^{20(1)}=0,25$ $◎30^{20(1)} 31^0=0,04$ </p>

Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата

151900.2016.124.000 ПЗ

Продолжение таблицы 2.1

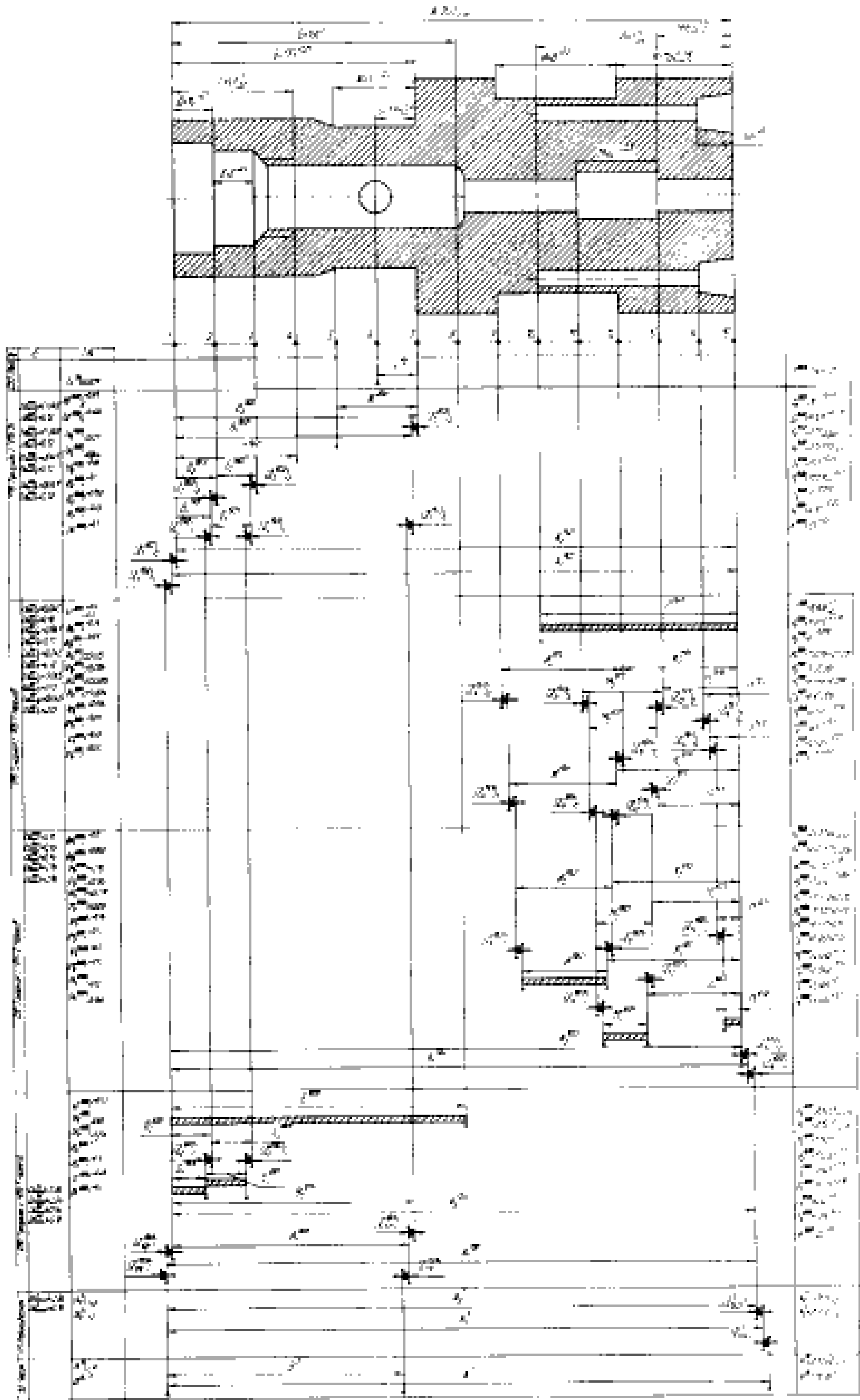
Опера-ция	Эскиз	Допуски и ТТ
020 Токарная с ЧПУ 2 переход		$T2L^{20(2)}=0,04$ $TS^{20(2)}=0,25$ $\textcircled{30}^{20(2)} \ 31^0=0,015$
020 Сверлильная 3 переход		$T2L^{20(3)}=0,025$ $TS^{20(3)}=0,25$ $\textcircled{30}^{20(3)} \ 31^0=0,01$

В соответствии с рисунками 2.4 и 2.5 представлены размерные схемы по оси OZ и OX.

В соответствии с рисунком 2.6 представлена схема пространственных отклонений.

								Лист
								22
Изм.	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата	151900.2016.124.000 ПЗ			

№№ №№ №№	№№ №№ №№	№№ №№ №№



№№ №№ №№ №№ №№	№№ №№ №№ №№ №№

1:51.900.2016.124.000.113

Рисунок 2.4 - Схема линейных размеров

Проверка точности разработанного техпроцесса

По схеме пространственных отклонений:

1. $|7,21| = 7^{15(2)}, 21^{15(2)}$

$0,05 > 0,012$ обеспечивается.

2. $|24,21| = 24^{15(2)}, 16^{15(1)} + 21^{15(2)}, 16^{15(1)}$

$0,05 > 0,02 + 0,016 = 0,036$ обеспечивается.

3. $|16,21| = 21^{15(1)}, 16^{15(1)}$

$0,03 > 0,016$ обеспечивается.

4. $|16,17| = 16^{20(1)}, 17^{20(1)}$

$0,05 = 0,05$ обеспечивается.

5. $|23,21| = 21^{15(2)}, 16^{15(1)} + 16^{15(1)}, 21^{10(1)} + 23^{15(1)}, 21^{10(1)}$

$0,03 > 0,01 + 0,016 + 0,016 = 0,042$ обеспечивается.

Расчёт межоперационных размеров по схеме линейных размеров

$$Z_{1(2)}^{15(2)} = A_1^{15(2)} - A_2^{15(2)}$$

Дано: $A_2^{15(2)}_{\min} = 202,954$ $A_2^{15(2)}_{\max} = 203$ $TA_1^{15(2)} = 0,127$

$$Z_{1(2)}^{15(2)}_{\min} = 0,045 \text{ мм}$$

$$Z_{1(2)}^{15(2)}_{\min} = A_1^{15(2)}_{\min} - A_2^{15(2)}_{\max}$$

$$A_1^{15(2)}_{\min} = A_2^{15(2)}_{\max} + Z_{1(2)}^{15(2)}_{\min}$$

$$A_1^{15(2)}_{\min} = 203 + 0,045 = 203,045 \text{ мм}$$

$$A_1^{15(2)}_{\max} = A_1^{15(2)}_{\min} + TA_1^{15(2)} = 203,045 + 0,127 = 203,172 \text{ мм}$$

$$Z_{1(2)}^{15(2)}_{\max} = A_1^{15(2)}_{\max} - A_2^{15(2)}_{\min}$$

$$Z_{1(2)}^{15(2)}_{\max} = 203,172 - 202,954 = 0,218 \text{ мм}$$

Номинальный размер $A_1^{15(2)} = A_1^{15(2)}_{\max} - ES = 203,172 - 0 = 203,172 \text{ мм}$.

Ответ: $A_1^{15(2)} = 203,172_{-0,127}$ $Z_{1(2)}^{15(2)}_{\max} = 0,218 \text{ мм}$.

Остальные уравнения, составленные по схеме линейных размеров, рассчитываются аналогично. Результаты расчёта сводим в таблицу 2.2.

Таблица 2.2 – Результаты расчёта размерных цепей по схеме линейных размеров

Исходное уравнение	Известные величины	Рассчитанные размеры
$Z_{1(1)}^{15(2)} = A_2^{10(2)} - A_1^{15(2)}$	$A_1^{15(2)}_{\min} = 203,045;$ $A_1^{15(2)}_{\max} = 203,172;$ $TA_2^{10(2)} = 0,472;$ $Z_{1(1)}^{15(2)}_{\min} = 0,12 \text{ мм}$.	$A_2^{10(2)} = 203,764_{-0,472};$ $Z_{1(1)}^{15(2)}_{\max} = 0,72 \text{ мм}$.
$Z_{15(2)}^{10(2)} = A_1^{10(2)} - A_2^{10(2)}$	$A_2^{10(2)}_{\min} = 203,292;$ $A_2^{10(2)}_{\max} = 203,764;$ $TA_2^{10(2)} = 0,472;$ $Z_{15(2)}^{10(2)}_{\min} = 0,045 \text{ мм}$.	$A_1^{10(2)} = 203,975_{-0,166};$ $Z_{15(2)}^{10(2)}_{\max} = 0,68 \text{ мм}$.
$Z_{15(1)}^{10(2)} = A_2^{10(1)} - A_1^{10(2)}$	$A_1^{10(2)}_{\min} = 203,809;$ $A_2^{10(1)}_{\max} = 203,975;$ $TA_2^{10(1)} = 0,235;$ $Z_{15(1)}^{10(2)}_{\min} = 0,12 \text{ мм}$.	$A_2^{10(1)} = 204,33_{-0,235};$ $Z_{15(1)}^{10(2)}_{\max} = 0,53 \text{ мм}$.

Продолжение таблицы 2.2

Исходное уравнение	Известные величины	Рассчитанные размеры
$Z_{1(2)}^{10(1)} = A_1^{10(1)} - A_2^{10(1)}$	$A_2^{10(1)}_{\min} = 204,095;$ $A_2^{10(1)}_{\max} = 204,33;$ $TA_1^{10(1)} = 0,58;$ $Z_{1(2)}^{10(1)}_{\min} = 0,16 \text{ мм.}$	$A_1^{10(1)} = 205,07_{-0,58};$ $Z_{1(2)}^{10(1)}_{\max} = 0,97 \text{ мм.}$
$Z_{1(1)}^{10(1)} = A_2^5 - A_1^{10(1)}$	$A_1^{10(1)}_{\min} = 204,49;$ $A_1^{10(1)}_{\max} = 205,07; \quad TA_2^5 = 1,27;$ $Z_{1(1)}^{10(1)}_{\min} = 0,26 \text{ мм.}$	$A_2^5 = 206,6_{-1,27};$ $Z_{1(1)}^{10(1)}_{\max} = 2,11 \text{ мм.}$
$Z_{15(2)}^5 = A_1^5 - A_2^5$	$A_2^5_{\min} = 205,33; \quad A_2^5_{\max} = 206,6;$ $TA_1^5 = 1,45;$ $Z_{15(2)}^5_{\min} = 0,16 \text{ мм.}$	$A_1^5 = 208,21_{-1,45};$ $Z_{15(2)}^5_{\max} = 2,8 \text{ мм.}$
$Z_{15(1)}^5 = A^0 - A_1^5$	$A_1^5_{\min} = 206,76; \quad A_1^5_{\max} = 208,21;$ $TA^0 = 1,15;$ $Z_{15(1)}^5_{\min} = 0,26 \text{ мм.}$	$A^0 = 209,62_{-1,15};$ $Z_{15(1)}^5_{\max} = 2,86 \text{ мм.}$
$Z_{7(2)}^{15(2)} = B_2^{15(2)} - B_1^{15(2)}$	$B_2^{15(2)}_{\min} = 173; \quad B_2^{15(2)}_{\max} = 173,04;$ $TB_1^{15(2)} = 0,1; \quad Z_{7(2)}^{15(2)}_{\min} = 0,045;$	$B_2^{15(2)} = 172,855^{+0,1};$ $Z_{7(2)}^{15(2)}_{\max} = 0,185 \text{ мм.}$
$Z_{7(1)}^{15(2)} = B_1^{15(2)} - A_2^{15(2)} +$ $A_2^{10(2)} - B_2^{10(1)}$	$B_1^{15(2)}_{\min} = 172,855;$ $B_1^{15(2)}_{\max} = 172,955; \quad TB_2^{10(1)} = 0,4;$ $Z_{7(1)}^{15(2)}_{\min} = 0,12;$	$B_1^{15(2)} = 173,8^{+0,1};$ $Z_{7(1)}^{15(2)}_{\max} = 0,79 \text{ мм.}$
$Z_{7(2)}^{10(1)} = B_2^{10(1)} - B_1^{10(1)}$	$B_2^{10(1)}_{\min} = 172,38;$ $B_2^{10(1)}_{\max} = 172,78; \quad TB_1^{10(1)} = 1;$ $Z_{7(2)}^{10(1)}_{\min} = 0,16 \text{ мм.}$	$B_1^{10(1)} = 171,22^{+1};$ $Z_{7(2)}^{10(1)}_{\max} = 1,56 \text{ мм.}$
$Z_{7(1)}^{10(1)} = B_1^{10(1)} - A_2^{10(1)} +$ $A_2^5 - B^0$	$B_2^{10(1)}_{\min} = 171,22;$ $B_2^{10(1)}_{\max} = 172,22; \quad TB^0 = 1;$ $Z_{7(1)}^{10(1)}_{\min} = 0,26 \text{ мм.}$	$B^0 = 170,96^{+1};$ $Z_{7(1)}^{10(1)}_{\max} = 0,495 \text{ мм}$
$Z_{2(2)}^{15(2)} = D_2^{15(2)} - D_1^{15(2)}$	$D_2^{15(2)}_{\min} = 10;$ $D_2^{15(2)}_{\max} = 10,015;$ $TD_1^{15(2)} = 0,036;$ $Z_{2(2)}^{15(2)}_{\min} = 0,045.$	$D_1^{15(2)} = 9,92^{+0,15}$ $Z_{2(2)}^{15(2)}_{\max} = 0,1 \text{ мм.}$
$Z_{2(1)}^{15(2)} = D_2^{15(2)} - A_2^{15(2)} +$ $A_2^{10(2)} - D_2^{10(1)}$	$D_1^{15(2)}_{\min} = 9,919; \quad D_1^{15(2)}_{\max} = 9,955;$ $A_2^{15(2)}_{\min} = 202,954;$ $A_2^{15(2)}_{\max} = 203;$ $A_2^{10(2)}_{\min} = 203,292;$ $A_2^{10(2)}_{\max} = 203,764;$ $TD_2^{10(1)} = 0,15;$ $Z_{2(1)}^{15(2)}_{\min} = 0,12.$	$D_2^{10(1)} = 9,941^{+0,15}$ $Z_{2(1)}^{15(2)}_{\max} = 0,827 \text{ мм.}$

Продолжение таблицы 2.2

Исходное уравнение	Известные величины	Рассчитанные размеры
$Z_2^{10(1)} = D_2^{10(1)} - D_1^{10(1)}$	$D_2^{10(1)}_{\min} = 9,941;$ $D_2^{10(1)}_{\max} = 10,091;$ $T D_1^{10(1)} = 0,16;$ $Z_2^{10(1)}_{\min} = 0,045.$	$D_1^{10(1)} = 9,421^{+0,36}$ $Z_2^{10(1)}_{\max} = 0,67 \text{ мм.}$
$Z_{3(2)}^{15(2)} = E_2^{15(2)} + D_2^{15(2)} - D_1^{15(2)} - E_1^{15(2)}$	$E_2^{15(2)}_{\min} = 5; E_2^{15(2)}_{\max} = 5,012;$ $T E_1^{15(2)} = 0,03;$ $Z_{3(2)}^{15(2)}_{\min} = 0,045 \text{ мм.}$	$E_1^{15(2)} = 4,97^{+0,03};$ $Z_{3(2)}^{15(2)}_{\max} = 0,138 \text{ мм}$
$Z_{3(1)}^{15(2)} = E_1^{15(2)} + D_1^{15(2)} - A_2^{15(2)} + A_2^{10(2)} + D_2^{10(1)} - E_2^{10(1)}$	$E_1^{15(2)}_{\min} = 4,97; E_1^{15(2)}_{\max} = 5;$ $T E_2^{10(1)} = 0,12;$ $Z_{3(1)}^{15(2)}_{\min} = 0,12 \text{ мм.}$	$E_2^{10(1)} = 4,85^{+0,12};$ $Z_{3(1)}^{15(2)}_{\max} = 1,497 \text{ мм}$
$Z_3^{10(1)} = E_2^{10(1)} + D_2^{10(1)} - D_1^{10(1)} - E_1^{10(1)}$	$E_2^{10(1)}_{\min} = 4,85;$ $E_2^{10(1)}_{\max} = 4,97;$ $T E_1^{10(1)} = 0,3;$ $Z_3^{10(1)}_{\min} = 0,16 \text{ мм.}$	$E_1^{10(1)} = 4,46^{+0,3};$ $Z_3^{10(1)}_{\max} = 1,18 \text{ мм}$
$Z_{12(2)}^{15(1)} = K_1^{15(1)} - K_2^{15(1)}$	$K_2^{15(1)}_{\min} = 10,991;$ $K_2^{15(1)}_{\max} = 11,009;$ $T K_1^{15(1)} = 0,043;$ $Z_{12(2)}^{15(1)}_{\min} = 0,045 \text{ мм.}$	$K_1^{15(1)} = 11,076 \pm 0,0215$ $Z_{12(2)}^{15(1)}_{\max} = 0,106 \text{ мм}$
$Z_{12(1)}^{15(1)} = K_2^{10(2)} - K_1^{15(1)}$	$K_1^{15(1)}_{\min} = 11,054;$ $K_1^{15(1)}_{\max} = 11,097;$ $T K_2^{10(2)} = 0,18;$ $Z_{12(1)}^{15(1)}_{\min} = 0,12 \text{ мм.}$	$K_2^{10(2)} = 11,307 \pm 0,09$ $Z_{12(1)}^{15(1)}_{\max} = 0,343 \text{ мм}$
$Z_{12}^{10(2)} = K_1^{10(2)} - K_2^{10(1)}$	$K_2^{10(2)}_{\min} = 11,217;$ $K_2^{10(2)}_{\max} = 11,397;$ $T K_1^{10(2)} = 0,43;$ $Z_{12}^{10(2)}_{\min} = 0,16 \text{ мм.}$	$K_1^{10(2)} = 11,772 \pm 0,215$ $Z_{12}^{10(2)}_{\max} = 0,77 \text{ мм}$
$Z_{\alpha(2)}^{15(1)} = I_2^{15(1)} + K_2^{15(1)} - K_1^{15(1)} - I_1^{15(1)}$	$I_2^{15(1)}_{\min} = 8;$ $I_2^{15(1)}_{\max} = 8,015;$ $T I_1^{15(1)} = 0,036;$ $Z_{\alpha(2)}^{15(1)}_{\min} = 0,045 \text{ мм.}$	$I_1^{15(1)} = 7,813^{+0,036}$ $Z_{\alpha(2)}^{15(1)}_{\max} = 0,157 \text{ мм.}$
$Z_{\alpha(1)}^{15(1)} = I_1^{15(1)} + K_1^{15(1)} - K_2^{10(2)} - I_2^{10(2)}$	$I_1^{15(1)}_{\min} = 7,813;$ $I_1^{15(1)}_{\max} = 7,849;$ $T I_2^{10(2)} = 0,058;$ $Z_{\alpha(1)}^{15(1)}_{\min} = 0,12 \text{ мм.}$	$I_2^{10(2)} = 7,292^{+0,058}$ $Z_{\alpha(1)}^{15(1)}_{\max} = 0,437 \text{ мм.}$

Продолжение таблицы 2.2

Исходное уравнение	Известные величины	Рассчитанные размеры
$Z_9^{10(2)} = I_2^{10(2)} + K_2^{10(2)}$ — $K_1^{10(2)} - I_1^{10(2)}$	$I_2^{10(2)}_{\min} = 7,292;$ $I_2^{10(2)}_{\max} = 7,35;$ $TI_1^{10(1)} = 0,15;$ $Z_9^{10(2)}_{\min} = 0,16 \text{ мм.}$	$I_1^{10(2)} = 6,212^{+0.15}$ $Z_9^{10(2)}_{\max} = 0,987 \text{ мм.}$
$Z_{13(2)}^{15(1)} = H_1^{15(1)} - H_2^{15(2)}$	$H_2^{15(1)}_{\min} = 5,994;$ $H_2^{15(1)}_{\max} = 6,006;$ $H_1^{15(1)} = 0,03;$ $Z_{13(2)}^{15(1)}_{\min} = 0,045 \text{ мм.}$	$H_1^{15(1)} = 6,066 \pm 0.015$ $Z_{13(2)}^{15(1)}_{\max} = 0,09 \text{ мм.}$
$Z_{13(1)}^{15(1)} = H_2^{10(2)} - H_1^{15(1)}$	$H_1^{15(1)}_{\min} = 6,051;$ $H_1^{15(1)}_{\max} = 6,081;$ $H_2^{10(2)} = 0,12;$ $Z_{13(1)}^{15(1)}_{\min} = 0,12 \text{ мм.}$	$H_2^{10(2)} = 6,261 \pm 0.06$ $Z_{13(2)}^{15(1)}_{\max} = 0,27 \text{ мм.}$
$Z_{13}^{10(2)} = H_1^{10(2)} - H_2^{10(2)}$	$H_2^{10(2)}_{\min} = 6,201;$ $H_2^{10(2)}_{\max} = 6,321;$ $TH_1^{10(2)} = 6,631;$ $Z_{13}^{10(2)}_{\min} = 0,3 \text{ мм.}$	$H_1^{10(2)} = 6,631 \pm 0.15$ $Z_{13}^{10(2)}_{\max} = 0,58 \text{ мм.}$
$Z_{14(2)}^{15(1)} = \Pi_2^{15(1)} - \Pi_1^{15(1)}$	$\Pi_2^{15(1)}_{\min} = 6;$ $\Pi_2^{15(1)}_{\max} = 6,012;$ $TP_1^{15(1)} = 0,03;$ $Z_{14(2)}^{15(1)}_{\min} = 0,087 \text{ мм.}$	$\Pi_1^{15(1)} = 5,925^{+0.03}$ $Z_{14(2)}^{15(1)}_{\max} = 0,09 \text{ мм.}$
$Z_{14(1)}^{15(1)} = \Pi_1^{15(1)} - \Pi_2^{10(2)}$	$\Pi_1^{15(1)}_{\min} = 5,925;$ $\Pi_1^{15(1)}_{\max} = 5,955;$ $TP_2^{10(2)} = 0,12;$ $Z_{14(1)}^{15(1)}_{\min} = 0,12 \text{ мм.}$	$\Pi_2^{10(2)} = 5,685^{+0.12}$ $Z_{14(1)}^{15(1)}_{\max} = 0,27 \text{ мм.}$
$Z_{14}^{10(2)} = \Pi_2^{10(2)} - \Pi_1^{10(2)}$	$\Pi_2^{10(2)}_{\min} = 5,685;$ $\Pi_2^{10(2)}_{\max} = 5,805;$ $TP_1^{10(2)} = 0,3;$ $Z_{14}^{10(2)}_{\min} = 0,48 \text{ мм.}$	$\Pi_1^{10(2)} = 5,325^{+0.3}$ $Z_{14}^{10(2)}_{\max} = 0,48 \text{ мм.}$
$Z_{11(2)}^{15(1)} = M_2^{15(1)} + H_2^{15(1)}$ — $M_1^{15(1)} - H_1^{15(1)}$	$M_2^{15(1)}_{\min} = 6,3;$ $M_2^{15(1)}_{\max} = 6,315;$ $TM_1^{15(1)} = 0,036;$ $Z_{11(2)}^{15(1)}_{\min} = 0,138 \text{ мм.}$	$M_1^{15(1)} = 6,132^{+0.036}$ $Z_{11(2)}^{15(1)}_{\max} = 0,138 \text{ мм.}$
$Z_{11(1)}^{15(1)} = M_1^{15(1)} + H_1^{15(1)}$ — $M_2^{10(2)} - H_2^{10(2)}$	$M_1^{15(1)}_{\min} = 6,132;$ $M_1^{15(1)}_{\max} = 6,168;$ $TM_2^{10(2)} = 0,15;$ $Z_{11(1)}^{15(1)}_{\min} = 0,12 \text{ мм.}$	$M_2^{10(2)} = 5,592^{+0.15}$ $Z_{11(1)}^{15(1)}_{\max} = 0,456 \text{ мм.}$
$Z_{11}^{10(2)} = M_2^{10(2)} + H_2^{10(2)}$ — $M_1^{10(2)} - H_1^{10(2)}$	$M_2^{10(2)}_{\min} = 5,592;$ $M_2^{10(2)}_{\max} = 5,742;$ $TM_1^{10(2)} = 0,36;$ $Z_{11}^{10(2)}_{\min} = 0,16 \text{ мм.}$	$M_1^{10(2)} = 4,492^{+0.36}$ $Z_{11}^{10(2)}_{\max} = 1,09 \text{ мм.}$

Расчёт межоперационных размеров по схеме диаметральных размеров

$$Z_{232}^{15(1)}_{\min} = \Phi_1^{15(1)} - \Phi_2^{15(1)} - 23_2^{15(1)} 21_2^{10(1)} - 23_1^{15(1)} 21_2^{10(1)}$$

Дано: $\Phi_2^{15(1)}_{\min} = 17,492$ $\Phi_2^{15(1)}_{\max} = 17,5$ $T\Phi_1^{15(1)} = 0,0145$

Минимальный припуск на обработку равен сумме шероховатости предшествующего перехода и глубины дефектного слоя поверхности

$$Z_{232}^{15(1)}_{\min} = 0,0125 + 0,02 = 0,033 \text{ мм}$$

Далее определяем увеличивающие и уменьшающие звенья

$$Z_{232}^{15(1)}_{\min} = \Phi_1^{15(1)}_{\min} - \Phi_2^{15(1)}_{\max} - 23_2^{15(1)} 21_2^{10(1)}_{\max} - 23_1^{15(1)} 21_2^{10(1)}_{\max}$$

выразим неизвестную величину $\Phi_1^{15(1)}_{\min}$

$$\Phi_1^{15(1)}_{\min} = \Phi_2^{15(1)}_{\max} + 23_2^{15(1)} 21_2^{10(1)}_{\max} + 23_1^{15(1)} 21_2^{10(1)}_{\max} + Z_{232}^{15(2)}_{\min}$$

$$\Phi_1^{15(1)}_{\min} = 17,5 + 0,006 + 0,015 + 0,033 = 17,554 \text{ мм}$$

$$\Phi_1^{15(1)}_{\max} = \Phi_1^{15(1)}_{\min} + T\Phi_1^{15(1)} = 17,554 + 0,0145 = 17,5685 \text{ мм}$$

$$Z_{232}^{15(1)}_{\max} = \Phi_1^{15(1)}_{\max} - \Phi_2^{15(1)}_{\min} - 23_2^{15(1)} 21_2^{10(1)}_{\min} - 23_1^{15(1)} 21_2^{10(1)}_{\min}$$

$$Z_{232}^{15(1)}_{\max} = 17,5685 - 17,492 + 0,006 + 0,015 = 0,1 \text{ мм}$$

Номинальный размер $\Phi_1^{15(1)} = \Phi_1^{15(1)}_{\max} - ES = 17,5685 - 0 = 17,5685$

Ответ: $\Phi_1^{15(1)} = 35,137_{-0,029}$ $Z_{232}^{15(2)}_{\max} = 0,1 \text{ мм}$.

Остальные уравнения, составленные по схеме диаметральных размеров, рассчитываются аналогично. Результаты расчёта сводим в таблицу 2.3.

Таблица 2.3 – Результаты расчёта размерных цепей по схеме диаметральных размеров

Исходное уравнение	Известные величины	Рассчитанные размеры
$Z_{231}^{15(1)} = \Phi_2^{10(2)} - \Phi_1^{15(1)} - 23_1^{15(1)} 21_2^{10(1)} - 23_2^{10(2)} 21_2^{10(1)}$	$\Phi_1^{15(1)}_{\min} = 17,554;$ $\Phi_1^{15(1)}_{\max} = 17,5685;$ $T\Phi_2^{10(2)} = 0,08;$ $23_1^{15(1)} 21_2^{10(1)} = \pm 0,015;$ $23_2^{10(2)} 21_2^{10(1)} = \pm 0,06;$ $Z_{231}^{15(1)}_{\min} = 0,07 \text{ мм}.$	$2\Phi_2^{10(2)} = 35,587_{-0,16};$ $Z_{231}^{15(1)}_{\max} = 0,314 \text{ мм}.$
$Z_{23}^{10(2)} = \Phi_1^{10(2)} - \Phi_2^{10(1)} - 23_2^{10(2)} 21_2^{10(1)} - 23_1^{10(2)} 21_2^{10(1)}$	$\Phi_2^{10(2)}_{\min} = 17,7135;$ $\Phi_2^{10(2)}_{\max} = 17,7935;$ $T\Phi_1^{10(2)} = 0,125;$ $23_2^{10(2)} 21_2^{10(1)} = +0,06;$ $23_1^{10(2)} 21_2^{10(1)} = \pm 0,1;$ $Z_{23}^{10(2)}_{\min} = 0,16 \text{ мм}.$	$2\Phi_2^{10(1)} = 36,477_{-0,25};$ $Z_{231}^{15(1)}_{\max} = 0,685 \text{ мм}.$
$Z_{212}^{15(2)} = X_2^{15(2)} - X_1^{15(2)} - 21_2^{15(2)} 16_2^{15(1)} - 21_1^{15(2)} 16_2^{15(1)}$	$X_2^{15(2)}_{\min} = 28,9905;$ $X_2^{15(2)}_{\max} = 29;$ $TX_1^{15(2)} = 0,023;$ $21_2^{15(2)} 16_2^{15(1)} = \pm 0,008;$ $21_1^{15(2)} 16_2^{15(1)} = \pm 0,02;$ $Z_{212}^{15(2)}_{\min} = 0,033 \text{ мм}.$	$2X_1^{15(2)} = 58,168_{-0,046};$ $Z_{212}^{15(2)}_{\max} = 0,121 \text{ мм}.$

Продолжение таблицы 2.3

Исходное уравнение	Известные величины	Рассчитанные размеры
$Z_{211}^{15(2)} = X_1^{15(2)} - X_2^{10(1)} -$ $21_1^{15(2)} 16_2^{15(1)} -$ $16_2^{15(1)} 21_2^{10(1)}$	$X_2^{10(1)}_{\min} = 29,061;$ $X_2^{10(1)}_{\max} = 29,084;$ $TX_2^{10(1)} = 0,095;$ $21_1^{15(2)} 16_2^{15(1)} = \pm 0,02;$ $16_2^{15(1)} 21_2^{10(1)} = \pm 0,008;$ $Z_{211}^{15(2)}_{\min} = 0,033 \text{ мм.}$	$2X_2^{10(1)} = 58,698_{-0,19};$ $Z_{211}^{15(2)}_{\max} = 0,388 \text{ мм.}$
$Z_{212}^{10(1)} = X_1^{10(1)} - X_2^{10(1)} -$ $21_2^{10(1)} 16^5 - 21_1^{10(1)} 16^5$	$X_2^{10(1)}_{\min} = 29,254;$ $X_2^{10(1)}_{\max} = 29,349;$ $TX_2^{10(1)} = 0,15;$ $21_2^{10(1)} 16^5 = \pm 0,08;$ $21_1^{10(1)} 16^5 = \pm 0,125;$ $Z_{212}^{10(1)}_{\min} = 0,16 \text{ мм.}$	$2X_1^{10(1)} = 59,728_{-0,3};$ $Z_{212}^{10(1)}_{\max} = 0,815 \text{ мм.}$
$Z_{211}^{10(1)} = X^0 - X_1^{10(1)} -$ $16^5 21_1^{10(1)} - 16^5 21^{00}$	$X_1^{10(1)}_{\min} = 29,714;$ $X_1^{10(1)}_{\max} = 29,864;$ $TX^0 = 0,3;$ $16^5 21_1^{10(1)} = \pm 0,1;$ $16^5 21^0 = \pm 0,125;$ $Z_{211}^{10(1)}_{\min} = 0,26 \text{ мм.}$	$2X^0 = 61,698_{-0,8};$ $Z_{211}^{10(1)}_{\max} = 1,56 \text{ мм.}$
$Z_{162}^{15(1)} = P_1^{15(1)} - P_2^{15(1)} -$ $16_2^{15(1)} 21_2^{10(1)} -$ $16_1^{15(1)} 21_2^{10(1)}$	$P_2^{15(1)}_{\min} = 44,965;$ $P_1^{15(1)}_{\max} = 44,982;$ $TP_1^{15(1)} = 0,0175;$ $16_1^{15(1)} 21_2^{10(1)} = \pm 0,025;$ $16_2^{15(1)} 21_2^{10(1)} = \pm 0,015;$ $Z_{162}^{15(1)}_{\min} = 0,023 \text{ мм.}$	$P_1^{15(1)} = 45,1017_{-0,018};$ $Z_{162}^{15(1)}_{\max} = 0,134 \text{ мм.}$
$Z_{161}^{15(1)} = P^{10(2)} - P_1^{15(1)} -$ $16_1^{15(1)} 21_2^{10(1)} -$ $16^{10(2)} 21_2^{10(1)}$	$P_1^{15(1)}_{\min} = 45,0417;$ $P_1^{15(1)}_{\max} = 45,0837;$ $TP^{10(2)} = 0,07;$ $16_1^{15(1)} 21_2^{10(1)} = \pm 0,025;$ $16^{10(2)} 21_2^{10(1)} = \pm 0,04;$ $Z_{161}^{15(1)}_{\min} = 0,07 \text{ мм.}$	$P^{10(2)} = 45,24_{-0,13};$ $Z_{161}^{15(1)}_{\max} = 0,12 \text{ мм.}$
$Z_{16}^{10(2)} = P^5 - P^{10(2)} -$ $16^{10(2)} 21_2^{10(1)} - 21_2^{10(1)} 16^5$	$P^{10(2)}_{\min} = 45,11;$ $P^{10(2)}_{\max} = 45,18;$ $TP^5 = 0,175;$ $21_2^{10(1)} 16^5 = \pm 0,06;$ $16^{10(2)} 21_2^{10(1)} = \pm 0,04;$ $Z_{16}^{10(2)}_{\min} = 0,16 \text{ мм.}$	$P^5 = 45,518_{-0,265};$ $Z_{16}^{10(2)}_{\max} = 0,308 \text{ мм.}$

Продолжение таблицы 2.3

Исходное уравнение	Известные величины	Рассчитанные размеры
$Z_{16}^5 = P^0 - P^5 - 16^5 21^0 - 16^0 21^0$	$P_{\min}^5 = 45,253; P_{\max}^5 = 45,408;$ $TP^0 = 0,7; 16^5 21^0 = \pm 0,15;$ $16^0 21^0 = \pm 0,25;$ $Z_{16}^5_{\min} = 0,26 \text{ мм.}$	$P^0 = 46,243 \pm 0,35$ $Z_{16}^5_{\max} = 1,05 \text{ мм.}$
$Z_{172}^{15(1)} = C_1^{15(1)} - C_2^{15(1)} - 17_2^{15(1)} 21_2^{10(1)} - 17_1^{15(1)} 21_2^{10(1)}$	$C_2^{15(1)}_{\min} = 40,989;$ $C_2^{15(1)}_{\max} = 41; TC_1^{15(1)} = 0,027;$ $17_2^{15(1)} 21_2^{10(1)} = \pm 0,008;$ $17_1^{15(1)} 21_2^{10(1)} = \pm 0,02;$ $Z_{172}^{15(1)}_{\min} = 0,033 \text{ мм.}$	$2C_1^{15(1)} = 82,186_{-0,54};$ $Z_{172}^{15(1)}_{\max} = 0,127 \text{ мм.}$
$Z_{171}^{15(1)} = C_2^{10(2)} - C_1^{15(1)} - 17_1^{15(1)} 21_2^{10(1)} - 17_2^{10(2)} 21_2^{10(1)}$	$C_1^{15(1)}_{\min} = 41,061;$ $C_1^{15(1)}_{\max} = 41,088;$ $TC_2^{10(2)} = 0,11;$ $17_2^{10(2)} 21_2^{10(1)} = \pm 0,08;$ $17_1^{15(1)} 21_2^{10(1)} = \pm 0,02;$ $Z_{171}^{15(1)}_{\min} = 0,07 \text{ мм.}$	$2C_2^{10(2)} = 82,736_{-0,22};$ $Z_{171}^{15(1)}_{\max} = 0,38 \text{ мм.}$
$Z_{17}^{10(2)} = C_1^{10(2)} - C_2^{10(2)} - 17_2^{10(2)} 21_2^{10(1)} - 17_1^{10(2)} 21_2^{10(1)}$	$C_2^{10(2)}_{\min} = 41,258;$ $C_2^{10(2)}_{\max} = 41,908;$ $TC_2^{10(2)} = 0,11;$ $17_2^{10(2)} 21_2^{10(1)} = \pm 0,08;$ $17_1^{10(2)} 21_2^{10(1)} = \pm 0,125;$ $Z_{17}^{10(2)}_{\min} = 0,16 \text{ мм.}$	$2C_1^{10(2)} = 83,816_{-0,22};$ $Z_{17}^{10(2)}_{\max} = 0,855 \text{ мм.}$
$Z_{182}^{15(1)} = Y_2^{15(1)} - Y_1^{15(1)} - 18_2^{15(1)} 21_2^{10(1)} - 18_1^{15(1)} 21_2^{10(1)}$	$Y_2^{15(1)}_{\min} = 37,5;$ $Y_2^{15(1)}_{\max} = 37,515;$ $TY_1^{15(1)} = 0,037;$ $18_2^{15(1)} 21_2^{10(1)} = \pm 0,0125;$ $18_1^{15(1)} 21_2^{10(1)} = \pm 0,03;$ $Z_{182}^{15(1)}_{\min} = 0,023 \text{ мм.}$	$2Y_1^{15(1)} = 74,795^{+0,074};$ $Z_{182}^{15(1)}_{\max} = 0,145 \text{ мм.}$
$Z_{181}^{15(1)} = Y_1^{15(1)} - Y_2^{10(2)} - 18_1^{15(1)} 21_2^{10(1)} - 18_2^{10(2)} 21_2^{10(1)}$	$Y_1^{15(1)}_{\min} = 37,397;$ $Y_1^{15(1)}_{\max} = 37,434; TY_2^{10(2)} = 0,06;$ $18_2^{10(2)} 21_2^{10(1)} = \pm 0,05;$ $18_1^{15(1)} 21_2^{10(1)} = \pm 0,03;$ $Z_{181}^{15(1)}_{\min} = 0,045 \text{ мм.}$	$2Y_2^{10(2)} = 74,425^{+0,12};$ $Z_{181}^{15(1)}_{\max} = 0,302 \text{ мм.}$
$Z_{18}^{10(2)} = Y_2^{10(2)} - Y_1^{10(2)} - 18_2^{10(2)} 21_2^{10(1)} - 18_1^{10(2)} 21_2^{10(1)}$	$Y_2^{10(2)}_{\min} = 37,212;$ $Y_2^{10(2)}_{\max} = 37,272;$ $TY_1^{10(2)} = 0,15;$ $18_2^{10(2)} 21_2^{10(1)} = \pm 0,05;$ $18_1^{10(2)} 21_2^{10(1)} = \pm 0,125;$ $Z_{18}^{10(2)}_{\min} = 0,125 \text{ мм.}$	$2Y_1^{10(2)} = 73,525^{+0,3};$ $Z_{18}^{10(2)}_{\max} = 0,685 \text{ мм.}$

Продолжение таблицы 2.3

Исходное уравнение	Известные величины	Расчитанные размеры
$Z_{242}^{15(2)} = Я_2^{15(2)} - Я_1^{15(2)} -$ $24_2^{15(2)} 16_2^{15(1)} -$ $24_1^{15(2)} 16_2^{15(1)}$	$Я_2^{15(2)}_{min} = 24;$ $Я_2^{15(2)}_{max} = 24,008;$ $ТЯ_1^{15(2)} = 0,031;$ $24_2^{15(2)} 16_2^{15(1)} = \pm 0,01;$ $24_1^{15(2)} 16_2^{15(1)} = \pm 0,025;$ $Z_{242}^{15(2)}_{min} = 0,023 \text{ мм.}$	$2Я_1^{15(2)} = 47,822^{+0,062};$ $Z_{242}^{20(2)}_{max} = 0,13 \text{ мм.}$
$Z_{241}^{15(2)} = Я_1^{15(2)} - Я_2^{10(1)} -$ $24_1^{15(2)} 16_2^{15(1)} -$ $16_2^{15(1)} 21_2^{10(1)} -$ $21_2^{10(1)} 16^5 - 24_2^{10(1)} 16^5$	$Я_1^{15(2)}_{min} = 23,911;$ $Я_1^{15(2)}_{max} = 23,942;$ $ТЯ_2^{10(1)} = 0,05;$ $24_2^{10(1)} 16^5 = \pm 0,06;$ $24_1^{15(2)} 16_2^{15(1)} = \pm 0,025;$ $16_2^{15(1)} 21_2^{10(1)} = \pm 0,008;$ $21_2^{10(1)} 16^5 = \pm 0,08;$ $Z_{241}^{15(2)}_{min} = 0,045 \text{ мм.}$	$2Я_2^{10(1)} = 47,562^{+0,1};$ $Z_{241}^{15(2)}_{max} = 0,296$ мм.
$Z_{24}^{10(1)} = Я_2^{10(2)} - Я_1^{10(1)} -$ $24_2^{10(1)} 16^5 - 24_1^{10(1)} 16^5$	$Я_2^{10(1)}_{min} = 23,731;$ $Я_2^{10(1)}_{max} = 23,781; ТЯ_1^{10(1)} = 0,125;$ $24_2^{10(1)} 16^5 = \pm 0,06;$ $24_1^{10(1)} 16^5 = \pm 0,1;$ $Z_{24}^{10(1)}_{min} = 0,125 \text{ мм.}$	$2Я_1^{10(1)} = 46,642^{+0,25};$ $Z_{24}^{10(2)}_{max} = 0,62 \text{ мм.}$
$Z_{252}^{15(2)} = Ю_2^{15(2)} -$ $Ю_1^{15(2)} - 25_2^{15(2)} 16_2^{15(1)} -$ $25_1^{15(2)} 16_2^{15(1)}$	$Ю_2^{15(2)}_{min} = 13,75;$ $Ю_2^{15(2)}_{max} = 13,7605;$ $ТЮ_1^{15(2)} = 0,026;$ $25_2^{15(2)} 16_2^{15(1)} = \pm 0,008;$ $25_1^{15(2)} 16_2^{15(1)} = \pm 0,02;$ $Z_{252}^{15(2)}_{min} = 0,023 \text{ мм.}$	$2Ю_1^{15(2)} = 27,346^{+0,052};$ $Z_{252}^{15(2)}_{max} = 0,115$ мм.
$Z_{251}^{15(2)} = Ю_1^{15(2)} -$ $Ю_2^{10(1)} - 25_1^{15(2)} 16_2^{15(1)} -$ $16_2^{15(1)} 21_2^{10(1)} -$ $21_2^{10(1)} 16^5 - 25_2^{10(1)} 16^5$	$Ю_1^{15(2)}_{min} = 13,673;$ $Ю_1^{15(2)}_{max} = 13,699;$ $ТЮ_1^{15(2)} = 0,042;$ $25_2^{10(1)} 16^5 = \pm 0,03;$ $25_1^{15(2)} 16_2^{15(1)} = \pm 0,02;$ $16_2^{15(1)} 21_2^{10(1)} = \pm 0,008;$ $21_2^{10(1)} 16^5 = \pm 0,08;$ $Z_{251}^{15(2)}_{min} = 0,045 \text{ мм.}$	$2Ю_2^{10(1)} = 27,072^{+0,084};$ $Z_{251}^{15(2)}_{max} = 0,213$ мм.
$Z_{25}^{10(1)} = Ю_2^{10(2)} - Ю_1^{10(2)} -$ $25_2^{10(1)} 16^5 - 25_1^{10(1)} 16^5$	$Ю_2^{10(1)}_{min} = 13,536;$ $Ю_2^{10(1)}_{max} = 13,578;$ $ТЮ_1^{10(2)} = 0,105;$ $25_2^{10(1)} 16^5 = \pm 0,03; 25_1^{10(1)} 16^5$ $= \pm 0,08;$ $Z_{25}^{10(1)}_{min} = 0,125 \text{ мм.}$	$2Ю_1^{10(1)} = 26,392^{+0,21};$ $Z_{25}^{10(2)}_{max} = 0,492 \text{ мм.}$

Продолжение таблицы 2.3

Исходное уравнение	Известные величины	Рассчитанные размеры
$Z_{282}^{15(1)} = \Pi_2^{15(1)} - \Pi_1^{15(1)} -$ $28_2^{15(1)} 21_2^{10(1)} -$ $28_1^{15(1)} 21_2^{10(1)}$	$\Pi_2^{15(1)}_{\min} = 7; \quad \Pi_2^{20(1)}_{\max} = 7,009;$ $T\Pi_1^{15(1)} = 0,0215;$ $28_2^{15(1)} 21_2^{10(1)} = \pm 0,006;$ $28_1^{15(1)} 21_2^{10(1)} = \pm 0,015;$ $Z_{282}^{15(1)}_{\min} = 0,023 \text{ мм}$	$2\Pi_1^{15(1)} = 13,869^{+0,043};$ $Z_{282}^{15(1)}_{\max} = 0,095 \text{ мм.}$
$Z_{281}^{15(1)} = \Pi_1^{15(1)} - \Pi_1^{15(1)} -$ $28_1^{15(1)} 21_2^{10(1)} -$ $28_2^{10(2)} 21_2^{10(1)}$	$\Pi_1^{15(1)}_{\min} = 6,934;$ $\Pi_1^{15(1)}_{\max} = 6,956;$ $T\Pi_2^{10(2)} = 0,035;$ $28_2^{10(2)} 21_2^{10(1)} = \pm 0,025;$ $28_1^{15(1)} 21_2^{10(1)} = \pm 0,015;$ $Z_{281}^{15(1)}_{\min} = 0,045 \text{ мм}$	$2\Pi_2^{10(2)} = 13,629^{+0,07};$ $Z_{281}^{15(1)}_{\max} = 0,181 \text{ мм.}$
$Z_{28}^{10(2)} = \Pi_2^{10(2)} - \Pi_1^{10(2)} -$ $28_2^{10(2)} 21_2^{10(1)} -$ $28_1^{10(2)} 21_2^{10(1)}$	$\Pi_2^{10(2)}_{\min} = 6,8145;$ $\Pi_2^{10(2)}_{\max} = 6,8495;$ $T\Pi_1^{10(2)} = 0,09;$ $28_2^{10(2)} 21_2^{10(1)} = \pm 0,025;$ $28_1^{10(2)} 21_2^{10(1)} = \pm 0,06;$ $Z_{28}^{10(2)}_{\min} = 0,125 \text{ мм}$	$2\Pi_1^{10(2)} = 13,029^{-0,18};$ $Z_{28}^{10(2)}_{\max} = 0,42 \text{ мм.}$
$Z_{292}^{15(1)} = \Pi_2^{15(1)} -$ $\Pi_1^{15(1)} - 29_2^{15(1)} 21_2^{10(1)} -$ $29_1^{15(1)} 21_2^{10(1)}$	$\Pi_2^{15(1)}_{\min} = 5;$ $\Pi_2^{15(1)}_{\max} = 5,0045;$ $T\Pi_1^{15(1)} = 0,018;$ $29_2^{15(1)} 21_2^{10(1)} = \pm 0,005;$ $29_1^{15(1)} 21_2^{10(1)} = \pm 0,0125;$ $Z_{292}^{15(1)}_{\min} = 0,023 \text{ мм.}$	$2\Pi_1^{15(1)} = 9,882^{+0,036};$ $Z_{292}^{15(1)}_{\max} = 0,08 \text{ мм.}$
$Z_{291}^{15(1)} = \Pi_1^{15(1)} -$ $\Pi_2^{10(2)} - 29_1^{15(1)} 21_2^{10(1)} -$ $29_2^{10(2)} 21_2^{10(1)}$	$\Pi_1^{15(1)}_{\min} = 4,941;$ $\Pi_1^{15(1)}_{\max} = 4,9595;$ $T\Pi_2^{10(2)} = 0,029;$ $29_2^{10(2)} 21_2^{10(1)} = \pm 0,02;$ $29_1^{15(1)} 21_2^{10(1)} = \pm 0,0125;$ $Z_{291}^{15(1)}_{\min} = 0,045 \text{ мм.}$	$2\Pi_2^{10(2)} = 9,67^{+0,058};$ $Z_{291}^{15(1)}_{\max} = 0,187$ мм.
$Z_{30}^{20(3)} = L^{20(3)} - L^{20(2)} -$ $30^{20(3)} 31^0 - 30^{20(2)} 31^0$	$L^{20(3)}_{\min} = 1,5; \quad L^{20(3)}_{\max} = 1,525;$ $T L^{20(2)} = 0,02;$ $30^{20(3)} 31^0 = \pm 0,01;$ $30^{20(2)} 31^0 = \pm 0,015;$ $Z_{30}^{20(3)}_{\min} = 0,045 \text{ мм.}$	$2L^{20(2)} = 2,82^{+0,04};$ $Z_{30}^{20(3)}_{\max} = 0,115 \text{ мм.}$
$Z_{30}^{20(2)} = L^{20(2)} - L^{20(1)} -$ $30^{20(2)} 31^0 - 30^{20(1)} 31^0$	$L^{20(2)}_{\min} = 1,41; \quad L^{20(2)}_{\max} = 1,43;$ $T L^{20(1)} = 0,05;$ $30^{20(1)} 31^0 = \pm 0,04;$ $30^{20(2)} 31^0 = \pm 0,015;$ $Z_{30}^{20(2)}_{\min} = 0,12 \text{ мм.}$	$2L^{20(1)} = 2,4^{+0,1};$ $Z_{30}^{20(2)}_{\max} = 0,43 \text{ мм.}$

Изм.	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

151900.2016.124.000 ПЗ

Лист

34

По результатам размерного анализа представлена заготовка в соответствии с рисунком 2.7 с наименьшими размерами и припусками под обработку.

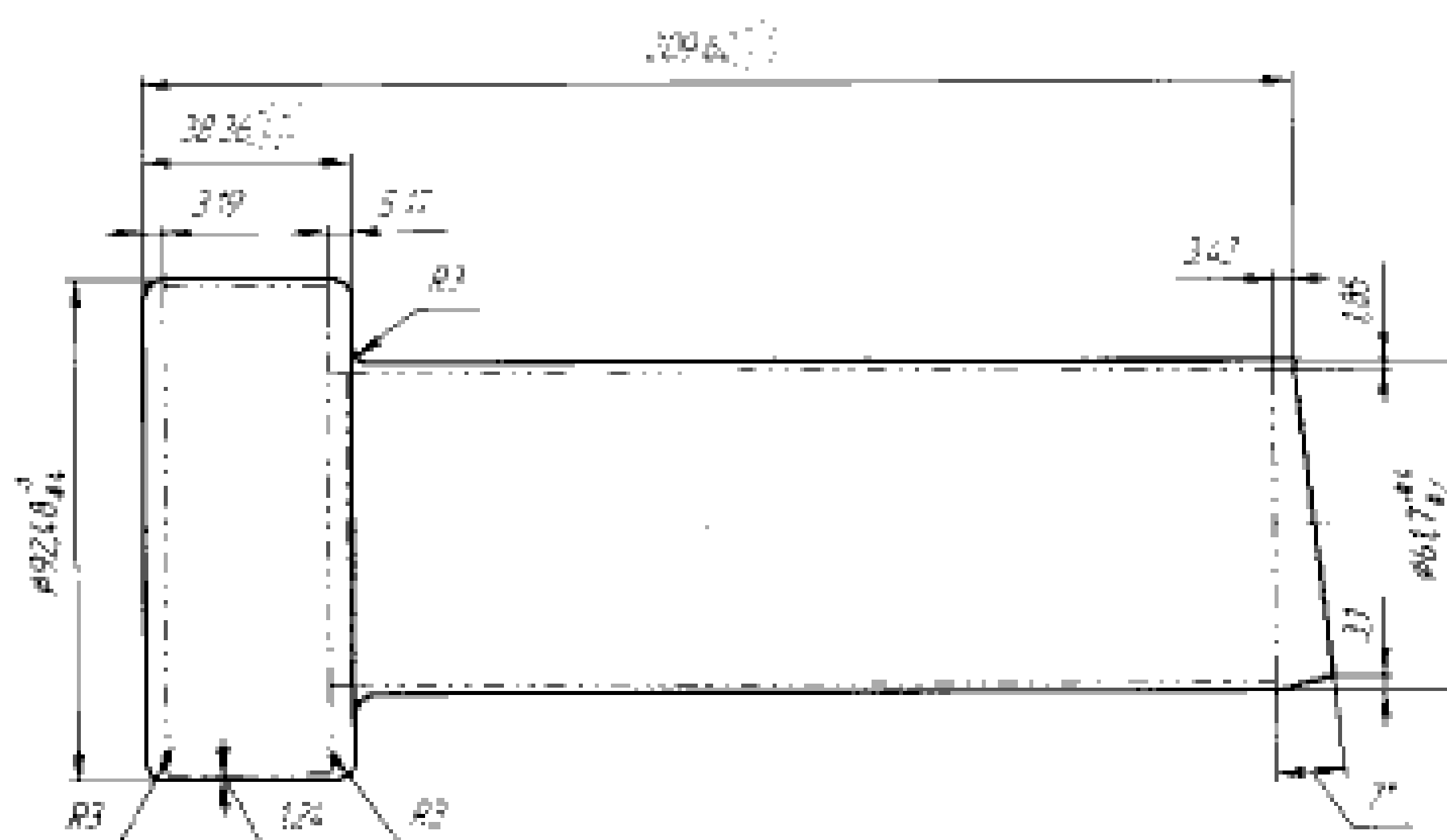


Рисунок 2.7 – Эскиз заготовки

2.4 Расчет режимов резания и нормирование технологического процесса

Расчет режимов резания выполняется на операцию 020, схема которой показана в соответствии с рисунком 2.8.

Исходные данные:

Станок 2Н125; мощность станка – 1,7 кВт; материал заготовки – алюминиевый сплав В95 ГОСТ 380-88.

Производится сверление отверстий $\varnothing 2,4$ мм.

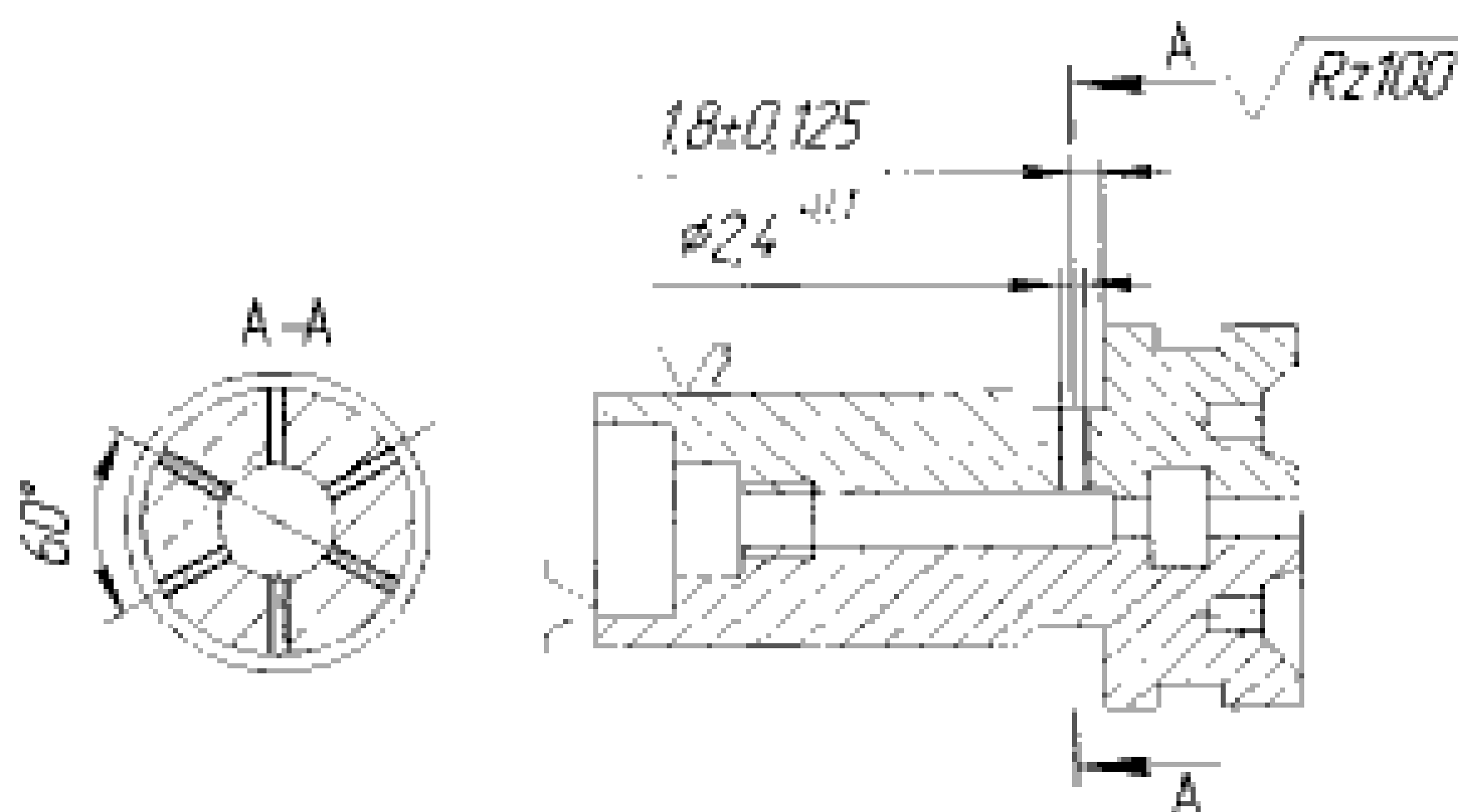


Рисунок 2.8 – Схема обработки для операции 020

									Лист
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата	151900.2016.124.000 ПЗ				35

Рекомендуемая подача при сверлении отверстия Ø2,4 [2] $S=0,05$ мм/об, уточняем по паспорту станка и принимаем ближайшую $S=0,1$ мм/об.

Глубина резания при сверлении $t=0,5D$, $t=1,2$ мм [2].

Скорость резания определяем по формуле

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v, \text{ м/мин,}$$

где C_v – коэффициент скорости резания, $C_v=36,3$;

D – диаметр отверстия, $D=2,4$ мм;

q, m, x, y – постоянные коэффициенты;

T – период стойкости, $T=20$;

t – глубина резания, $t=1,2$ мм;

S – подача, $S=0,1$ мм/об;

Значения постоянных $q=0,25$, $y=0,55$ $m=0,125$ $x=0$ принимаем из [2].

K_v – поправочный коэффициент на скорость резания состоящий из ряда коэффициентов

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{iv} \cdot K_{lv},$$

где K_{mv} – коэффициент качества обрабатываемого материала, $K_{mv}=1$;

K_{iv} – коэффициент на инструментальный материал, $K_{iv}=1$;

K_{lv} – коэффициент учитывает влияние глубины обрабатываемого отверстия, принимается по [2], $K_{lv}=1$.

Определяем скорость резания

$$V = \frac{36,3 \cdot 2,4^{0,25}}{20^{0,125} \cdot 1,2^0 \cdot 0,1^{0,55}} \cdot 1 = 116,5 \text{ м/мин}$$

$$n = \frac{1000}{\pi \cdot D} \cdot V, \text{ об/мин,}$$

$$n = \frac{1000 \cdot 116,5}{3,14 \cdot 2,4} = 12360 \text{ об/мин}$$

По паспорту станка принимаем число оборотов $n=710$ об/мин и определяем фактическую скорость резания;

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

$$V_{\phi} = \frac{3,14 \cdot 2,4 \cdot 710}{1000} = 5,35 \text{ м/мин}$$

Определяем крутящий момент при сверлении по формуле [2]

$$M = 10 C_m \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p, \text{ Н·м,}$$

						Лист
						36
Изм.	Лист	№ Докум	Подп.	Дата	151900.2016.124.000 ПЗ	

где C_m – постоянный коэффициент, $C_m = 0,005$;

$K_p = K_{mp}$ – коэффициент, учитывает механические свойства обрабатываемого материала, $K_{mp} = 1,5$

Значения постоянных $q=2$, $y=0,8$ принимаем из [2].

С учётом принятых значений определяем крутящий момент

$$M = 10 \cdot 0,005 \cdot 2,4^2 \cdot 0,1^{0,8} \cdot 1,5 = 0,107 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

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

где значения постоянных $q=1$, $y=0,7$ принимаем из [2].

$$P_v = 10 \cdot 9,8 \cdot 2,4^1 \cdot 0,1^{0,7} \cdot 1,5 = 8,8 \text{ кг}$$

Мощность, затрачиваемая на резание:

$$N = \frac{M \cdot n}{975}, \text{ кВт,}$$

$$N = \frac{0,107 \cdot 710}{975} = 0,0077 \text{ кВт}$$

Результаты расчетов режимов резания сводим в таблицу 2.4

Таблица 2.4 – Режимы резания

Операция	Д, мм	L, мм	ц, мм	i	S, мм/об	n, об/мин	V, м/сек	N, кВт	Pz, Н
005 Токарная Ø90	92,486	36,2	0,725	1	0,5	600	149	0,39	160,4
Правый торец 203	92,486	46,2 4	1,41	1	0,5	600	149	0,73	300
Правый торец 2 проход 203	91,036	45,5	1,61	1	0,5	600	133	0,72	330
010 Токарная с ЧПУ 1шт. Ø58	61,7	171, 96	0,98	1	0,5	600	165	0,58	216
Ø58 2 проход	59,73	171,22	0,515	1	0,5	600	159,4	0,33	113,5

Продолжение таблицы 2.4

Операция	Д, мм	L, мм	ц, мм	i	S, мм/об	n, об/мин	V, м/сек	N, кВт	Pz, Н
Ø 48	46,64	9,42	3,14	3	0,5	600	90,6	1,05	694
Ø48	47,562	9,94	0,46	1	0,5	600	89,7	0,3	102
Ø27,5	26,39	4,46	0,746	1	0,5	600	49,7	0,113	139
Ø27,5 2 проход	27,072	4,85	0,34	1	0,5	600	51	0,06	75,4
Ø 24,9	24,9	181	12,45	1	0,15	500	84,7	0,324	507
Торец разм. 173	93,486	15,75	0,26	1	0,5	600	149	0,14	157
торец разм. 173	91,036	15,65	1,16	1	0,5	600	133	0,59	257
Торец левый разм 203	61,7	30,85	1,59	1	0,5	600	165	0,96	320
Торец 2 проход разм 203	59,73	29,55	0,74	1	0,5	600	159,4	0,86	160
разм 10	47,56	9,94	0,42	1	0,5	600	89,7	0,015	9,88
разм 5	27,072	1,09	0,39	1	0,5	600	51,5	0,076	92
010 Токарная с ЧПУ 2шп. Ø90	91,036	35,4	0,28	1	0,5	600	133	0,133	61,5
сверле- ние Ø 9	9	23	4,5	1	0,15	1000	49	0,085	183
Ø10	9,067	23	0,335	1	0,5	600	18,2	0,024	78,9
канавка Ø14	13,029	4,49	1,5	1	0,5	600	24,5	0,14	367
Канавка 2 про- ход Ø14	13,63	15,6	0,3	1	0,5	600	24,8	0,023	74
Торец правый разм 203	90,48	35,2 4	0,355	1	0,5	600	122	0,17	85

Продолжение таблицы 2.4

Операция	Д, мм	L, мм	t, мм	i	S, мм/об	n, об/мин	V, м/сек	N, кВт	Pz, Н
Торец 2 проход разм 203	90,203	35,1	0,211	1	0,5	600	117	0,105	55
015 1 шп. Ø90	90,48	30,3 7	0,138	1	0,5	600	122	0,06	30,5
Ø90	90,2	30	0,1	1	0,5	600	117	0,043	22,5
канавка Ø82	82,616	7,3	3,7	1	0,2	600	155,7	0,4	290
канавка Ø82	82	8	0,308	1	0,5	600	156	0,024	77
канавка Ø75/Ø35	74,42	19,5	5,68	1	0,2	600	30	0,56	350
канавка Ø75/Ø35 2 проход	75	27	0,32	1	0,5	600	30,3	0,025	75
Ø10	9,88	23	0,106	1	0,5	600	18,61	0,0075	25
Ø10	10	23	0,06	1	0,5	600	18,84	14,2	0,004
Ø14	13,87	6,13	0,2	1	0,5	600	25	0,2	48
Ø14	14	6,3	0,065	1	0,5	600	25,3	0,008	22
Ø8	8	7	4	1	0,15	1000	25,2	0,08	160
015 2 шп. Ø58	58,7	172, 38	0,265	1	0,5	600	156,7	0,15	59
Ø58 2 проход	58,168	172,8	0,084	1	0,5	600	155	0,05	18,6
Ø27,5	27,346	4,97	0,137	1	0,5	600	51,5	0,026	30,6
Ø27,5 2 проход	27,5	5	0,077	1	0,5	600	51,8	0,015	18,1
Ø48	47,822	9,92	0,13	1	0,5	600	90	0,05	29
Ø48 2 проход	48	10	0,089	1	0,5	600	90,4	0,03	20
Канавка Ø57	58	0,5	3,5	1	0,04	125	22,3	0,044	87
Резьба M27	27	38	1,2	6	2	75	6,4	0,3	144
Торец лев. разм 203	59,73	6,55	0,59	1	0,5	600	130	0,34	130

Лист

151900.2016.124.000 ПЗ

39

Изм. Лист № Докум. Подп. Дата

Продолжение таблицы 2.4

Операция	Д, мм	L, мм	t, мм	i	S, мм/об	n, об/мин	V, м/сек	N, кВт	Pz, Н
Торец 2 проход разм 203	59,73	5,57	0,17	1	0,5	600	156,7	0,096	37,5
Разм 10	47,822	9,92	0,02	1	0,5	600	90	0,001	5
Разм 10	48	10	0,08	1	0,5	600	90,2	0,005	8
Разм 5	27,34	1,22	0,12	1	0,5	600	51,5	0,022	26,5
Разм 5	27,5	1,3	0,03	1	0,5	600	51,8	0,0056	6,64
020 Сверл. 1 пер.	2,4	22,3	1,2	6	0,1	710	5,35	0,0077	89
025 Сверл.	2,8	20,3	0,2	6	0,1	500	4,4	0,003	42
020 Сверл. 1 пер.	3	20,3	0,1	6	0,1	500	4,4	0,0013	19

Нормирование операций производим по справочнику [3].

Рассмотрим операцию 020 сверлильную.

Основное (машинное) время сверления определяется расчетным путем

$$T_o = \frac{L + l_1 + l_2 + l_3}{n \cdot S}, \text{ мин.}$$

где L – длина отверстия, L=14,3 мм;

l_1 – величина подвода, мм;

l_2 – величина врезания инструмента, мм;

l_3 – величина перебега инструмента, мм;

n – число оборотов инструмента, n=710 об/мин;

S – подача инструмента, S = 0,1 мм/ об.

Определяем по справочнику [3] $l_1 = 2$ мм, $l_2 = 4$ мм, $l_3 = 2$ мм

С учётом принятых величин определяем основное время:

$$T_o = \frac{14,3 + 2 + 4 + 2}{710 \cdot 0,25} = 0,214 \text{ мин}$$

Штучное время на операцию определяется по формуле

$$T_{шт} = T_o + T_{ис} + T_{обс} + T_{орг} + T_{отд}, \text{ мин.}$$

где T_o – основное (технологическое) время, $T_o=0,214$ мин;

					151900.2016.124.000 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		40

$T_{вс}$ – вспомогательное время;
 $T_{обс}$ – время технического обслуживания;
 $T_{орг}$ – время организационного обслуживания;
 $T_{отд}$ – время перерыва;
 Вспомогательное время представляет сумму

$$T_{вс} = T_{уст} + T_{пер} + T_{изм}, \text{ мин.},$$

где $T_{уст}$ – время на установку и снятие детали;
 $T_{пер}$ – время, связанное с переходом;
 $T_{изм}$ – время на контрольные измерения
 Сумма $T_0 + T_{всн}$ есть $T_{оп}$ – оперативное время

Вспомогательное время на установку и снятие детали определяем по [3] $T_{уст} = 1,5$ мин.

Вспомогательное время связанное с переходом определяем по карте [3] $пер = 0,05$ мин, а также сюда входит время на смазывание инструмента $0,1$ мин, так как применяем восьмишпindelную головку $0,8$ мин, включить вращение шпинделя кнопкой $0,015$ мин, время на выводы сверла для удаления стружки, по [3] $0,05$ мин. Окончательно суммируя получаем $T_{пер} = 0,86$ мин.

Вспомогательное время связанное с измерением определяем [3], при измерении пробкой и шаблоном, $T_{изм} = 0,12 + 0,06 = 0,18$ мин.

Получаем по [3] вспомогательное время

$$T_{всн} = 1,5 + 0,86 + 0,18 = 2,54 \text{ мин.}$$

$$T_{оп} = T_0 + T_{вс} = 0,214 + 2,54 = 2,75 \text{ мин}$$

Вспомогательное время на обслуживание рабочего места определяем по [3] в процентах от оперативного, $2,5\%$, получаем $0,053$ мин.

Время на отдых и личные надобности определяется в процентах от оперативного по [3] $T_{пер} = 5\%$, получаем $0,106$ мин.

По формуле [3] определяем штучное время

$$T_{шт} = 2,75 + 0,053 + 0,106 = 2,91 \text{ мин}$$

Подготовительно – заключительное время на наладку станка, инструмента определяем по [3], $T_{пз} = 10$ мин. Также в подготовительно-заключительное время войдет время на установку и снятие многошпindelной головки по нормативу 20 мин, получаем $T_{пз} = 30$ мин.

Остальные расчеты сводим в таблицу 2.5

Таблица 2.5 – Нормирование операций в минутах

№ операции	T_0	$T_{в}$	$T_{шт}$	$T_{пз}$
005	0,5	0,65	1,25	20
010	4,61	2,5	7,92	20

Продолжение таблицы 2.5

№ операции	T_n	T_n	$T_{шт}$	$T_{п.з}$
015	4,2	0,64	5,32	20
020	3	1,8	5,1	20
025	5,21	2,5	8,2	20
030	2,4	0,5	3,1	7

Вывод по разделу два

В данном разделе для разработанного технологического процесса изготовления детали «Шток» был проведен размерный анализ и получены межоперационные размеры и размеры заготовки с минимальными припусками под обработку.

Выполнен расчёт режимов резания. Результаты расчётов для всех обрабатываемых поверхностей сведены в таблицу. Произведено нормирование технологических операций.

					151900.2016.124.000 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		42

3 КОНСТРУКТОРСКИЙ РАЗДЕЛ

3.1 Проектирование сверлильного приспособления

3.1.1 Разработка теоретической схемы базирования

Для обеспечения требований к взаимному расположению базовых и обрабатываемых поверхностей предлагаю, в соответствии с рисунком 3.1, в качестве направляющей базовой поверхности детали использовать наружную цилиндрическую поверхность $\varnothing 58$ – 2 опорные точки, установочную базу торец – 3 опорные точки, и использовать в качестве зажимного элемента центрирующее приспособление.

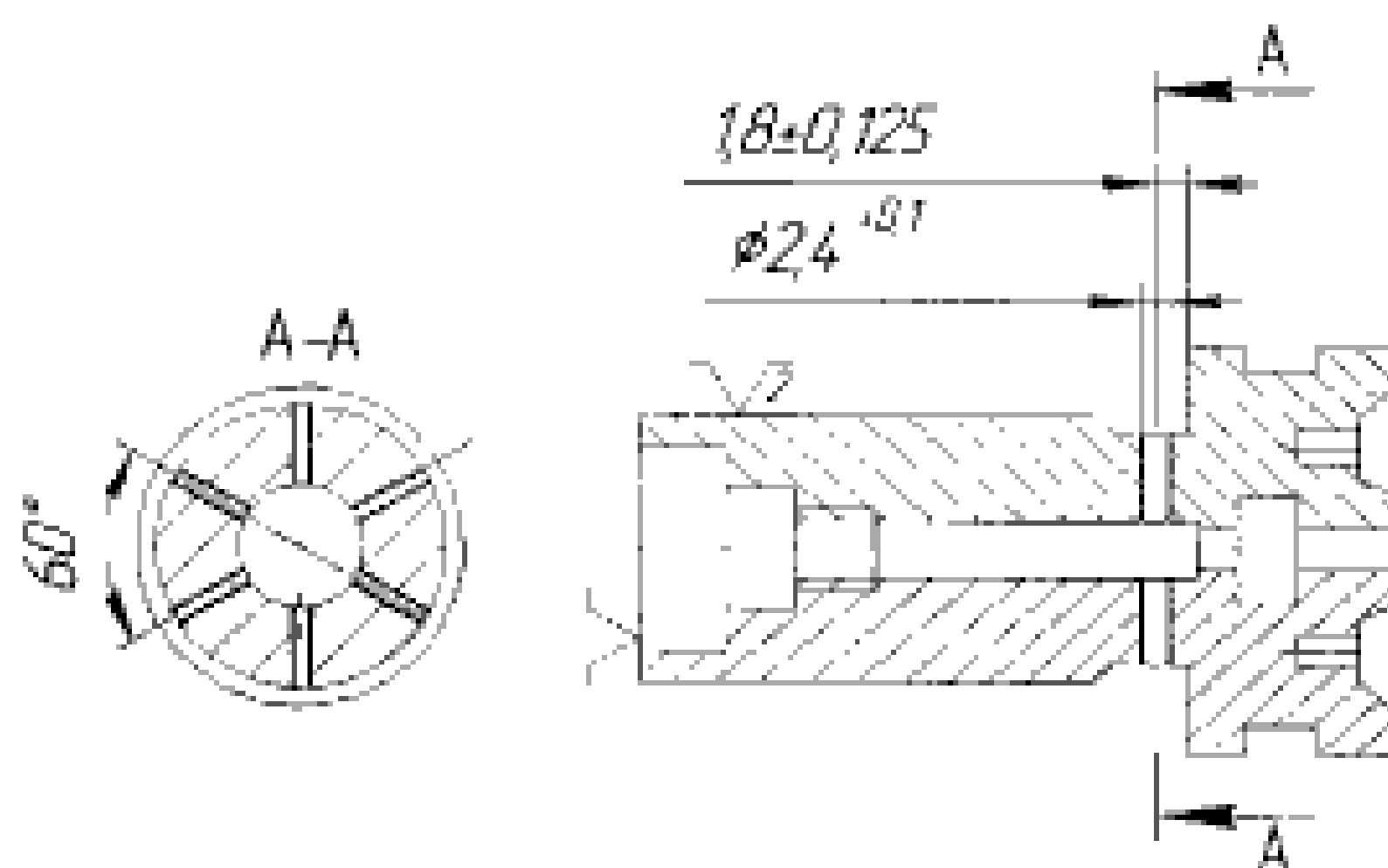


Рисунок 3.1 – Теоретическая схема базирования

Конструкторскую базу - торец совмещаем с установочной базой приспособления, тогда погрешность базирования равна нулю.

На основании схемы базирования разрабатываем схему приспособления.

3.1.2 Проектирование схемы приспособления

Оправка поз.1, с гидропластом поз.2, в соответствии с рисунком 3.2, прикрепляется к корпусу поз.4. Корпус поз.4 вращается в отверстии стойки поз.5. Зажимной элемент принимаю пневмоцилиндр. Поршень поз.6 от давления воздуха приводит в движение шток поз.3, который нажимает на гидропластмассу. Создается гидростатическое давление и гидропластмасса равномерно давит на стенки втулки поз.7, которая центрирует и зажимает деталь.

Пневмопривод вращающийся, так как зажимное устройство поворачивающееся.

Применение пневмопривода даст большие преимущества:

1) значительное сокращение времени на зажим и разжим (в 5 раз) вследствие быстроты пневмопривода (1 сек);

									Лист
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата	151900.2016.124.000 ПЗ				43

2) постоянство силы зажима заготовки в приспособлении;

3) простота управления зажимными устройствами.

Для подвода сжатого воздуха к вращающемуся приводу применяем вращающуюся муфту

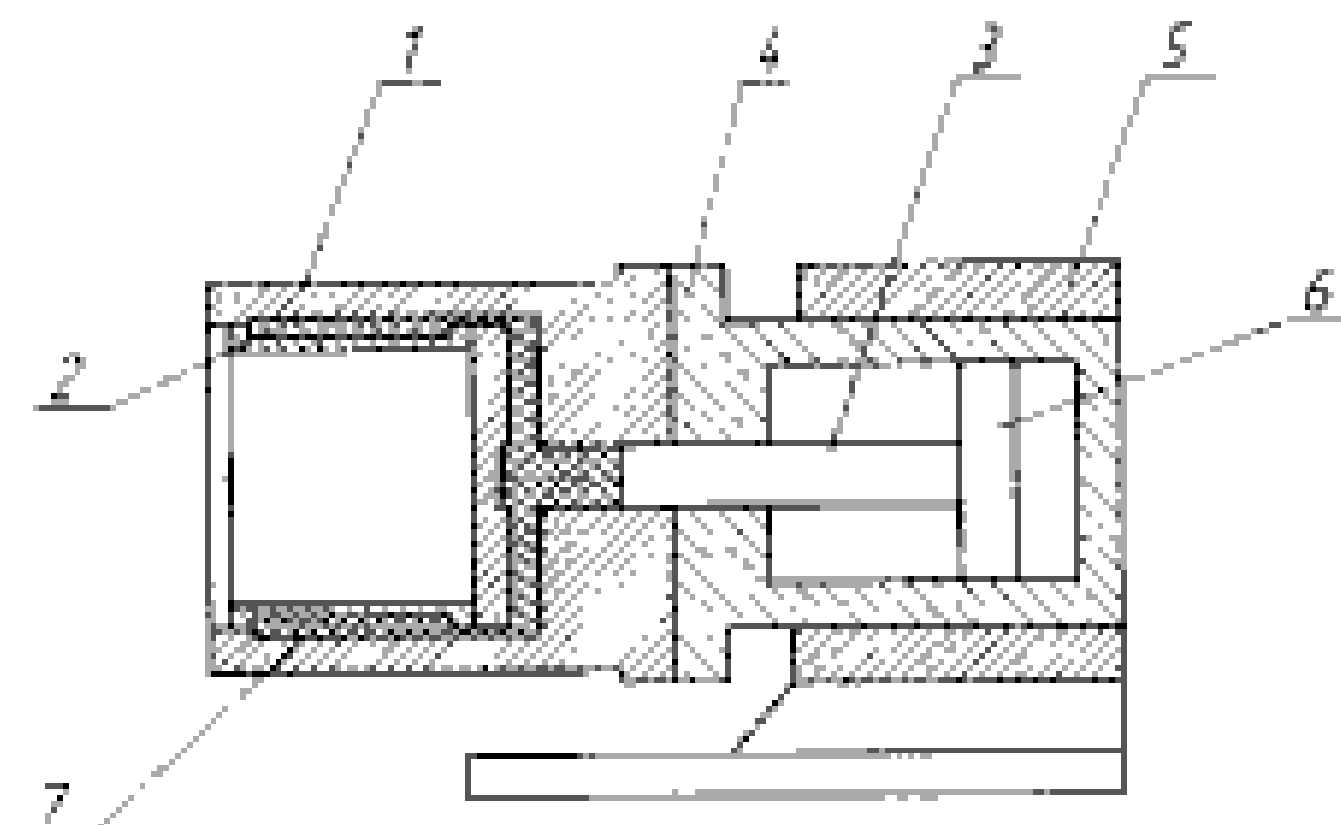


Рисунок 3.2 – Схема приспособления

3.1.3 Расчет элементов приспособления

Расчёт тонкостенной втулки производим по методике [4].

Диаметр втулки принимается равным диаметру базовой поверхности $D=58$ мм.

1) толщина h тонкостенной втулки определяем по формуле

$$h = 0,025 \cdot D, \text{ мм,}$$

$$h = 0,025 \cdot 58 = 1,45 \text{ мм.}$$

2) максимальный радиальный зазор S_{\max} между установочной поверхностью втулки и базовой поверхностью заготовки когда она не зажата

$$S_{\max} = D_{\max} - D_{\min},$$

где D_{\max} – максимальный диаметр втулки, $D_{\max} = 58,03$ мм;

D_{\min} – минимальный диаметр базы заготовки, $D_{\min} = 57,981$ мм.

$$S_{\max} = 58,03 - 57,981 = 0,049 \text{ мм}$$

3) допустимая деформация тонкостенной втулки (увеличение диаметра) в её средней части

$$\Delta D_d = 0,03 \cdot D, \text{ мм,}$$

$$\Delta D_d = 0,03 \cdot 58 = 1,74 \text{ мм.}$$

						Лист
					151900.2016.124.000 ПЗ	
Изм.	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		44

4) натяг при зажиме заготовки

$$d = D \Delta D - S_{\max}, \text{ мм},$$

$$d = 1,74 \cdot 0,049 = 1,69 \text{ мм}.$$

При $D \Delta D > S_{\max}$ втулка центрирует и зажимает заготовку

5) Гидростатическое давление

$$P = \frac{2 \cdot \Delta D \cdot E \cdot h}{D^2}, \text{ Мн/м}^2.$$

где E – предел упругости, $E = 2,1 \cdot 10^6$, Мн/м²

$$P = \frac{2 \cdot 1,74 \cdot 2,1 \cdot 10^6 \cdot 1,45}{58^2} = 31,5 \text{ Мн/м}^2.$$

б) диаметр плунжера для передачи внешней силы давления на гидропласт-массу

$$d = 1,5 \cdot \sqrt{D}, \text{ мм},$$

$$d = 1,5 \cdot \sqrt{58} = 11,42 \text{ мм}$$

Принимаем диаметр плунжера 20мм. Материал плунжера сталь 45 с термообработкой до HRC45.

7) требуемая сила на штоке привода

$$Q = \frac{P \cdot d^2}{4} \cdot P, \text{ Н},$$

где P – гидростатическое давление, $P=31,5$ МПа;

d – диаметр плунжера, $d=20$ мм.

$$Q = \frac{3,14 \cdot 20^2}{4} \cdot 31,5 \approx 990 \text{ Н}$$

8) определяем диаметр пневмоцилиндра

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{3,14 \cdot p \cdot \eta}}, \text{ мм},$$

где η – КПД привода, $\eta = 0,85$;

									Лист
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата	151900.2016.124.000 ПЗ				45

p – давление воздуха в сети, $p=0,4$ МПа.

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 990}{3,14 \cdot 0,4 \cdot 0,85}} = 61 \text{ мм}$$

9) высота рабочей полости под гидропластмассу минимальная

$$H = 2 \cdot \sqrt[3]{D}, \text{ мм,}$$

$$H = 2 \cdot \sqrt[3]{58} \approx 7,8 \text{ мм}$$

10) длина посадочного пояса втулки

$$T = 2,5 \cdot \sqrt[3]{D}, \text{ мм,}$$

$$T = 2,5 \cdot \sqrt[3]{58} \approx 10 \text{ мм}$$

Чтобы деталь во время обработки не провернулась на втулке максимальный момент от силы трения на поверхности втулки и детали должен быть больше момента резания $M_{\text{max}} \geq M_{\text{рез}}$

$$M_{\text{max}} = 5 \cdot 10^2 \cdot \left(\frac{2 \cdot h}{D}\right) \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot h}{D}} \cdot d \cdot D^2, \text{ Н} \cdot \text{м,}$$

$$M_{\text{max}} = 5 \cdot 10^2 \cdot \left(\frac{2 \cdot 1,45}{58}\right) \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot 1,45}{58}} \cdot 1,69 \cdot 58^2 = 31,8 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$M_{\text{рез}} = 0,107 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$31,8 > 0,107$$

Сопряжение втулки с корпусом выполняют по посадке с натягом по точному качеству.

Материал тонкостенной втулки – сталь У7А с термообработкой до HRC₂ 36.

По [4] принимаем из нормализованного ряда пневмоцилиндр диаметром 63 мм с параметрами: диаметр штока 18 мм; статическая сила на штоке $Q_m \approx 1000$ Н

Точность центрирования гидропластовых приспособлений в зависимости от точности базовой поверхности от 0,004 до 0,008 мм и точнее.

									Лист
Изм.	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата	151900.2016.124.000 ИЗ				46

3.1.4 Компоновка приспособления

Для сверления отверстий $\varnothing 2,4$ мм на цилиндрической поверхности детали «Шток» необходимо обеспечить, чтобы оси отверстий находились под углом 60° друг к другу, и были перпендикулярны оси детали. В соответствии с разработанной схемой операции выбираем сверлильное приспособление с зажимным и центрирующим элементом – гидропластовым патроном. На рисунке 3.3 показано данное приспособление.

Обрабатываемая деталь устанавливается и базируется наружной поверхностью во втулку гидропластового патрона с упором в торец. Центрирование и зажим детали осуществляется посредством разжимной тонкостенной втулки, в которой выполнена полость наполненная гидропластмассой – рабочей средой. При поступлении сжатого воздуха во вращающуюся муфту поз.10 и далее в полость пневмоцилиндра, приходит в движение поршень поз.20 от штока, и плунжер поз.11, вдавливается гидропластмасса поз.31, которая равномерно давит на стенки втулки зажимая и центрируя деталь.

Шток направляется втулкой поз.7. Уплотнение поз.8, не допускает утечку давления воздуха из полости пневмоцилиндра, закрепляется при помощи шайбы поз.9. После обработки отверстия сверлом корпус поз. 5 поворачивают на 60 градусов. Поворотный корпус поз.5 смонтирован на игольчатом подшипнике поз.30. Для стопорения поворотного корпуса поз.5 предусмотрен фиксатор, рабочим элементом которого является стержень поз.18 с конической частью, и ручкой поз.21. Для поворота корпуса поз. 5 необходимо потянуть за ручку поз. 21 преодолев усилие пружины поз.17, и повернуть корпус. В корпусе поз.5 вмонтированы расположенные через 60 градусов втулки поз.14, с помощью которых осуществляется фиксация корпуса стержнем поз.18. Стержень поз.18 направляется втулками поз.19. Камера пневмоцилиндра закрывается крышкой поз.22 закрепляемой винтами поз.27 и уплотняется прокладкой поз.23. Корпус поз.5 удерживается в стойке поз.40 двумя гайками поз.16, упирающимися через фрикционную шайбу поз.15.

Открепление детали осуществляется при снятии давящего воздействия плунжера поз.11 при помощи пружины поз.12 установленной на штоке, опирающейся на чашку поз.13. Гидропластовый патрон поз.6 крепится к корпусу поз.5 посредством винтов поз.26. В патроне поз.6 установлена тонкостенная втулка поз.24, а также впрессованы радиально расположенные шесть кондукторных втулок поз.22. Гидропласт в горячем виде заливается через отверстие закрываемое винтами поз.28. Ручки поз.21 скрепляются со стержнями поз.18 штифтами поз.29.

3.2 Проектирование сверла - зенковки

Для обработки отверстий $\varnothing 8$ проектируем сверло – зенковку
Расчёт тонкостенной втулки производим по методике [5].

1) определяем осевую составляющую силу резания

									Лист
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата	151900.2016.124.000 ПЗ				47

Изм. №	Исполн.	Провер.	Дата	Взам. инж. №

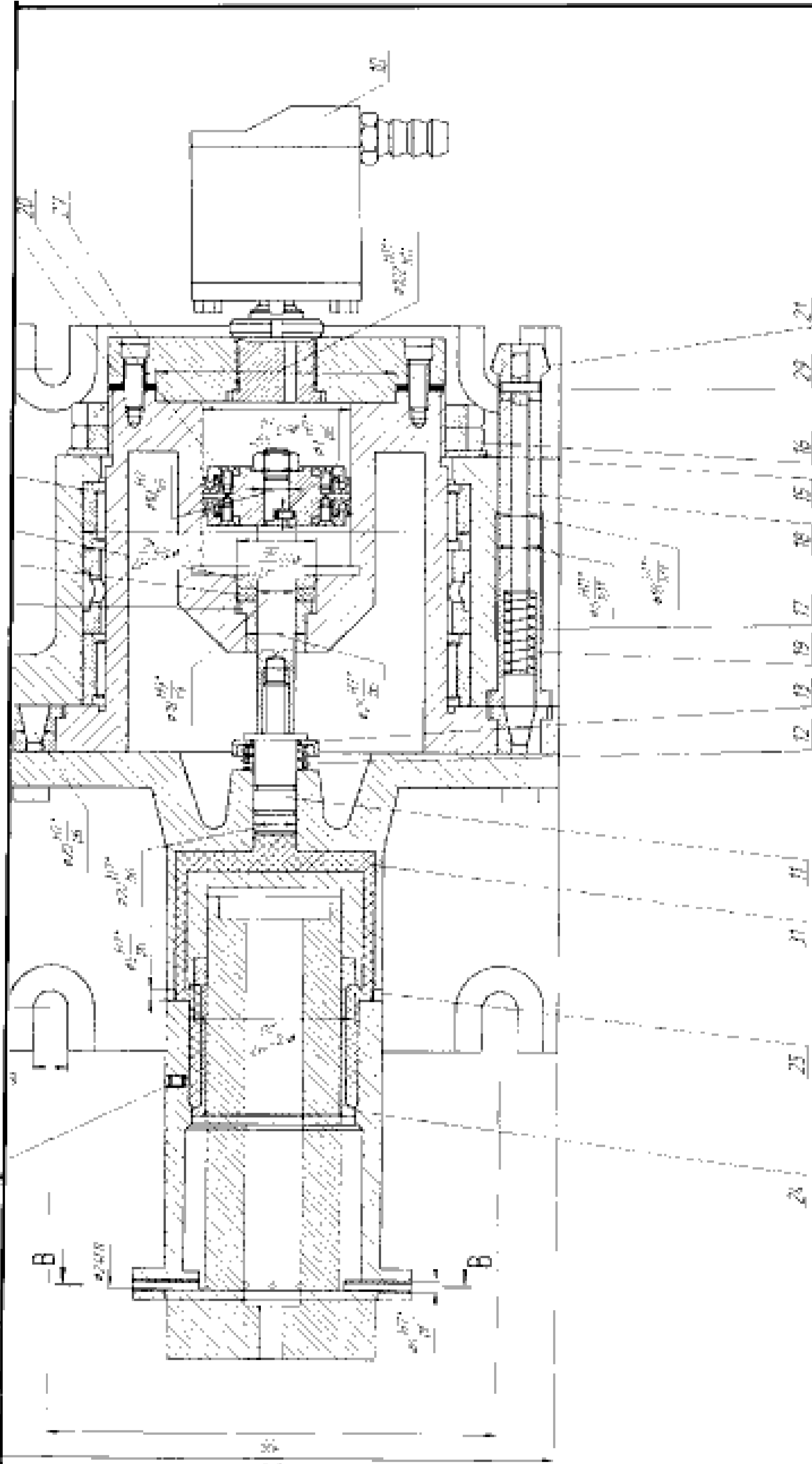


Рисунок 3.3 - Приспособление сверлильное для обработки шести отверстий

Изм. №	Исполн.	Провер.	Дата	Взам. инж. №

$$P_x = 9,81 \cdot C_p \cdot D^{0,7} \cdot S_0^{0,7} \cdot K_{sp} = 9,81 \cdot 9,8 \cdot 8 \cdot 0,2^{0,7} \cdot 1 = 249 \text{ Н}$$

2) определяем крутящий момент

$$M_{cp} = 9,81 \cdot C_m \cdot D^{0,7} \cdot S_0^{0,7} \cdot K_m = 9,81 \cdot 0,005 \cdot 8^7 \cdot 0,2^{0,7} \cdot 1 = 866 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

3) определяем номер конуса Морзе хвостовика.

Осевую составляющую силы резания P_x можно разложить на 2 силы: Q – действующая нормально к образующей конуса:

$$Q = P_x / \sin \theta,$$

где θ – угол конусности хвостовика и силу R – действующую в радиальном направлении и уравновешивающую реакцию на противоположной точке поверхности конуса. Сила Q создает касательную составляющую T силы резания, с учетом коэффициента трения поверхности конуса о стенки втулки μ .

$$T = \mu Q = \frac{\mu \cdot P_x}{\sin \theta}$$

Момент трения между хвостовиком и втулкой

$$M_{тр} = \frac{\mu K P_x \cdot (D_1 + D_2)}{4 \cdot \sin \theta} \cdot (1 - 0,04 \cdot \mu \cdot \theta)$$

Приравниваем момент трения к максимальному моменту сил сопротивления резанию, т.е. к моменту, создающемуся при работе затупившимся сверлом, который увеличивается до 3 раз по сравнению с моментом, принятым для нормальной работы сверла.

$$3 \cdot M_{тр} = \frac{\mu \cdot P_x \cdot (D_1 + D_2)}{4 \cdot \sin \theta} \cdot (1 - 0,04 \cdot \mu \cdot \theta)$$

4) средний диаметр конуса хвостовика

$$d_{cp} = \frac{(D_1 + d_2)}{2}$$

$$d_{cp} = \frac{(6 \cdot M_{cp} \cdot \sin \theta)}{\mu K P_x} \cdot (1 - 0,04 \cdot \mu \cdot \theta)$$

$$d_{cp} = \frac{(6 \cdot 86,6 \cdot \sin 1^\circ 30')}{0,096 \cdot 24,9 \cdot (1 - 0,2)} = 7,113$$

Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата

По ГОСТ [5] выбираем больший ближайший конус, т.е. конус Морзе №0 с лапкой со следующими конструктивными основными размерами: $D_1 = 9,2$ мм; $d_2 = 6,1$ мм; $l_4 = 59,5$ мм; $b = 3,9$ мм; конусность $1:19,212 = 0,05205$

5) Определяем длину сверла

Общая длина L будет состоять из длины хвостовика, которую мы берем по [6]. Шейки, которую возьмем по [7], $L = 79$; $l_0 = 37$;

$$d_1 = D_1 - 1,0 = 9,2 - 1,0 = 8,2 \approx 8$$

Центровые отверстия выполняются по форме В ГОСТ 14034 -74.

6) Определяем геометрические и конструктивные параметры рабочей части сверла. Находим форму заточки ДП (двойная с подточкой перемычки). Угол наклона винтовой канавки $\varphi = 30^\circ$; углы между режущими кромками: $2\varphi = 118^\circ$; $2\varphi_0 = 70^\circ$. Задний угол $\alpha = 12^\circ$. Угол наклона поперечной кромки $\varphi = 55^\circ$. Размеры подтачиваемой части перемычки: $A = 2,5$ мм; $l = 5$ мм. Шаг винтовой канавки:

$$H = \frac{(\pi \cdot OD)}{\operatorname{tg} \varphi} = \frac{(3,14 \cdot 8)}{\operatorname{tg} 30^\circ} = 43,5 \text{ мм}$$

7) Толщину d_c сердцевины сверла выбирают в зависимости от диаметра сверла: для $\phi 10,2$ – толщина сердцевины у переднего конца сверла равной $0,19 D$.

Тогда
$$d_{c1} = 0,19 \cdot D = 0,19 \cdot 8 = 1,52 \text{ мм}$$

Для $\phi 18$ – толщина сердцевины у переднего конца сверла будет равна:

$$d_{c2} = 0,19 \cdot D = 0,19 \cdot 18 = 3,42 \text{ мм}$$

Поэтому утолщение сердцевины по направлению к хвостовику должно составлять $1,4$ мм на 100 мм длины рабочей части сверла.

8) Ширину ленточки f_0 и высоту затылка по спинке выбираем в соответствии с диаметром D сверла по [5] $f_0 = 0,7$ мм; $K = 0,2$ мм.

9) Ширина пера $B = 0,58 \cdot D = 0,58 \cdot 8 = 4,64$ мм.

10) Геометрические элементы профиля фрезы для фрезерования канавки сверла определяют графическим или аналитическим методом.

11) Большой радиус профиля

$$R_0 = C_R \cdot C_f \cdot C_\theta \cdot D, \text{ мм}$$

					151900.2016.124.000 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Датв		50

$$C_R = \frac{0,026 \cdot 2\varphi \cdot \sqrt[3]{2\varphi}}{\varpi} = 0,493$$

$$C_r = \left[\frac{0,14D}{d_c} \right]^{0,044} = 1$$

$$C_\phi = \left(\frac{13 \cdot \sqrt{D}}{D_\phi} \right)^{0,9} = 1$$

$$R_\rho = 0,493 \cdot 8 = 3,944 \text{ мм}$$

12) Меньший радиус профиля $R_k = C_k \cdot D$

где $C_k = 0,15 \cdot \varpi^{0,75} = 0,191$

$$R_k = 0,191 \cdot 8 = 1,528 \text{ мм}$$

13) Ширина профиля $B = R_k + R_\rho = 3,944 + 1,528 = 5,472 \text{ мм}$

14) По найденным размерам строим профиль канавочной фрезы, изображённой в соответствии с рисунком 3.4 Устанавливаем основные требования и допуски на размеры сверла по [8]. Предельные отклонения диаметров сверла:

$$D_1 = 8h13_{(-0,22)}$$

$$D_2 = 18h14_{(-0,052)}$$

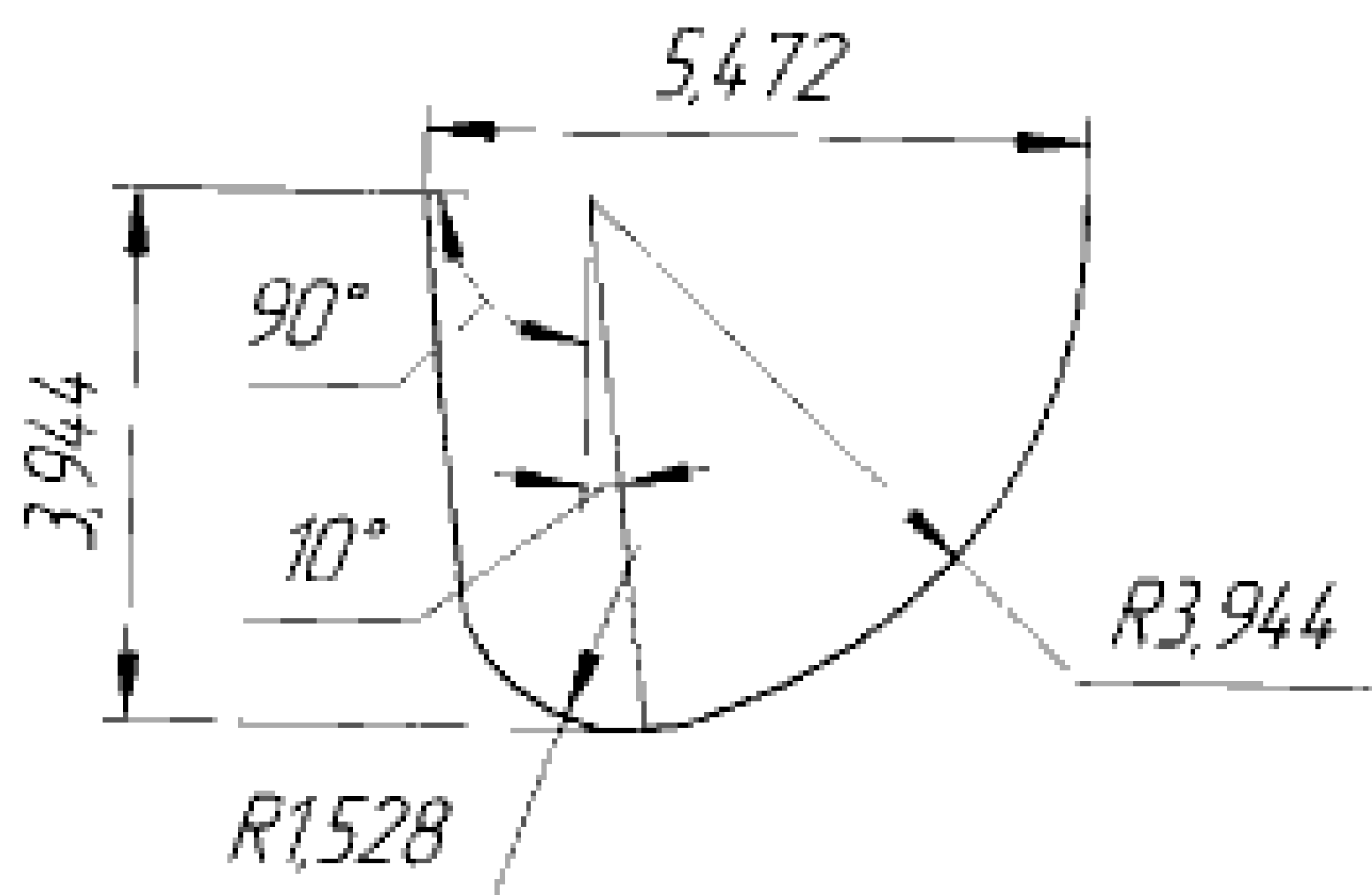


Рисунок 3.4 – Профиль канавочной фрезы

					151900.2016.124.000 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		51

15) Предельные отклонения размеров конуса хвостовика устанавливают по [5]. (степень точности АТ8). Радиальное биение рабочей части сверла относительно оси хвостовика не должно превышать 0,15мм. Углы $2\varphi = 118^\circ \pm 2^\circ$; $2\varphi = 70^\circ \pm 5^\circ$. Угол наклона винтовой канавки $\omega = 30-2^\circ$. Предельные отклонения размеров подточки перемычки режущей части сверла +0,5мм. Твердость рабочей части сверла 60...65 HRC, у лапки хвостовика сверла 38...42 HRC. На основании полученных данных строим сверло – зенковку, изображённую в соответствии с рисунком 3.5.

3.3 Проектирование контрольного приспособления для замера торцового биения

3.3.1 Разработка схемы замера

Измеряемая деталь 1, в соответствии с рисунком 3,6, устанавливается и центрируется по поверхности, которая указана в качестве базы и обозначения допуска. В осевом направлении деталь 1 фиксируется упором в торец. Принимаем метод измерения с базированием вертикально измеряемой детали в патроне, имеющем прецизионное вращение.

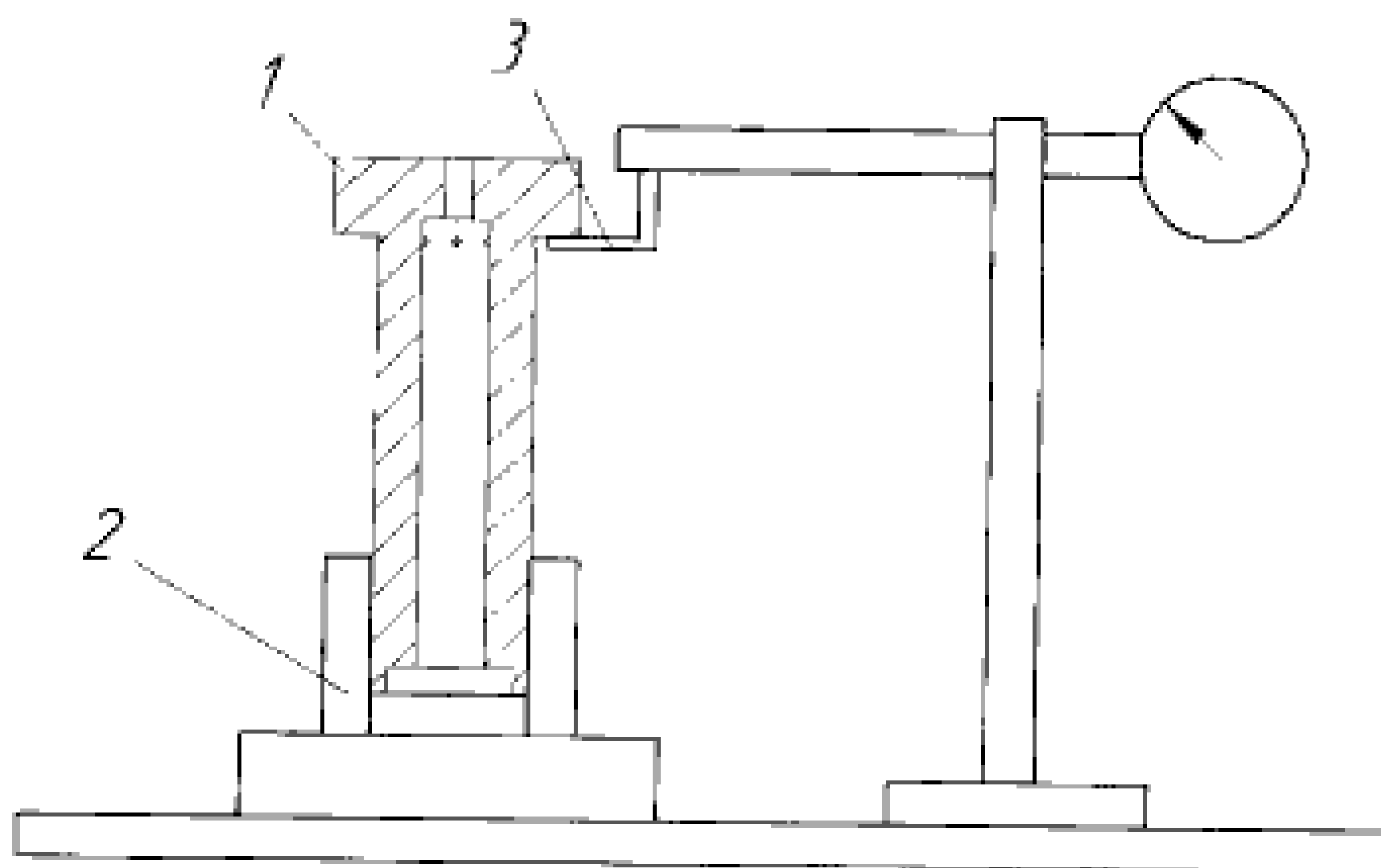


Рисунок 3.6 – Схема измерения

На схеме измерения: 1 – контролируемая деталь;
 2 – патрон;
 3 – щуп измерительной головки индикаторного типа.

					151900.2016.124.000 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум	Подп.	Дата		52

3.3.2 Разработка схемы приспособления

По принятой схеме базирования разрабатываем схему приспособления изображённую в соответствии с рисунком 3.7, обеспечивающую параметры обработки.

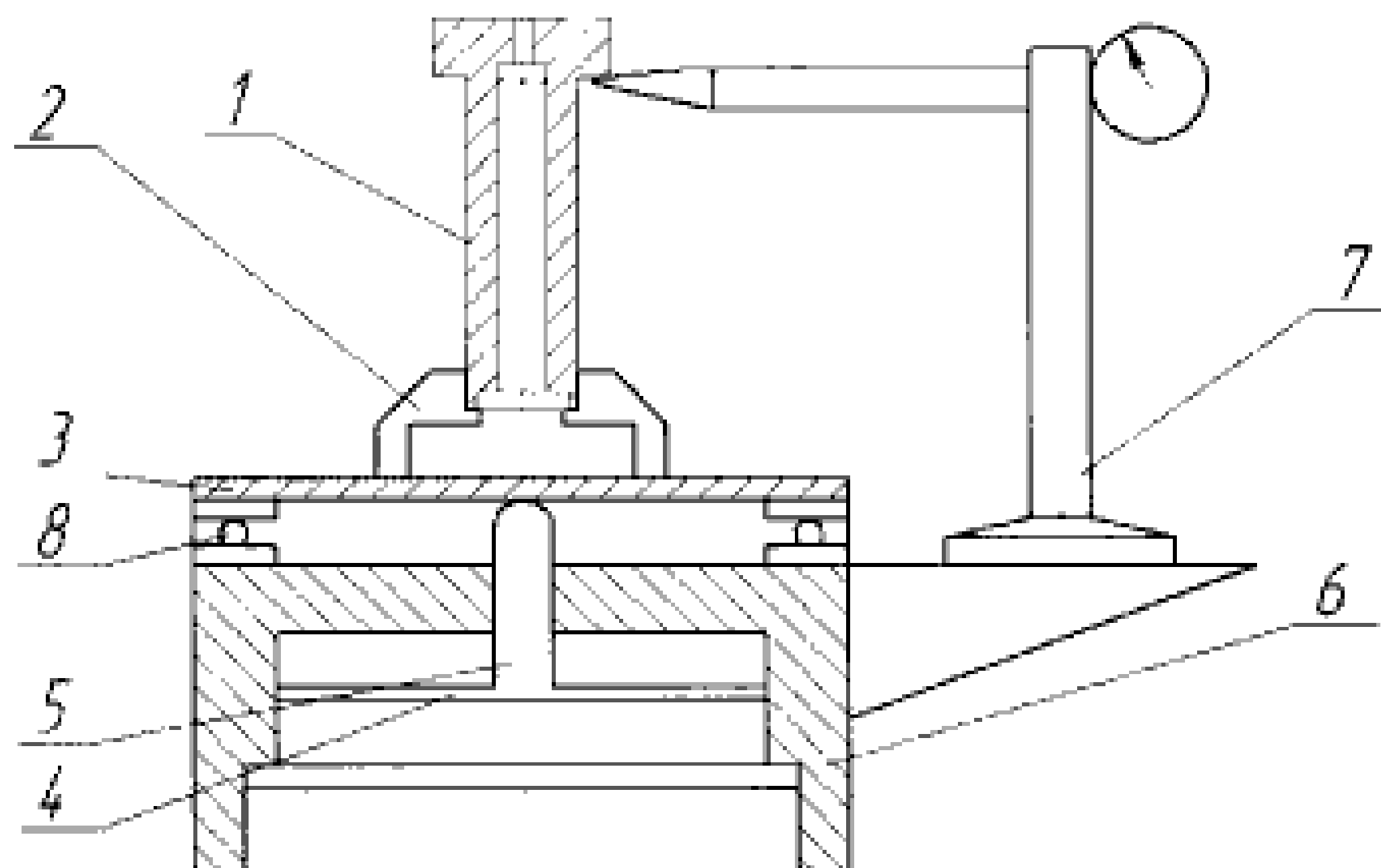


Рисунок 3.7 – Схема приспособления

В качестве зажимного элемента принимаем рекомендуемый центрирующий и зажимной элемент – рожковую мембрану. Мембранные приспособления обеспечивают высокую точность центрирования в связи с чем распространены в контрольных приспособлениях.

Рожковая мембрана представляет собой металлический диск 3 с выполненными заодно с диском рожками 2. Зажим детали 1 осуществляется за счет упругой деформации мембраны. Прогиб диска 3 создается посредством силы Q , передаваемой от встроенного силового привода – пневмокамеры 4 через шток 5. Усилие воспринимается и осуществляется вращение посредством подшипника 8. Пневмокамера крепится к корпусу приспособления 6.

Измерительное устройство представляет собой штатив 7 установленный на корпусе 6 приспособления. Тип измерительного прибора – индикатор часового типа ИЧ10 с диапазоном измерения 0-10 мкм, допускаемой погрешностью 0,02 мкм, ценой деления 0,01 мкм. Измерительное усилие 150 сН.

3.3.3 Расчет элементов приспособления

Радиусом наружной поверхности мембраны задаются (конструктивно). Принимаем $r = 125$ мм.

								Лист
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата	151900.2016.124.000 ПЗ			54

Принимаем из нормализованного ряда по [2] рабочие параметры пневмокамеры, ориентируясь на небольшую силу на штоке, принимаем пневмокамеру с усилием на штоке $Q=1000$ Н, с размерами: $D=125$ мм; диаметр штока $d=20$ мм; давление воздуха в сети $P=0,4$ МПа.

Диаметр опорной шайбы

$$d = 0,7 \cdot B \text{ мм,}$$

$$d = 0,7 \cdot 125 = 87,5 \text{ мм}$$

3.3.4 Компоновка приспособления

На рисунке 3.8 показано контрольное приспособление с рожковой мембраной для контроля торцового биения.

Обрабатываемая деталь устанавливается и базируется центральным отверстием на буртик рожков мембраны поз.9. Мембрана поз.9 закреплена винтами поз.26 на шпинделе поз.4. Шпиндель поз.4 вращается во втулке поз.8, установленной в корпусе поз.1. Шпиндель опирается на подшипник поз.3, закрываемый кожухом поз.10, закрепленным винтами поз.25, а снизу запирается контргайкой поз.18 через подшипник поз.19 и кольцо поз.17. Пневмокамера одностороннего действия состоит из 2-х крышек поз.12 и поз.13 монтируемых к корпусу поз.1 винтами поз.24. В крышке поз.12 есть отверстие в котором направляется и передвигается шток поз.2 пневмокамеры.

В крышку поз.12 установлена втулка поз.14 с уплотняющим кольцом поз.15. На шток поз.2 установлена гайка поз.16 при помощи которой происходит упругое деформирование мембраны поз.9. При поступлении воздуха в штоковую полость пневмокамеры, шток поз.2 деформирует мембрану поз.9, от чего рожки расходятся от центра. Затем устанавливается деталь на буртики рожков и отключается рабочее давление воздуха, рожки за счет сил упругости зажимают и центрируют деталь.

Для подключения шлангов сжатого воздуха в корпус поз.1 вмонтирован штуцер поз.21 с уплотнением поз.20. Технологическое отверстие в корпусе закрывает заглушка поз.22. На корпусе поз.1 смонтирована индикторная стойка с измерительной головкой. Вращая шпиндель поз.4 за ручки поз.11 производим измерение торцового биения за оборот фиксируя пределы перемещения стрелки.

3.3.5 Расчет приспособления на точность

Погрешность измерения поверхности вращения определяется из следующих составляющих:

1) погрешность изготовления мембраны.

Допуск при изготовлении должен быть ограничен величиной $\Delta_1 = 0,015$ мм.

2) погрешность, вызываемая вариациями в показаниях индикатора, величина которых составляет $\Delta_2 = 0,0015$ мм.

3) погрешность биения направляющей приспособления $0,004 \dots 0,007$ мм, принимаем $0,004$ мм

					151900.2016.124.000 ПЗ	Лист
						55
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		

4) предельная суммарная погрешность измерения биения торца детали относительно базового диаметра

$$\Sigma_{\text{св}} = \sqrt{\Delta_1^2 + \Delta_2^2 + \Delta_3^2} \text{ мм,}$$

$$\Sigma_{\text{св}} = \sqrt{0,015^2 + 0,0015^2 + 0,004^2} = 0,0157 \text{ мм.}$$

Зная величину предельно допустимого замера детали, можно определить величину относительной погрешности:

$$\Delta_{\text{отн}} = \frac{0,0157}{0,05} = 0,3 = 30\%.$$

Выводы по разделу три

В разделе разработано центрирующая конструкция приспособления с пневмоприводом и рожковой мембраной для сверления отверстий. Для этого определена теоретическая схема базирования, разработана схема приспособления и выполнен силовой расчёт приспособления.

Для обработки отверстий разработано сверло-зенковка

Для контроля торцового биения разработано специальное центрирующее приспособление с гидропластом. Для это определена схема измерения, разработана схема приспособления, выполнен расчёт приспособления на точность.

						Лист
					151900.2016.124.000 ПЗ	
Изм.	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		57

4. СТРОИТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ

4.1 Выбор и определение количества оборудования

Предлагается спроектировать поточную линию. Работа линии будет осуществляться в две смены. Исходные данные и расчёт количества необходимого оборудования приведены в таблицах 4.1 и 4.2.

Таблица 4.1 – Исходные данные

Номер операции	Наименование операции	Модель станка	Нормы времени				Разряд рабочих
			T_n	T_s	$T_{ш}$	$T_{п.з}$	
005	Токарная	16K20	3,0	1,8	5,1	20	3
010	Токарная с ЧПУ	MAZAK	4,61	2,5	7,92	19	4
			4,2	0,64	5,32	19	
015	Сверлильная	2Н125	8,21	4,3	13,3	31	3
020	Слесарная	верстак	2,4	0,5	3,1	7	2

Определение типа производства

Тип производства – среднесерийное.

Программа выпуска деталей $N_{год} = 4000$ шт/год

Годовой приведённый выпуск деталей $N_{пр} = 80000$ шт.

Таблица 4.2 – Количество необходимого оборудования

Номер операции	Модель станка	$N_{пр}$ шт.	F_d ч	$T_{шк}$ мин	$S_{расч}$ шт.	$S_{оп}$ шт.	K_1
005	16K20	80000	4015	5,5	1,83	2	0,92
010	MAZAK			4,99	0,99	1	0,99
				4,58	0,85	1	0,85
020	2Н125			13,9	4,62	5	0,92
040	верстак			3,24	0,26	1	0,264
Итого:				32,21	8,55	10	0,88

На разрабатываемом участке принятое число станков равно 9 штук, график загрузки представлен в соответствии с рисунком 4.1.

4.2 Определение необходимого состава работающих и их численности

4.2.1 Многостаночное обслуживание

Многостаночное обслуживание применяется на станках с достаточно высоким уровнем автоматизации. Наилучшие возможности имеются при наличии нескольк

							Лист
							58
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата	151900.2016.124.000 ПЗ		

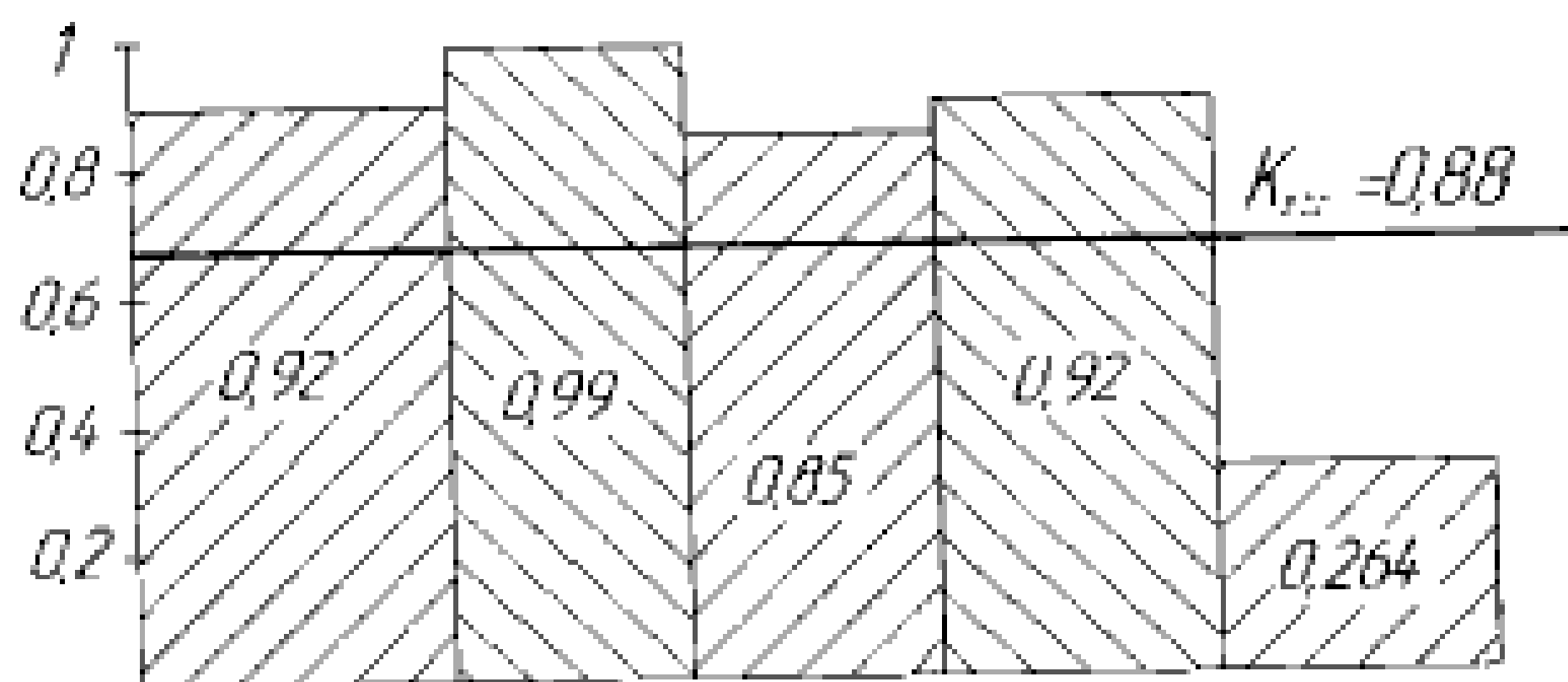


Рисунок 4.1 – График загрузки оборудования

ких одинаковых станков, выполняющих одну и ту же операцию, т.е. станков-дублеров.

При выполнении операций, включающих два и более переходов, выполняемых на универсальных станках с ручным управлением, для определения возможности многостаночного обслуживания необходимо построить циклограмму многостаночного обслуживания. В соответствии с рисунком 4.2 приведена циклограмма многостаночного обслуживания для 010 операции.

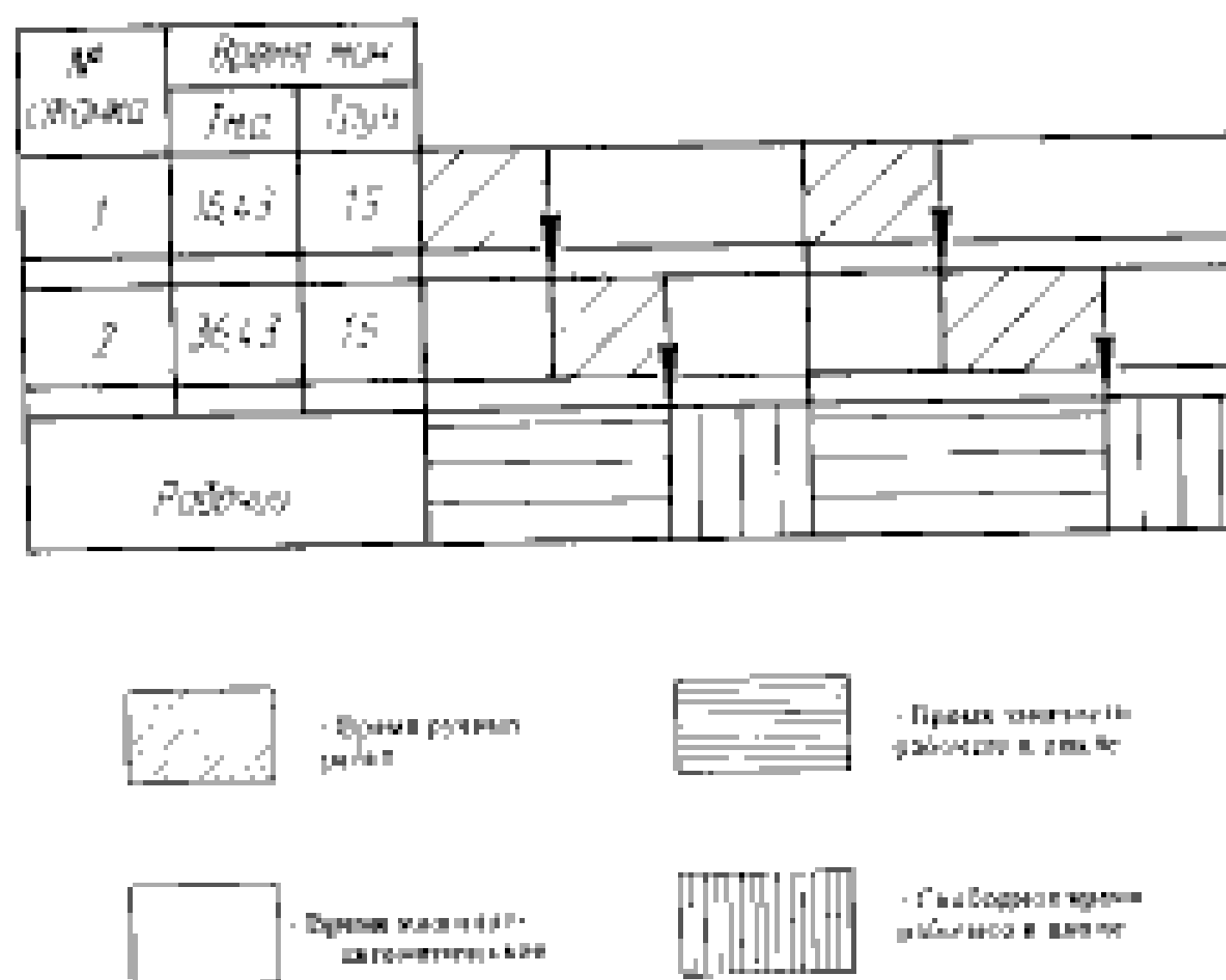


Рисунок 4.2 – Циклограмма многостаночного обслуживания для 010 операции

Расчет для операции с ЧПУ: $T_{авт.} = 9,57$; $T_{из} = 1,84$
 $T_{из} = T_{авт.} + T_{мат.}$

$T_{руч.} = 0,5$;

$T_{руч.} = 0,5 + 1 = 1,5$

$T_{м.авт.} = 9,57 + 1,5 = 11,07$

$$S_m = 1,5/11,07+1 = 1,13 \text{ мин}$$

Принято $S_m = 2$ шт.

4.2.2 Определение количества вспомогательных рабочих

При укрупненном проектировании численность вспомогательных рабочих определяют общим числом без указания профессии в процентах от числа производственных рабочих. По нормам, независимо от типа производства, для механических цехов число вспомогательных рабочих составляет 20–25% от числа производственных.

$$R_{вс} = \frac{R_c \cdot 20\%}{100\%}, \text{ чел.},$$

$$R_{вс} = \frac{18 \cdot 20\%}{100\%} = 3,6 \text{ чел.}$$

где R_c – количество рабочих станочников, $R_c = 18$ чел.

4.2.3 Определение количества инженерно - технических работников

К категории ИТР механического цеха относятся начальник цеха и его заместители, старшие и сменные мастера, технологи, механики, специалисты по вычислительной технике и системам управления и т.д. Нормы для расчета числа ИТР приведены в [7]

$$R_{итр} = \frac{R_c \cdot 21\%}{100\%}, \text{ чел.}$$

$$R_{итр} = \frac{18 \cdot 21\%}{100\%} = 3,78 \text{ чел.}$$

4.2.4 Определение количества служащих

Категория служащих включает работников цеховой бухгалтерии, учетчиков, табельщиков, распределителей работ, копировщиков, секретарей и др. Создание АСУ для бухгалтерского учета позволяет централизовать эту работу в масштабе завода, а в цехах иметь лиц, ведущих лишь первоначальную бухгалтерскую документацию. Численность служащих определена по нормам, приведенным в [7]

$$R_{сл} = \frac{R_c \cdot 1,7\%}{100\%} = 2, \text{ чел.}$$

						Лист
					151900.2016.124.000 ПЗ	
Изм.	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		60

$$R_{cs} = \frac{18 \cdot 1,7\%}{100\%} = 0,3 \text{ чел.}$$

4.2.5 Определение количества работников технического контроля

Работники технического контроля в состав работающих цеха не включаются, а их численность может быть найдена по нормам, представленным в [7].

Рассчитываем число контролёров R_k

$$R_k = \frac{R_i \cdot 9\%}{100\%}, \text{ чел.}$$

$$R_k = \frac{18 \cdot 9\%}{100\%} = 1,62 \text{ чел.}$$

Рассчитываем число контрольных мастеров R_{km}

$$R_{km} = \frac{R_k \cdot 0,8\%}{100\%}, \text{ чел.}$$

$$R_{km} = \frac{18 \cdot 0,8\%}{100\%} = 0,144 \text{ чел.}$$

4.3 Определение площади складов

Величину площади складов определяют исходя из необходимости хранения определенного количества запаса металла, заготовок, полуфабрикатов или деталей с учетом допустимой грузонапряженности пола складского помещения по [7]

$$S_0 = \frac{Q_0 \cdot a_{cp}}{\Phi \cdot g_{cp} \cdot K_u}, \text{ м}^2,$$

где Q_0 – общий черновой вес материалов или заготовок, подлежащих механической обработке в течение года, $Q_0 = 136000$ кг;

a_{cp} – среднее количество дней, на которое принимается запас материала (запас материалов и заготовок должен быть невелик и содержать минимум, необходимый для бесперебойной работы станков) [7];

Φ – количество рабочих дней в году ($\Phi = 250$);

g_{cp} – среднедопустимая нагрузка на площадь цеха, т/м² (принимается 2...3 т/м²);

K_u – коэффициент использования площади склада – отношение полезной площади склада к его общей площади, включая проходы, проезды. При напольном транспорте (электропогрузчики) $K_u = 0,25 \dots 0,3$; при обслуживании мостовыми и подвесными кранами, штабелерами $K_u = 0,35 \dots 0,4$.

						Лист
					151900.2016.124.000 ПЗ	
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		61

$$S_0 = \frac{136000 \cdot 6}{250 \cdot 2 \cdot 0,4} = \frac{816000}{200} = 4080 \text{ м}^2$$

4.4 Выбор типа транспортных и грузоподъемных средств и определение их количества

Выбор того или иного вида цехового транспорта зависит от характера продукции, ее веса и размеров; вида производства и формы организации работы; размеров грузооборота; назначения транспорта [7]. Внутри зданий используются машины с электроприводом, а для работы на открытых площадках – машины с двигателями внутреннего сгорания.

Для планируемого участка механической обработки в качестве передвижного цехового транспорта примем рельсовую тележку с грузоподъемностью от 0,5 до 5 т.

Крановое оборудование.

Для планируемого участка механической обработки примем мостовой однобалочный кран (до 5 т) применяются для транспортирования внутри цеха и складов. Так как масса детали составляет 1,450 кг для загрузки на станках предусмотрены консольные краны.

4.5 Расчет потребного количества подъемно - транспортного оборудования

Для своевременного обеспечения цехов материалами, заготовками, деталями и узлами необходимо определять потребное количество подъемно - транспортных средств. Для точного определения следует учитывать массу грузов, путь перемещения, время, затрачиваемое на подъем грузов, и многие другие условия.

Расчет потребного количества электротележек и др. транспорта определяется в зависимости от веса деталей, перевозимых в течение года, времени пробега и времени на ее загрузку и разгрузку

$$K_r = \frac{Q \cdot i}{q \cdot 60 \cdot \Phi \cdot m \cdot K_p} \left(\frac{l_{cp}}{v_{cp}} + t_1 + t_p \right), \text{ шт.}$$

где Q – вес деталей, транспортируемых в год, Q = 116000 кг;

i – среднее количество транспортных операций на одну деталь;

q – заполнение электротележки за один рейс, т (примерно 75% от её грузоподъемности);

Φ – номинальный годовой фонд времени электротележки при работе в одну смену, Φ = 2070 ч.;

m – количество смен работы электротележки в сутки, m = 2;

K_p – коэффициент, учитывающий простой тележки из - за ремонта K_p = 0,97;

v_{cp} – средняя скорость электротележки v_{cp} = 150 м/мин;

									Лист
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата	151900.2016.124.000 ПЗ				62

t_z, t_p – время на загрузку и разгрузку электротележки за каждую операцию (по 5...10 мин).

При дробном числе оно округляется до целого и называется принятым количеством $K_{т.гр.}$

$$K_{т.гр.} = \frac{116000 \cdot 5}{3,75 \cdot 60 \cdot 2070 \cdot 2 \cdot 0,97} \left(\frac{18}{150} + 5 + 5 \right) = 1,4 \text{ шт.}$$

Принимаем $K_{т.гр.} = 1$ шт.

Количество мостовых кранов для механических цехов

$$K = \frac{D \cdot i}{\Phi \cdot m} \cdot \frac{\left(\frac{l_{ср}}{V_{ср}} + t_z + t_p \right)}{\Phi_{н} \cdot K_1}$$

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

$$D = \frac{N \cdot G_1}{G_k}$$

$$D = \frac{80000 \cdot 1,450}{150} = 773 \text{ шт}$$

где G_1 – вес одной детали, $G_1 = 1,450$;

G_k – вес контейнера с деталями;

m – количество рабочих смен в сутки;

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

i – количество крановых операций на один перевезённый груз;

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

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

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

$\Phi_{н}$ – номинальный фонд времени работы крана, $\Phi_{н} = 480_{\text{мин}}$;

K_1 – коэффициент, учитывающий простой крана, $K_1 = 0,85$.

$$K = \frac{773 \cdot 5}{240 \cdot 2} \cdot \frac{\left(\frac{40}{150} + 5 + 5 \right)}{480 \cdot 0,85} = 0,7$$

Принимаем 1 кран.

В соответствии с рисунком 4.3 представлен мостовой кран.

					151900.2016.124.000 ПЗ	Лист
						63
Изм.	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		

тавляет: для малых станков – 10–12 м², средних – 15–25 м², крупных – 25–70 м², особо крупных – 70–200 м² на станок. Таким образом, площадь, занимаемую станками $F_{ст}$, можно подсчитать по формуле

$$F_{ст} = \sum C_{пр} \cdot f_{уд}, \text{ м}^2,$$

где $C_{пр}$ – принятое число станков данного типоразмера, $C_{пр}=9$ шт;

$f_{уд}$ – удельная производственная площадь, приходящаяся на 1 станок данного типоразмера, $f_{уд}=21 \text{ м}^2$.

$$F_{ст} = \sum 15 \cdot 9 = 135 \text{ м}^2.$$

$$m_{стр} = \frac{(m_{дет} - m_{заг}) N^{пр}}{1000},$$

где $m_{дет}^B = 1,450 \text{ кг}$ – масса детали;

$m_{заг}^B = 1,7 \text{ кг}$ – масса заготовки для детали.

$$m_{стр} = \frac{(1,7 - 1,450) \cdot 80000}{1000} = 41 \text{ т.}$$

$$\frac{m_{стр}}{S_{уд}} = \frac{41}{135} = 0,303 \text{ т/м}^2.$$

Так как $\frac{m_{стр}}{S_{уд}} > 0,3 \text{ т/м}^2$, то назначается система уборки стружки К – комбинированная.

4.7 Планировка участка, определение его основных размеров

Планировка цеха – это план расположения производственного, подъемно-транспортного и др. оборудования, инженерных сетей, рабочих мест, проездов, проходов и др.

При разработке планировки учитываются следующие основные требования:

1) оборудование в цехе размещается в соответствии с принятой формой организации технологических процессов.

2) расположение оборудования, проходов и проездов гарантирует удобство и безопасность работы, возможность монтажа и демонтажа, ремонта оборудования; удобство подачи заготовок и инструмента; удобство уборки отходов;

3) планировка увязана с применяемыми подъемно-транспортных средств;

4) в планировках предусмотрены кратчайшие пути перемещения заготовок, деталей, узлов в процессе производства, исключая возвратные движения. Грузопотоки не пересекаются между собой, а также не пересекают и не перекрывают ос-

					151900.2016.124.000 113	Лист
						65
Изм.	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		

новые проезды, проходы и дороги, предназначенные для движения людей. В таблице 4.3 приведены нормы расстояний между станками, стенами и колоннами.

Таблица 4.3 – Нормы расстояний между станками и от станков до стен и колонн

Расстояние		Нормы расстояний между станками при их размерах в мм		
		до 4000×2000	до 8000×4000	
Между станками по фронту (а)		900	1500	
Между тыльными сторонами станков (б)		800	1200	
Между станками при поперечном расположении к проезду	при расположении станков «в затылок» (в)	1500	2000	
	при расположении станков фронтом друг к другу и обслуживании 1 рабочим	одного станка (г)	2500	3000
		двух станков (д)	1500	—
От стен или колонн здания до	тыльной или боковой стороны станка (е)	800	900	
	фронта станка (ж)	1500	2000	

Разработанный участок располагается в крайнем пролёте шириной 12000 мм и шагом колонн 6000 мм.

Минимальная высота пролёта определяется по высоте до головки подкранового рельса. Основные размеры пролёта здания приведены в соответствии с рисунком 4.5.

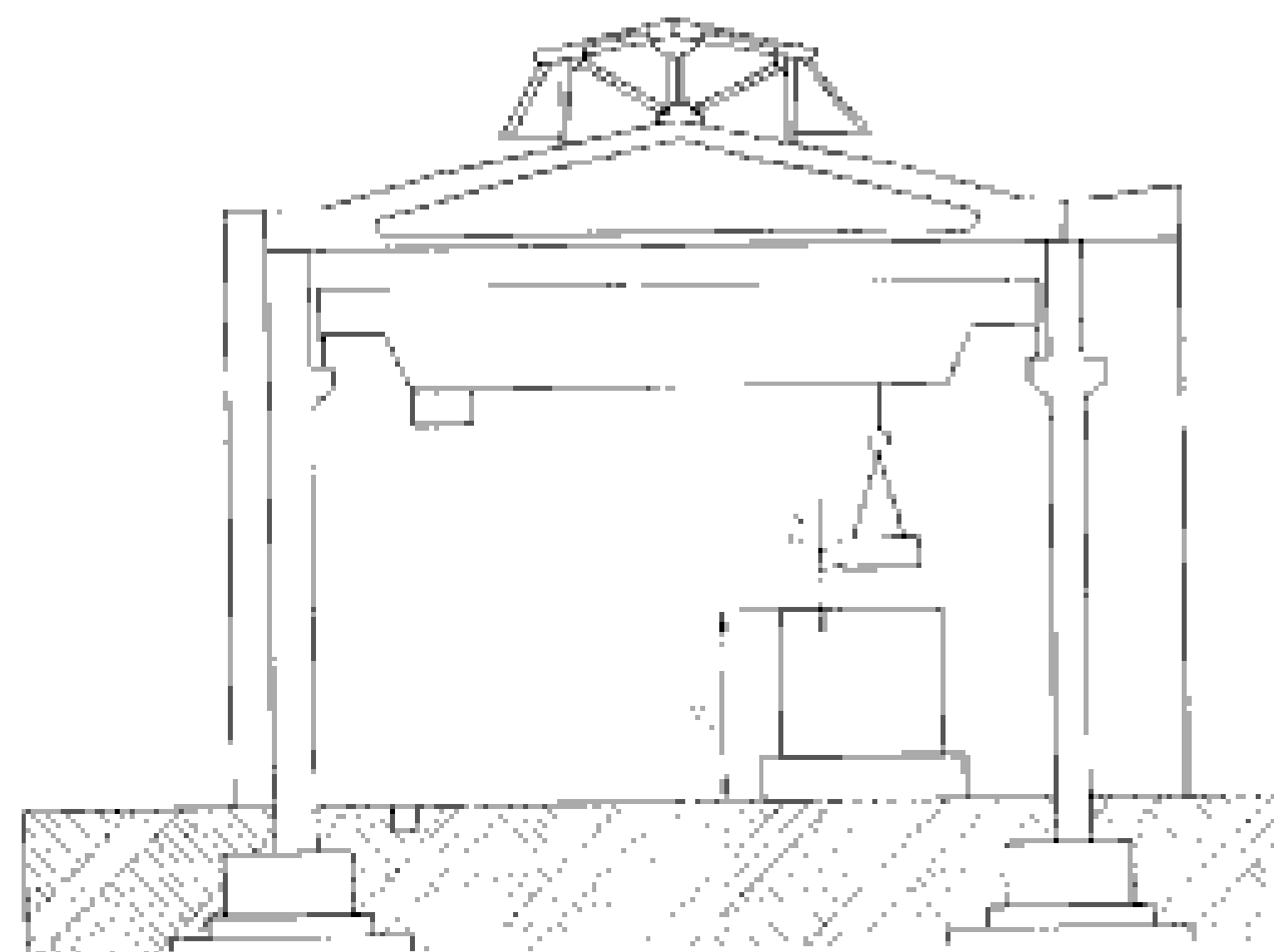


Рисунок 4.5 – Основные размеры пролёта здания

Высота до головки подкранового рельса (м) рассчитывается по формуле

$$H_k = h_1 + h_2 + h_3 + h_4, \text{ м.}$$

где h_1 – максимальная высота оборудования, $h_1=2,3$ м;

h_2 – минимальное расстояние между оборудованием и перемещаемым грузом,
 $h_2=0,5$ м;

h_3 – высота транспортируемых грузов, $h_3=2$ м;

h_4 – высота крана, $h_4=0,9$ м.

Оборудованием с максимальной высотой являются станки модели 2Н125 высотой 2,3 м.

$$H_k = 2,3 + 0,5 + 2 + 0,9 = 5,7 \text{ м.}$$

Расчётное значение корректируется до ближайшего стандартного. Принимаем $H_k = 6,15$ м. В зависимости от величины H_k принимаем высоту пролёта $H = 8,4$ м.

Колонны здания железобетонные серии КЭ-01-49 с консолями прямоугольного сечения 400×800 мм показаны в соответствии с рисунком 4.6

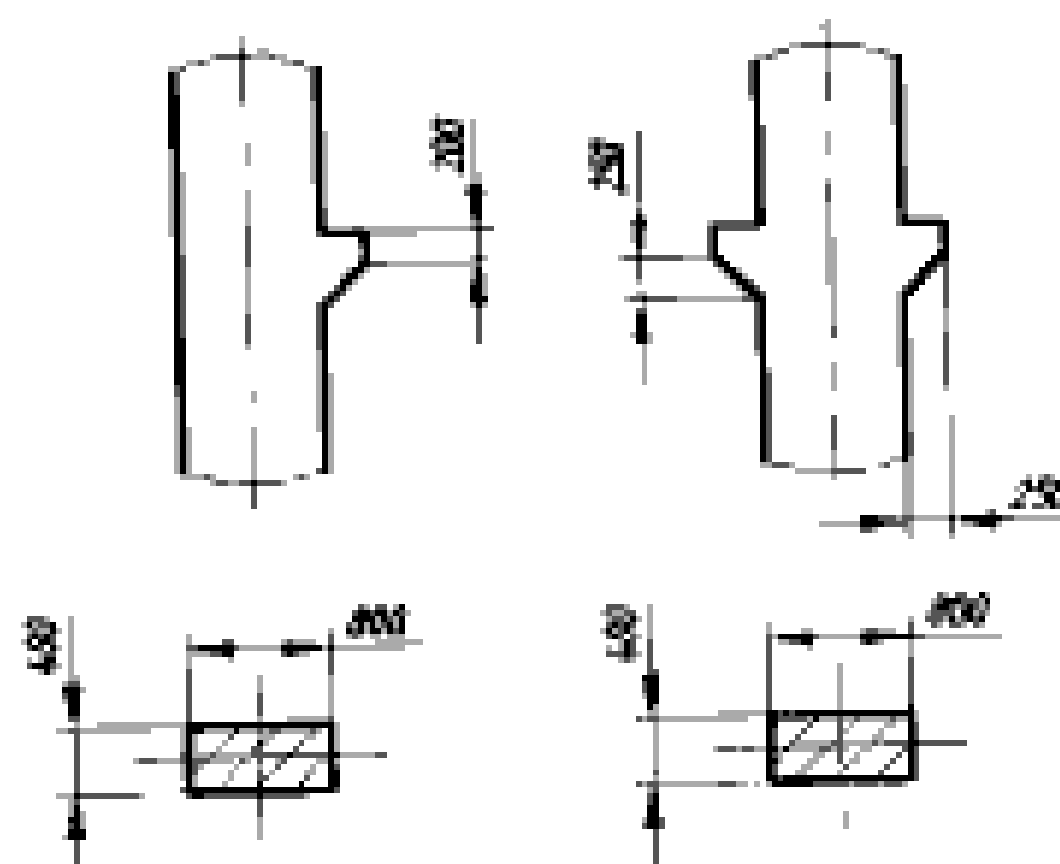


Рисунок 4.6 – Колонны крайних и средних пролётов

Торцовые колонны здания смещены внутрь относительно разбивочной оси на 500 мм. Это необходимо для того, чтобы пропустить колонны фахверка.

Фундаменты под колонны представляют собой отдельно стоящие железобетонные ступенчатые конструкции, на которые устанавливаются также железобетонные фундаментные балки под стены.

Верхняя плоскость фундамента располагается на 150 мм ниже уровня пола, подошва фундамента – на 1,95 м. Размеры фундаментов назначаются в зависимости от серии и сечения колонны в соответствии с рисунком 4.7

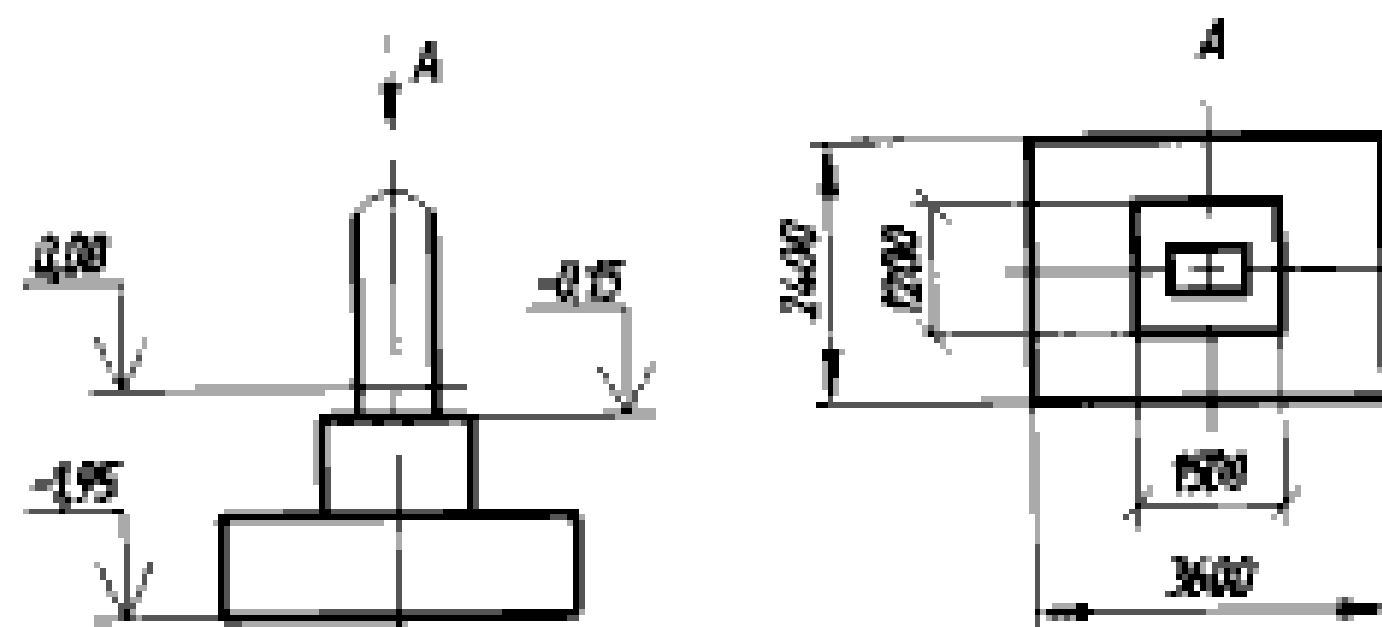


Рисунок 4.7 - Фундамент под колонны

Несущей конструкцией здания являются железобетонные решётчатые фермы серии 1.462-3. Габаритные размеры фермы: длина 21960 мм, высота 1390 мм, толщина 200 мм, в соответствии с рисунком 4.8

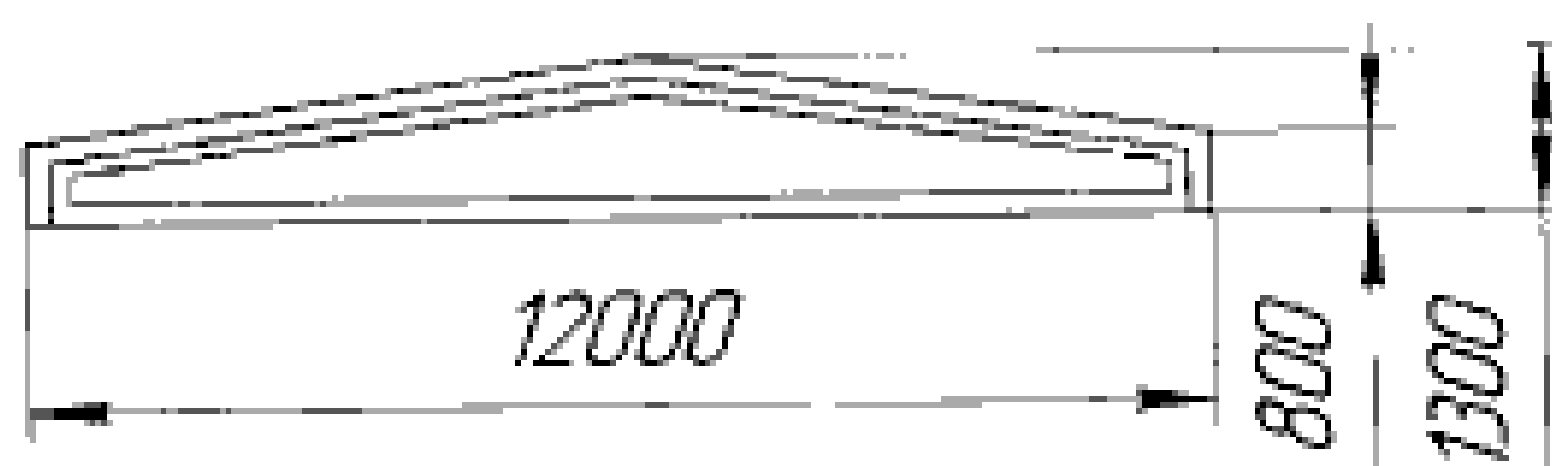


Рисунок 4.8– Железобетонная ферма серии 1.462-3

В соответствии с рисунком 4.9 представлена конструкция кровли.

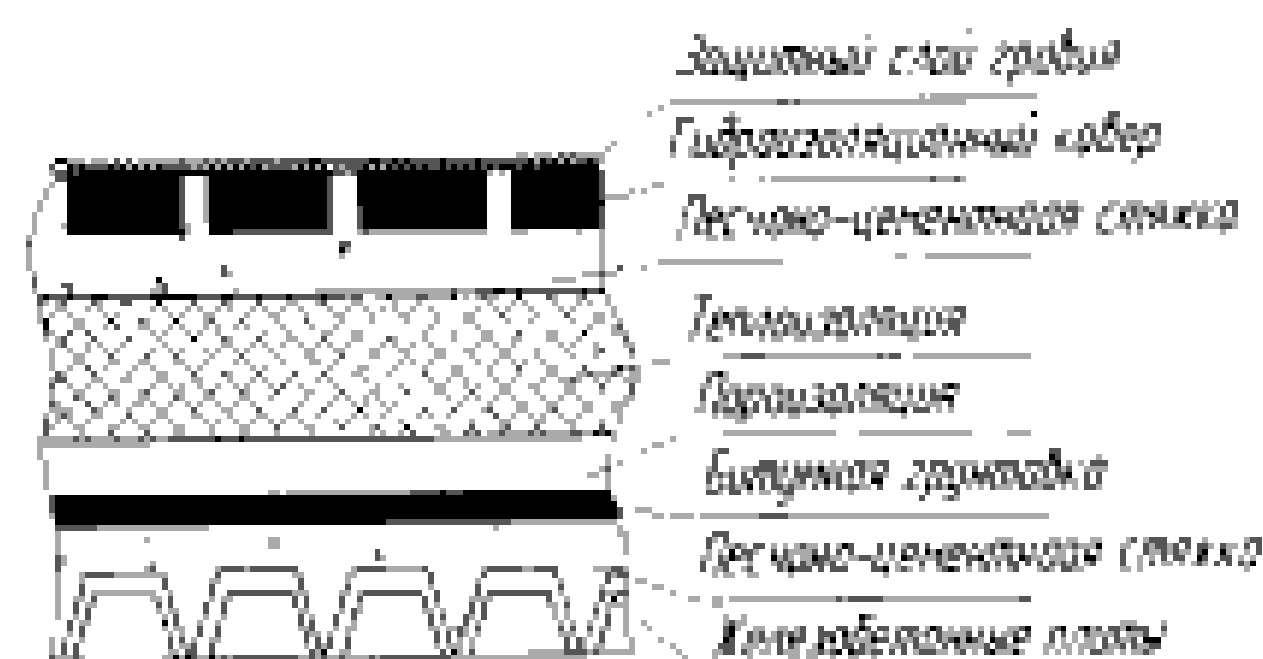


Рисунок 4.9– Конструкция кровли

Ограждающим покрытием здания является утеплённая многослойная кровля. Кровля состоит из сборных настилов, укладываемых по фермам.

Несущим настилом являются железобетонные плиты. В качестве первого слоя применяется песчано - цементная стяжка, выравнивающая плиты покрытия и заполняющая их швы. Она покрывается пароизоляцией из пергамента по битумной грунтовке. Затем укладывается утеплитель, представляющий собой плиты из пенобетона.

Чтобы создать достаточно жёсткое и ровное основание для гидроизоляционного ковра, на поверхность теплоизоляционного покрытия накладывают

						Лист
						68
Изм	Лист	№ Докум	Подп.	Дата	151900.2016.124.000 ПЗ	

стяжку из песчано-цементного раствора. Гидроизоляция покрытия здания выполняется из трёх-четырёх слоёв рулонных гидроизоляционных материалов, последовательно наклеиваемых внахлест при помощи горячей битумной мастики. Для улучшения сопротивляемости разрушению дёгтевого ковра под действием солнечной радиации ковёр покрывают слоем светлого гравия с зёрнами размером 6...10 мм, вдавленного в горячем виде в кровельную мастику с помощью катка весом 500 Н.

В качестве наружного ограждения применяются стены толщиной 500 мм. Вход на территорию цеха осуществляется через распашные ворота. Ширина ворот 2,5 м, высота – 4,2 м.

Оборудование на участке устанавливается непосредственно на полу. Пол представляет собой многослойную конструкцию изображённую в соответствии с рисунком 4.10, включающую трамбованный грунт, надёжную бетонную подготовку толщиной 200...300 мм, песчано-цементную стяжку для выравнивания, слой гидроизоляции, а также покрытие пола из бетона.

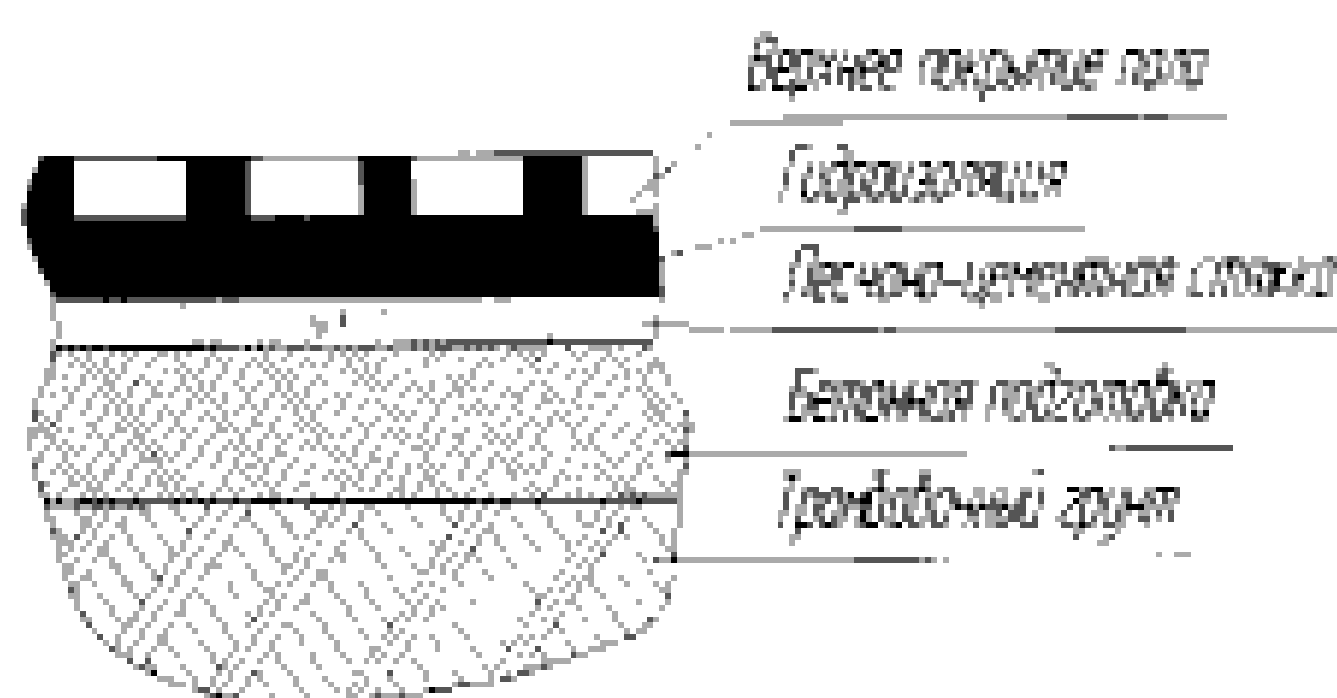


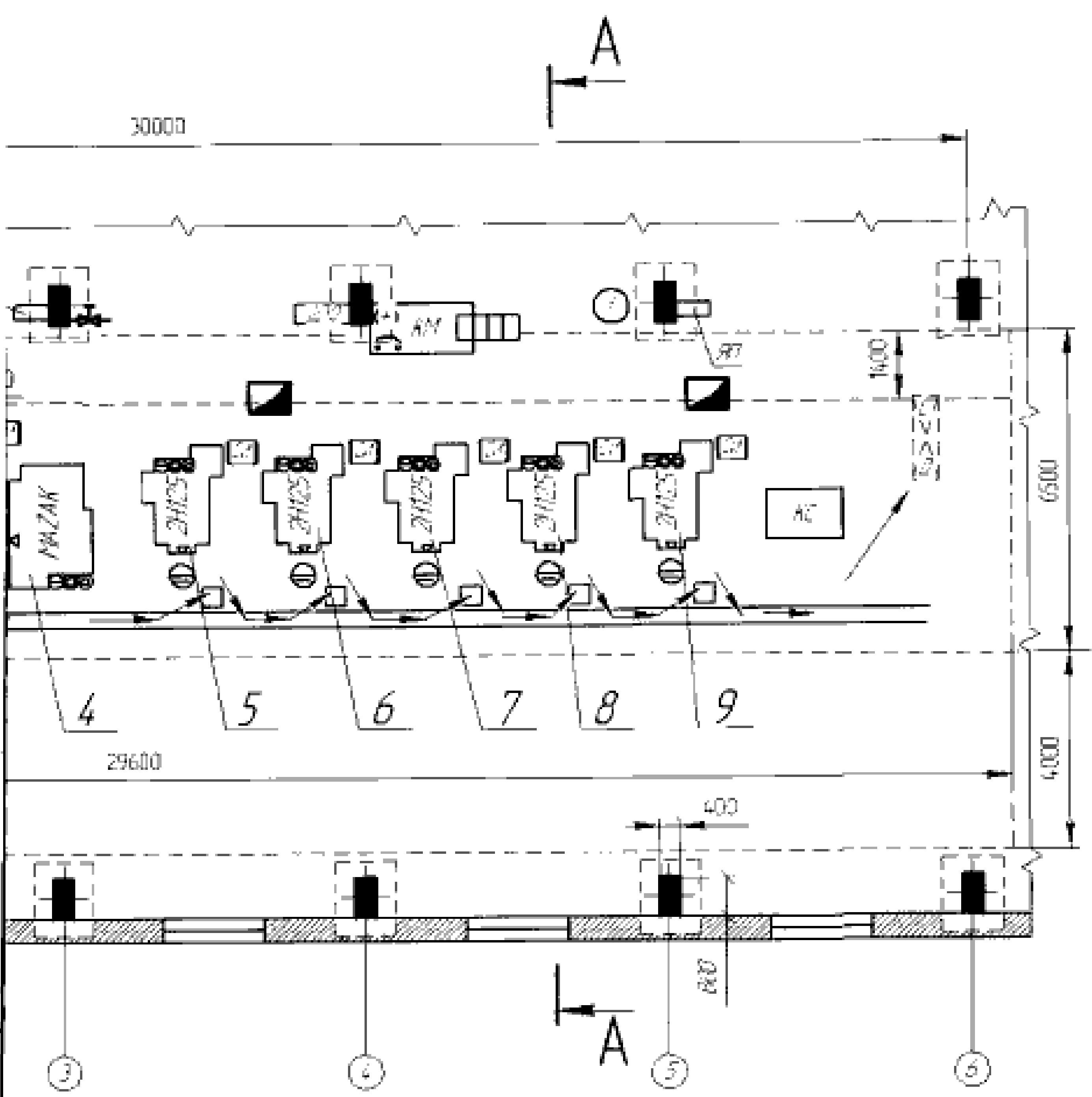
Рисунок 4.10 – Конструкция пола

В соответствии с рисунком 4.11 представлена планировка участка.

Вывод по разделу четыре

В строительном разделе произведены расчёты количества оборудования, количества производственных и вспомогательных рабочих. Для готового объёма выпуска деталей рассчитаны транспортные средства, склад заготовок, подъёмно-транспортное оборудование, транспортирование стружки. Также рассчитаны размеры участка механической обработки детали «Шток»

						Лист
					151900.2016.124.000 ПЗ	
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		69



151900 2016.124.00П3

Автом

70

5 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

В данном разделе предлагается раскрыть вопросы, отражающие комплекс мероприятий, обеспечивающих создание благоприятных и безопасных условий труда.

5.1 Организация производственного освещения на производственном участке

Разрабатываемый участок механической обработки детали «Шток» имеет размеры:

- ширина – 12 м;
- длина – 30 м;
- высота рабочей поверхности от пола – 1,2м.

Стены и потолок побелены.

При механической обработке, в нашем случае - точение, сверление, алюминиевого сплава В95 и применении охлаждающей жидкости №24 5% эмульсия из эмульсола Э-2 ТУ38-1-229-69, в атмосферу производственного помещения выделяются различные вредные вещества – пыль, дым, влага. Исходя из этого и согласно строительным нормам и правилам естественного и искусственного освещения СНиП 23.05.95 производственное помещение охарактеризуем по следующим параметрам:

- воздушная среда содержит в рабочей зоне менее 1 мг/м³ пыли, дыма, копоти;
- разряд зрительной работы III;
- подразряд зрительной работы а;
- контраст объекта с фоном малый;
- характеристика с фоном темный;
- наименьший объект различения 0,3-0,5 мм;
- коэффициент запаса при искусственном освещении $K_z=1,4$;
- коэффициент запаса при естественном освещении $K_z=1,3$;
- норма освещенности общего искусственного освещения 500лк;
- показатель ослепленности $P=40$;
- коэффициент пульсации $K_{п}=15\%$;
- коэффициент естественного освещения $e_H = 1,2\%$.

Совмещенное освещение помещений производственных зданий следует предусматривать для разряда зрительной работы III. Принимаем естественное освещение – боковое.

Нормированное значение КЕО

$$e_1 = e_H \cdot m_1,$$

где e_H – нормированное значение КЕО;

m_1 – коэффициент светового климата.

Устанавливаем ориентацию световых проемов с, тогда коэффициент светового климата $m=1$ для номера группы административного района 1.

$$e_1 = 1.2 \cdot 1 = 1.2$$

									Лист
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата					71

151900.2016.124.000 ПЗ

Площадь световых проемов

$$S_{\text{пр}} = \frac{e_N \cdot S_n \cdot K_3 \cdot z_0 \cdot K_{\text{зд}}}{100 \cdot \eta_0 \cdot \tau_1}$$

где S_n – площадь пола цеха, м^2 ;

η_0 – световая характеристика окон, $\eta_0 = 7,5$;

$K_{\text{зд}}$ – коэффициент, учитывающий затенение окон от расположенных рядом зданий $K_{\text{зд}} = 1$;

τ_0 – общий коэффициент светопропускания

$$\tau_0 = \tau_1 \cdot \tau_2 \cdot \tau_3 \cdot \tau_4$$

где τ_1 – коэффициент светопропускания материала, принимаем стеклопакет $\tau_1 = 0,8$;

τ_2 – коэффициент, учитывающий потери света в переплетах светопроема, принимаем двойной открывающийся переплет $\tau_2 = 0,6$;

τ_3 – коэффициент, учитывающий потери света в несущих конструкциях, $\tau_3 = 1$;

τ_4 – коэффициент, учитывающий потери в солнцезащитных устройствах,

$\tau_4 = 1$

$$\tau_0 = 0,8 \cdot 0,6 \cdot 1 \cdot 1 = 0,48 ;$$

где τ_1 – коэффициент, учитывающий повышение КЕО от отраженного света стен, потолка и пола, зависит от средневзвешенного коэффициента отражения поверхностей помещения $P_{\text{ср}}$, %,

$$P_{\text{ср}} = \frac{P_{\text{пт}} \cdot S_{\text{пт}} + P_{\text{ст}} \cdot S_{\text{ст}} + P_{\text{пл}} \cdot S_{\text{пл}}}{S_{\text{пт}} + S_{\text{ст}} + S_{\text{пл}}}$$

где $P_{\text{пт}}$, $P_{\text{ст}}$, $P_{\text{пл}}$ – коэффициенты отражения стен, потолка, % $P_{\text{пт}} = 0,8$, $P_{\text{ст}} = 0,8$,

$P_{\text{пл}} = 0,32$; $S_{\text{пт}}$, $S_{\text{ст}}$, $S_{\text{пл}}$ – площади потолка, стен, пола, м^2 ,

$$S_{\text{пт}} = L \cdot B, \text{ м}^2,$$

$$S_{\text{ст}} = L \cdot H, \text{ м}^2,$$

$$S_{\text{пл}} = L \cdot B, \text{ м}^2,$$

где L , B , H – соответственно длина, ширина и высота помещения цеха, $L = 30$ м,
 $B = 12$ м, $H = 8,4$ м.

$$S_{\text{пт}} = 30 \cdot 12 = 360, \text{ м}^2,$$

						Лист
					151900.2016.124.000 ПЗ	
Изм	Лист	№ Докум	Подп.	Дата		72

$$S_{CT} = 30 \cdot 8,4 = 252, \text{ м}^2,$$

$$S_{III} = 30 \cdot 12 = 360, \text{ м}^2.$$

$$P_{CP} = \frac{0,8 \cdot 360 + 0,8 \cdot 252 + 0,32 \cdot 360}{360 + 252 + 360} = \frac{288 + 201,6 + 115,2}{972} = 0,622,$$

$$\tau_1 = 1,3.$$

$$S_D = \frac{1,2 \cdot 360 \cdot 1,3 \cdot 7,5 \cdot 1}{100 \cdot 0,48 \cdot 1,3} = \frac{4212}{62,4} = 67,5 \text{ м}^2.$$

Принимаем площадь стеклопакета $2,5 \times 5,5 = 13,75 \text{ м}^2$, и располагаем 5 окон на продольной стене в соответствии с рисунком 5.1.

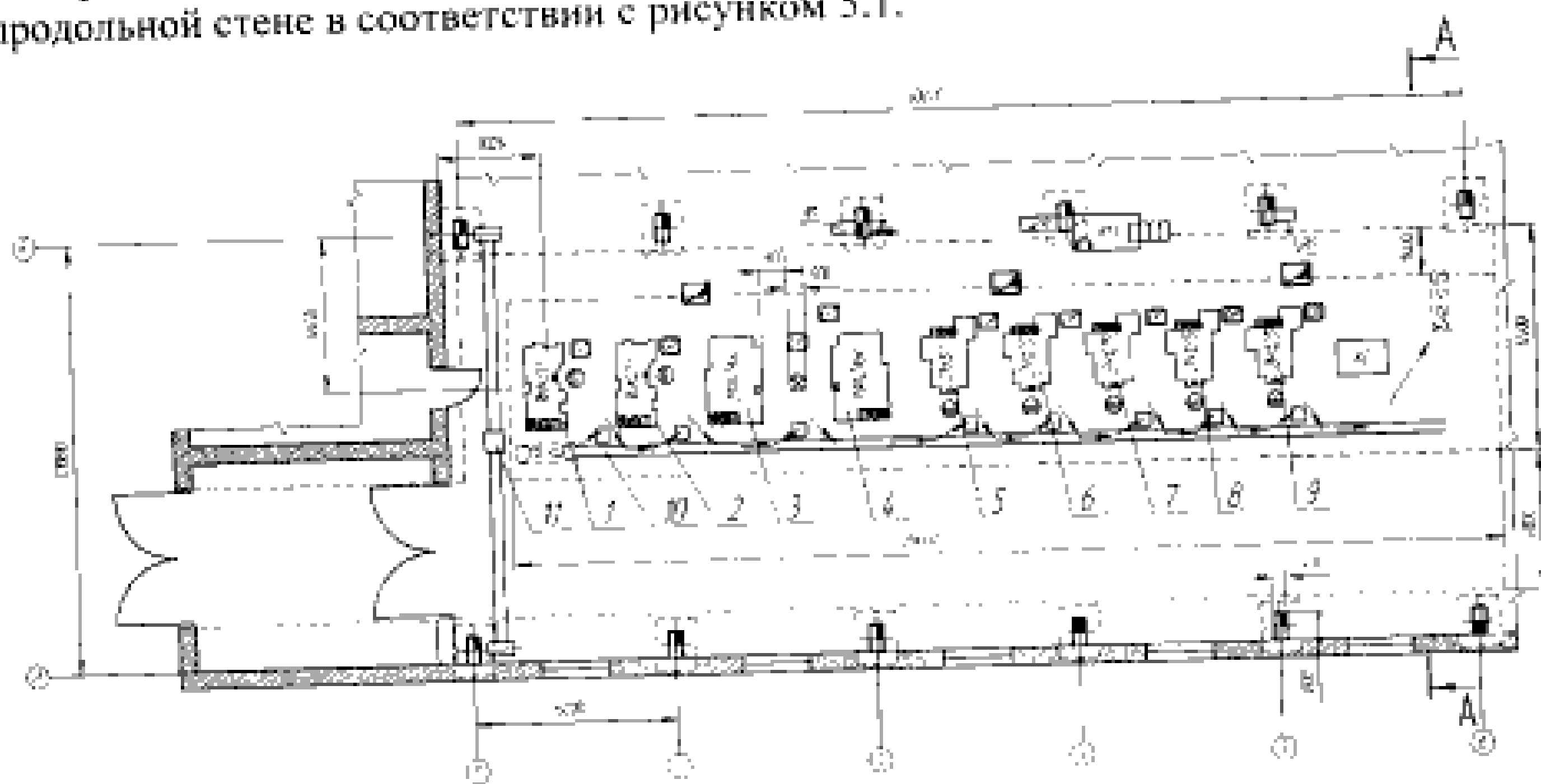


Рисунок 5.1 – Схема расположения световых проемов

Устанавливаем рекомендуемый источник света для цеха механической обработки металлов – газоразрядные люминесцентные лампы белого цвета ЛБ (ЛХБ).

Предполагаю установку в одном открытом светильнике прямого света 4 лампы, как рекомендовано.

При расчете освещения легче задаться типом, мощностью и световым потоком ламп и определить их количество, необходимое для обеспечения освещения объекта.

$$N = \frac{E_N \cdot K_3 \cdot S \cdot Z}{\Phi \cdot \eta \cdot \Gamma \cdot z}$$

где E_N – нормированная освещенность, лк, устанавливаем по [8] $E_N = 400$ лк;

				Лист	
				151900.2016.124.000 ПЗ	
Изм	Лист	№ Докум.	Подп	Дата	73

S – площадь помещения цеха, m^2 ;

Z – поправочный коэффициент, учитывающий неравномерность освещения,

$Z=1,1$;

Φ – световой поток лампы, принимаем по [8] лампу ЛБ-80, $\Phi=5220$ лк;

n – число ламп в светильнике, принимаем $n=4$;

γ – коэффициент затенения рабочего места работающим, $\gamma = 0,9$;

η – коэффициент использования светового потока, определяем по [8] в зависимости от индекса помещения i , $\eta = 0,6$;

$$N = \frac{400 \cdot 1,4 \cdot 360 \cdot 1,1}{5220 \cdot 4 \cdot 0,9 \cdot 0,6} \approx 20$$

Располагаем светильники в четыре ряда по 5 в каждом. В соответствии с рисунком 5.2 изображена схема расположения светильников на проектируемом участке механической обработки.

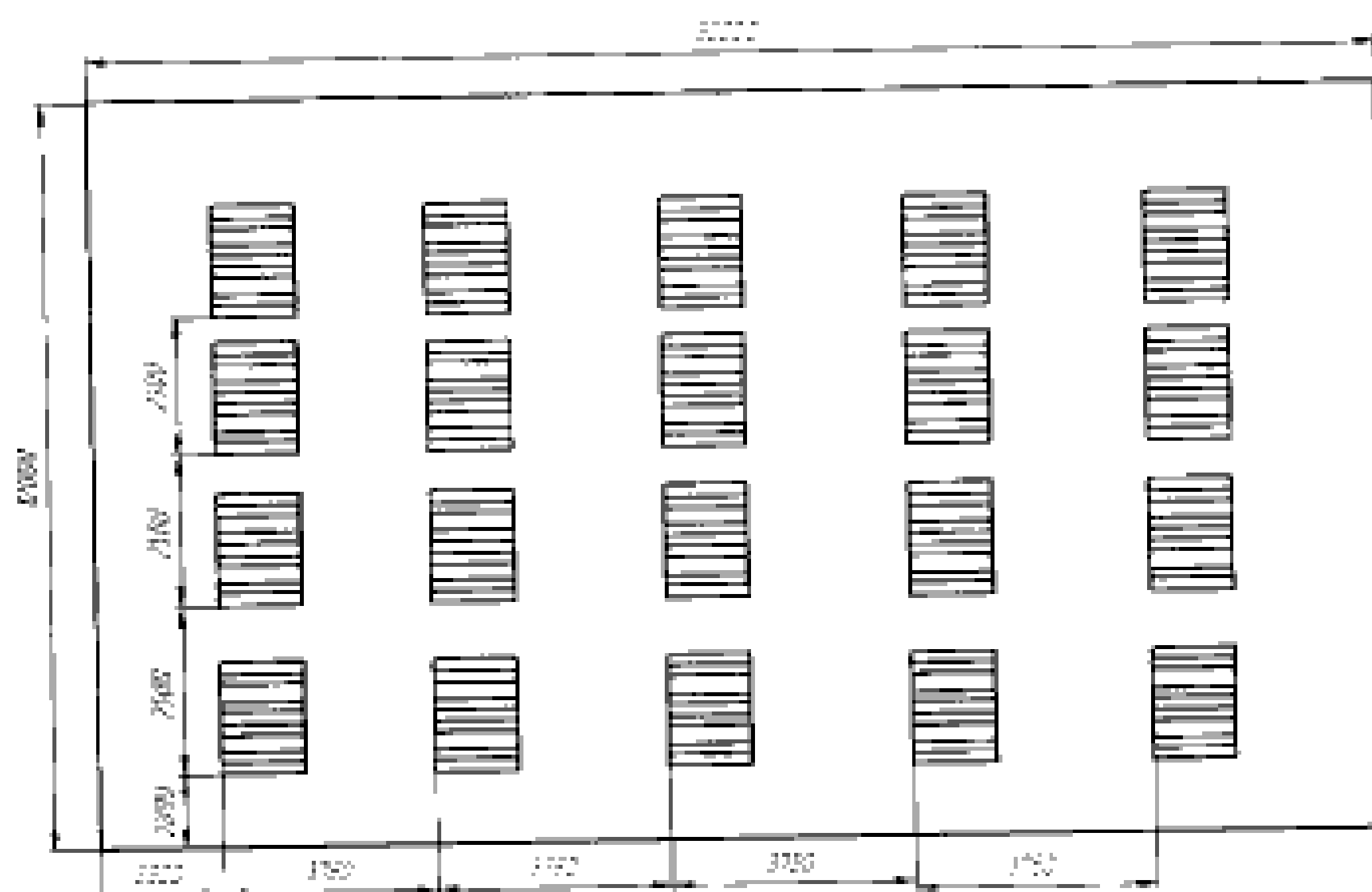


Рисунок 5.2 - Схема расположения светильников.

5.2 Определение степени огнестойкости и категории взрывоопасной и пожарной опасности

Поскольку на участке расположены станки, из горючих веществ в которых имеется только машинное масло, и технический спирт, из негорючих СОЖ, то участок обработки детали «шток» по пожарной и взрывоопасной опасности относится к категории пожароопасное «В4», когда имеются горючие и негорючие жид-

Изм.	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата

151900.2016.124.000 ПЗ

Лист

74

кости, способные при взаимодействии с кислородом воздуха только гореть и здание цеха не относится к категории «А» или «Б».

Причиной взрыва или пожара на производстве может явиться наличие в помещении горючей пыли и волокон. На участке источником взрыва может стать лишь перегревшаяся электропроводка при токовых перегрузках, или электродвигатель, работающий во взрывоопасной среде например древесной пыли ($t_{\text{взр}} = 610,^{\circ}\text{C}$).

Для обеспечения пожарной и взрывопожарной безопасности проектируемого участка перечислим применяемые в процессе эксплуатации технологического оборудования пожароопасные и взрывоопасные вещества и дадим им характеристику:

- машинное масло для заливки в системы смазки станков. Если масло нагревать, то его пары образуют с воздухом смесь. Температуру, при которой эти пары способны воспламениться, называют температурой вспышки. Температура вспышки в открытом тигле современных масел примерно равна 200 градусов Цельсия, а температура воспламенения как правило выше на 50 градусов чем температура вспышки;

- смазочно-охлаждающая жидкость «Эмульсол-1», используемая для охлаждения и смазки режущего инструмента и детали. Температура вспышки не регламентируется из-за разбавления водой;

- тряпки для ухода за оборудованием. Хлопковое волокно, использующееся для обтирки деталей и оборудования, является легковоспламеняющимся материалом, способным возгораться от кратковременного воздействия источника тепла небольшой энергии (от искры, окурка). Температура воспламенения – 210° С, температура самовоспламенения – 407° С. Хлопок склонен к тепловому самовозгоранию. Температура самовозгорания – 120° С, температура тления – 205° С.

- этиловый спирт, применяется для обезжиривания и промывки деталей. Является легковоспламеняющейся жидкостью с температурой вспышки 11° С, температурой воспламенения 440° С.

Потенциальные источники возгорания на производственном участке:

- неисправность электропроводки оборудования, возникшая в результате ее перегрева, старения, механического повреждения;
- летящая из зоны резания раскаленная стружка;
- курение в неположенном месте.

Здание цеха относится к классу конструктивной пожарной опасности С0, так как несущие и ограждающие конструкции из железобетона с применением плитных негорючих материалов.

Определяем по [9] классы пожарной опасности строительных конструкций цеха и сводим в таблицу.

Таблица 5.1 – Классы пожарной опасности строительных конструкций цеха

Класс конструктивной пожарной опасности здания	Класс пожарной опасности строительных конструкций		
	Колонны	Фермы	Стены
С0	К0	К0	К0

Огнестойкость строительных конструкций проявляется в способности их сопротивляться воздействию огня или высокой температуры и сохранять при этом свои эксплуатационные функции. Огнестойкость относится к числу основных характеристик конструкций и регламентирована строительными нормами и правилами

Определяем по [9] степень огнестойкости здания и строительных конструкций и сводим в таблицу.

Таблица 5.2 – Степень огнестойкости здания и строительных конструкций цеха

Степень огнестойкости здания	Предел огнестойкости строительных конструкций, не менее			
	Несущие элементы (железобетонные колонны)	Наружные несущие стены (железобетонные)	Элементы чердачных перекрытий	
			Настилы	Фермы, балки, прогоны (железобетонные)
III	R45	E15	RE 15	RE 15

Категория здания III степени огнестойкости, так как имеются негорюемые элементы – колонны, стены, перекрытия.

Мероприятия по предотвращению появления источников возгорания:

- применять быстродействующие средства защитного отключения;
- применять негорючие вещества;
- устраивать молниезащиту здания цеха;
- применять режимы резания недопускающих образования искр;
- поддерживать температуру нагрева поверхностей оборудования и материалов ниже предельно допустимой: для промасленных тряпок – 168° С, для масла – 176° С, для электропроводки – 80° С;
- производить периодическую уборку территории, помещений от горючих отходов, отложений пыли;
- применять пожаробезопасные технические моющие средства;
- проводить регулярные противопожарные инструктажи;
- запретить курение в цехе;
- устанавливать автоматические установки пожарной сигнализации и пожаротушения.

5.3 Меры защиты при оползнях, селях и обвалах

5.3.1 Оползни

Оползни – это смещение масс горных пород вниз по склону под действием силы тяжести. Они образуются в различных породах в результате нарушения их равновесия и ослабления их прочности и вызываются как естественными, так и искус-

					151900.2016.124.000 ПЗ	Лист
						76
Изм.	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		

ственными причинами. К естественным причинам относится увеличение крутизны склонов, подмыв их оснований морскими и речными водами, сейсмические толчки и т.п.. Искусственными, или антропогенными, т.е. вызванными деятельностью человека, причинами оползней являются разрушение склонов дорожными выемками, чрезмерный вынос грунта, вырубка леса и т.п..

Оползни можно классифицировать по типу и состоянию материала. Некоторые из них полностью состоят из скального материала, другие – только из материала почвенного слоя, а третьи представляют собой смесь льда, камня и глины. Снежные оползни называются лавинами. Например, оползневая масса состоит из каменного материала. Каменный материал – гранит, песчаник, он может быть прочным или трещиноватым, свежим или выветрелым и т.п.. С другой стороны если оползневая масса образована обломками горных пород и минералов, то есть, как говорят материалом почвенного слоя, то можно назвать это оползнем почвенного слоя. Он может состоять из очень тонкой зернистой массы, то есть из глин, или более грубого материала: песка, гравия и т.д.; вся эта масса может быть сухой или водонасыщенной, однородной или слоистой.

Оползни можно классифицировать и по другим признакам: по скорости движения оползневой массы, масштабам явления, активности, мощности оползневого процесса, места образования и др.. По масштабу оползни подразделяются на крупные, средние и мелкомасштабные. Крупные оползни вызываются, как правило, естественными причинами и образуются вдоль склонов на сотни метров толщиной 10 – 20 метров и более. Оползневое тело часто сохраняет свою монолитность.

Средние и мелкомасштабные оползни характерны для антропогенных процессов.

Оползни могут быть активными и неактивными, что определяется степенью захвата коренных пород склонов и скоростью движения, которая может составлять величину от 0,06 м/год до 3 м/с.

На активность оползней оказывают влияние породы склонов, а также наличие в них влаги. В зависимости от количественных показателей присутствия воды оползни делятся на сухие, слабовлажные, влажные и очень влажные.

5.3.2 Сели

В гидрологии под селем понимается паводок с очень большой концентрацией минеральных частиц, камней и обломков горных пород (до 50-60% объема потока), возникающий в бассейнах небольших горных рек и сухих логов и вызванный, как правило, ливневыми осадками или бурным таянием снегов. Сель – нечто среднее между жидкой и твердой массой. Это явление кратковременное (обычно длится 1 – 3 часа), характерное для малых водотоков длиной до 25 – 30 км и площадью водосбора до 50 – 100 км².

Сель представляет собой грозную силу. Поток, состоящий из смеси воды, грязи и камней, стремительно несется вниз по реке, выдергивая с корнем деревья, срывая мосты, разрушая плотины, обдирая склоны долины, уничтожая посевы. Находясь вблизи от селя, можно ощущать содрогание земли под ударами камней и глыб, за-

					151900.2016.124.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Докум.	Подл.	Дата		77

пах сернистого газа от трения камней друг об друга, слышать сильный шум, подобный грохоту камнедробилки.

Опасность селей не только в их разрушительной силе, но и во внезапности их появления. Ведь ливень в горах часто не охватывает предгорья, и в обжитых местах сель появляется неожиданно. Из-за большой скорости течения время, от момента возникновения селя в горах до момента выхода его в предгорье исчисляется подчас 20 – 30 минутами.

Селевые потоки наблюдаются во всех горных районах страны. Горы Кавказа, Карпат, Крыма, Урала, Памира, Тянь-Шаня, Алтая, Саян, хребта Баргузинский, Удакан, Становой, Верхоянский, Черского, Колымский – всюду здесь время от времени грохочут селевые потоки. Селями охвачено 10% территории Советского Союза. Всего на сегодняшний день зарегистрировано около 6000 селевых водотоков, но, по-видимому, их число превышает 10000.

5.3.3 Обвалы

Обвал – быстрое перемещение масс горных пород, образующих преимущественно крутые склоны долин. При падении, оторвавшись от склона масса пород разбивается на отдельные глыбы, которые, в свою очередь, дробясь на более мелкие части, засыпают дно долины. Если по долине протекала река, то обвалившиеся массы, образуя запруды, дают начало долинному озеру. Обвалы склонов речных долин вызываются подмывом реки, особенно в половодье. В высокогорных областях причиной обвалов обычно служат появляющиеся трещины, которые пропитываясь водой (и особенно при замерзании воды), увеличиваются в ширину и в глубину до тех пор, пока отделяемая трещиной масса от какого-нибудь толчка (землетрясение) или после сильного дождя (особо сильное пропитывание трещины водой) или же какой-нибудь другой причины, иногда искусственной (например, проведение железнодорожной выемки или карьера у подножия склона), не преодолеет сопротивления удерживающих ее пород и не обрушится в долину. Величина обвала варьируется в самых широких пределах, начиная от обрушения от склонов небольших обломков пород, которые, накапливаясь на более пологих участках склонов, так называемые осыпи, и до обвала огромных масс, измеряемых млн. м³, представляющих в культурных странах огромные бедствия. У подножия всех крутых склонов гор всегда можно видеть обвалившиеся сверху камни, причем в участках, особо благоприятных для накопления их, эти камни покрывают сплошь иногда значительные площади (так называемый «хаос» в Алушке на Крымском побережье, подножие горы Таганай на Южном Урале и т.д.).

5.3.4 Способы борьбы с оползнями, селевыми потоками и обвалами.

Активные мероприятия по предупреждению оползней, селей, обвалов предусматривают строительство инженерных и гидротехнических сооружений. Для предотвращения оползневых процессов сооружаются подпорные стенки, котрбанкеты, свайные ряды, и другие сооружения. Наиболее эффективными противооползневыв-

									Лист	
Изм.	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата	151900.2016.124.000 ПЗ					78

ми сооружениями являются контрбанкеты. Они устраиваются у подошвы потенциального оползня и, создавая упор, препятствуют смещению грунта.

К активным мероприятиям относятся и достаточно простые, не требующие для своего осуществления значительных ресурсов и расхода строительных материалов, а именно: для снижения напряжённого состояния откосов часто проводится срезка земельных масс в верхней части и укладка их у подножия; подземные воды выше возможного оползня отводят устройством дренажной системы; защита берегов рек и морей достигается завозом песка и гальки, а склонов – поседом крав, насаждением деревьев и кустарников.

Гидротехнические сооружения применяются и для защиты от селей. Эти сооружения по характеру воздействия на селевые потоки подразделяются на селерегулирующие, селеделительные, селезадерживающие и селетрансформирующие.

К селерегулирующим гидротехническим сооружениям относят селепропускные (лотки, селедуки, селеотводы), селенаправляющие (дамбы, подпорные стенки, опояски), селесбрасывающие (запруды, пороги, перепады) и селеотбойные (полузапруды, шпоры, бумы) устройства, сооружаемые перед дамбами, опоясками подпорными стенками.

Селеделительными являются тросовые селерезы, селеоградители и селевые запруды. Они устраиваются для задержания крупных обломков материала и пропуска мелких частей селевого потока. К селезадерживающим гидротехническим сооружениям относят плотины и котлованы. Плотины могут быть глухого типа и с отверстиями. Сооружения глухого типа используются для задержания всех видов горных стоков, а с отверстиями – для задержания твёрдой массы селевых потоков и пропуска воды.

Селетрансформирующие гидротехнические сооружения (водохранилища) используются для перевода селевого потока в паводок путём его поолнения водой из водохранилищ.

Сель эффективнее не задерживать, а направлять мимо населённых пунктов, сооружений с помощью селеотводных каналов, селеотводных момтов и селеспусков.

Наряду с мерами предупредительного и защитного характера важную роль в профилактике возникновения этих стихийных бедствий и в снижении ущерба от них играет наблюдение за оползне-, селе- и обвалоопасными направлениями, предвестниками этих явлений и прогнозирование возникновения оползней, селей и обвалов.

5.3.5 Правила поведения людей при возникновении селевых потоков, оползней и обвалов.

Население, проживающее в оползне-, селе- и обвалоопасных зонах, должно знать очаги, возможные направления и характеристики этих опасных явлений.

На основе прогнозов до жителей заблаговременно доводится информация об опасности оползневых, селевых, обвальных очагов и о возможных зонах их действия, а также о порядке подачи сигналов об опасности. Это снижает воздействие стрессов и паники, которые могут возникнуть при передаче экстренной информации о непосредственной угрозе.

						Лист
					151900.2016.124.000 ПЗ	79
Изм	Лист	№ Докум	Подп.	Дата		

Население опасных горных районов обязано заботиться об укреплении домов и территорий, на которой они возведены, участвовать в работах по возведению защитных гидротехнических и других инженерных сооружений.

Первичная информация об угрозе оползней, селей и обвалов поступает с оползневых и селевых станций, партий и постов гидрометеослужбы. Важным является то, чтобы эта информация была доведена по назначению своевременно.

Оповещение населения по поводу стихийных бедствий проводится установленным порядком посредством сирен, по радио, телевидению, а также по местным системам оповещения, непосредственно связывающим подразделения гидрометеослужбы, службы МЧС с населёнными пунктами, размещёнными в опасных зонах.

При угрозе оползня, селя или обвала организуется заблаговременная эвакуация населения, сельскохозяйственных животных и имущества в безопасных местах.

В случае, если заблаговременное предупреждение об опасности отсутствовало и жители были предупреждены об угрозе непосредственно перед наступлением стихийного бедствия или заметили его приближение сами, каждый, не заботясь об имуществе, производит экстренный выход в безопасное место самостоятельно. При этом об опасности должны предупреждаться близкие, соседи, все встречающиеся по пути люди. Для экстренного выхода необходимо знать пути движения в ближайшие безопасные места. Эти пути определяются и доводятся до населения на основе прогноза наиболее вероятных направлений прихода оползня (селя) к данному населённому пункту (объекту).

В случае, когда люди и сооружения оказываются на поверхности движущегося оползневого участка, следует передвигаться по возможности вверх, остерегаться скатывающихся глыб, камней, обломков, конструкций, земляного вала, осыпей. При высокой скорости оползня возможен сильный толчок при его остановке, а это представляет большую опасность для находящихся на оползне людей.

После окончания оползня, селя или обвала людям, перед этим спешно покинувшим зону бедствия и переждавшим опасность в ближайшем безопасном месте, убедившись в отсутствии повторной угрозы, следует вернуться в зону для розыска и оказания помощи пострадавшим.

Вывод по разделу пять

Для участка механической обработки детали «Шток» для совмещенного типа освещения выбран тип светильника и рассчитано количество светильников, а также найдено количество и расположение окон. Для здания где расположен участок определена степень огнестойкости и категория пожарной и взрывоопасной опасности. Определены меры предотвращения и защиты производственных площадей и работающих при оползнях, селях и обвалах, а также действия людей при этом.

					151900.2016.124.000 ПЗ	Лист
						80
Изм	Лист	№ Докум	Подп.	Дата		

6 ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

6.1 Расчёт себестоимости механической обработки детали

Себестоимость механической обработки годового объёма выпуска деталей $C_{изм.}$ М-н. год определяется по формуле:

$$C_{изм.} \text{ М-н. год} = Z_{изм. год} + Z_{изм. н. год} + A_{изм. пу} + A_{изм. ст} + A_{изм. пл} + C_{изм. рем} + C_{изм. тех. обсл.}$$

где "изм." – означает изменяемые (сравниваемые) операции;

$Z_{изм. год}$ – заработная плата производственных рабочих за выполнение годового объёма выпуска деталей на сравниваемых операциях с учётом отчислений на социальные нужды и выплат из общественных фондов потребления, руб.

$Z_{изм. н. год}$ – заработная плата наладчиков с отчислениями за год, руб.

$A_{изм. пу}$ – годовые затраты на подготовку и возобновление ПУ

$A_{изм. ст}$ – годовые амортизационные отчисления на полное восстановление станков, руб.

$A_{изм. пл}$ – годовые затраты на амортизацию и содержание помещения, занимаемого станками, руб.

$C_{изм. рем}$ – годовые затраты на ремонт (включая капитальный) и техническое обслуживание станка (кроме устройств ЧПУ), руб.

$$Z_{изм. г. год} = \sum (P_{сш} \cdot K_{мш}) \cdot z_{пр} \cdot z_{рк} \cdot N_{пр}, \text{ руб}$$

где $K_{мш}$ – коэффициент, учитывающий многостаночное обслуживание. Для базового варианта $K_{мш}=1$, для проектного $K_{мш}=0,65$.

$z_{пр}$ – коэффициент, учитывающий приработок, $z_{пр} = 1,6$

$z_{рк}$ – районный коэффициент, $z_{рк} = 1,15$

$N_{пр}$ – годовой приведённый выпуск деталей, $N_{пр}=30000$

$P_{сш}$ – сдельная расценка на операцию определяется

$$P_{сш} = \frac{(T_{сш} \cdot T_{шт})}{60}, \text{ руб}$$

где $T_{сш}$ – часовая тарифная ставка. Для базового варианта $T_{сш}=34,51$, для проектного $T_{сш}=38,91$.

$T_{шт}$ – норма штучно-калькуляционного времени, мин

$$T_{шт} = \frac{T_{шт}}{П_1} + T_{шт}, \text{ мин}$$

где $T_{шт}$ – штучное время, мин

						Лист
					151900.2016.124.000 ПЗ	
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		81

$T_{\text{пр}}$ – подготовительно-заключительное время

Π_1 – количество деталей в партии, $\Pi_1=50$ шт

$$T_{\text{шк1}} = \frac{20}{50} + 5,1 = 5,5 \text{ мин}$$

$$T_{\text{шк2}} = \frac{19}{50} + 4,18 = 4,56 \text{ мин}$$

$$T_{\text{шк3}} = \frac{31}{50} + 13,3 = 13,9 \text{ мин}$$

$$P_{\text{с11}} = \frac{34,51 \cdot 5,5}{60} = 3,16 \text{ руб}$$

$$P_{\text{с12}} = \frac{38,91 \cdot 4,56}{60} = 2,96 \text{ руб}$$

$$P_{\text{с13}} = \frac{34,51 \cdot 13,9}{60} = 8,01 \text{ руб}$$

$$Z_{\text{нм.г.год1}} = 11,9 \cdot 1 \cdot 1,6 \cdot 1,15 \cdot 80000 = 656880 \text{ руб}$$

$$Z_{\text{нм.г.год2}} = 8,04 \cdot 0,65 \cdot 1,6 \cdot 1,15 \cdot 80000 = 288475,2 \text{ руб}$$

Определяем $Z_{\text{нм.год}}$

$$Z_{\text{нм.год}} = Z_{\text{нм.г.год}} \cdot Z_g \cdot Z_{\text{стр}} \cdot Z_{\text{общ}} \cdot \text{руб}$$

где Z_g – коэффициент, учитывающий дополнительную заработную плату, производственных рабочих, $Z_g = 1,26$

$Z_{\text{стр}}$ – коэффициент, учитывающий отчисления на социальное страхование, $Z_{\text{стр}} = 1,27\%$

$Z_{\text{общ}}$ – коэффициент, учитывающий выплаты из фондов общественного потребления, $Z_{\text{общ}} = 1,35$

$$Z_{\text{нм.год1}} = 656880 \cdot 1,26 \cdot 1,279 \cdot 1,35 = 1429094,33 \text{ руб}$$

$$Z_{\text{нм.год2}} = 288475,2 \cdot 1,26 \cdot 1,279 \cdot 1,35 = 627600,59 \text{ руб}$$

Определяем $A_{\text{нм.пу}}$ только для проектного варианта

					151900.2016.124.000 ПЗ	Лист
						82
Изм	Лист	№ Докум	Подп.	Дата		

$$A_{\text{изм.пу}} = \frac{K_{\text{изм.пу}} \cdot 1,1}{T_{\text{вып}}}, \text{ руб}$$

где 1,1 – коэффициент учитывающий возобновление перфоленты.

$T_{\text{вып}}$ – средний срок выпуска деталей одного наименования, лет (в расчётах принято 3-5 лет).

$K_{\text{изм.пу}}$ – стоимость подготовки ПУ за год работы станка с ЧПУ, руб.

$$K_{\text{изм.пу}} = K_{\text{пу}} \cdot M_{\text{д}}, \text{ руб}$$

где $K_{\text{пу}}$ – стоимость подготовки ПУ на одно наименование детали, руб.

$$K_{\text{пу}} = A_{\text{п}} + B_{\text{к}} \cdot K_{\text{к}}, \text{ руб}$$

где $A_{\text{п}}$ – постоянная составляющая стоимость ПУ, $A_{\text{п}}=40$ руб

$B_{\text{к}}$ – стоимость одного кадра ПУ, $B_{\text{к}}=4,7$ руб

$K_{\text{к}}$ – количество кадров ПУ, $K_{\text{к}}=80$

$$K_{\text{пу}} = 40 + 4,7 \cdot 80 = 416 \text{ руб}$$

$$K_{\text{изм.пу}} = 416 \cdot 1,450 = 2204,8 \text{ руб}$$

$$A_{\text{изм.пу}} = \frac{2204,8 \cdot 1,1}{4} = 1144 \text{ руб}$$

Определяем $A_{\text{изм.ст}}$

$$A_{\text{изм.ст}} = \frac{(C_{\text{ст}} \cdot S_{\text{пр}} \cdot 1,1 \cdot \text{ав})}{100}, \text{ руб}$$

где $C_{\text{ст}}$ – цена станка.

ав – норма амортизационных отчислений на полное восстановление станка в %.

$S_{\text{пр}}$ – принятое число станков

$$A_{\text{изм.ст1}} = \frac{(490000 \cdot 2 \cdot 1,1 \cdot 5)}{100} = 53900 \text{ руб}$$

$$A_{\text{изм.ст2}} = \frac{(610000 \cdot 2 \cdot 1,1 \cdot 6,7)}{100} = 89914 \text{ руб}$$

Определяем $A_{\text{изм.пл}}$

$$A_{\text{изм.пл}} = H_{\text{пл}} \cdot (f_{\text{ст}} \cdot \Gamma \cdot S_{\text{пр}}), \text{ руб}$$

где $H_{\text{пл}}$ – затраты на амортизацию и содержание одного 1м квадратного площади механического цеха, $H_{\text{пл}}=180$ руб.

						Лист
					151900,2016.124.000 ПЗ	83
Изм.	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		

$f_{ст}$ – площадь станка по габаритам для станка

γ – коэффициент, учитывающий дополнительную площадь

$$A_{нзм.пл.1} = 180 \cdot (3,21 \cdot 3 \cdot 2) = 5200,2 \text{ руб}$$

$$A_{нзм.пл.2} = 180 \cdot (7,7 \cdot 3 \cdot 2) = 11088 \text{ руб}$$

Определяем $C_{нзм.рем}$

$$C_{нзм.рем} = (N_m \cdot R_m + N_e \cdot R_e) \cdot S_{пр}, \text{ руб}$$

где N_m, N_e – среднегодовые нормативы затрат на единицу ремонтно-сложности соответственно механической электротехнической частей станка, руб.

R_m, R_e – категория сложности ремонта станка (механической электротехнической частей).

$$C_{нзм.рем.1} = (274 \cdot 11 + 66 \cdot 8,5) \cdot 2 = 7150 \text{ руб}$$

$$C_{нзм.рем.2} = (329 \cdot 24 + 71 \cdot 21) \cdot 2 = 18774 \text{ руб}$$

Определяем $C_{нзм.тех.обсл}$ для проектного варианта

$$C_{нзм.тех.обсл} = N_{ту} \cdot S_{пр}, \text{ руб}$$

где $N_{ту}$ – годовые затраты на техническое обслуживание и ремонт устройств ЧПУ, руб

$$C_{нзм.тех.обсл} = 8600 \cdot 2 = 17200 \text{ руб}$$

$$C_{нзм. Мо. год.1} = 656880 + 1429094,33 + 53900 + 5200,2 + 7150 = 7150$$

$$C_{нзм. Мо. год.2} = 288475,2 + 627600,59 + 1144 + 89914 + 11088 + 18774 + 17200 = 765720,59$$

Определяем снижение себестоимости продукции

$$b_{себ} = \frac{[C_{м.о.год.1} - C_{м.о.год.2}]}{(C_{м.о.год.1} + (C_{м.о.год.1} - C_{м.о.год.2})) \cdot 100\%} = 48,66$$

Вывод по разделу шесть

Расчёт себестоимости механической обработки по сравниваемым вариантам показывает, что внедрение программных операций для изготовления детали несколько увеличивает амортизационные расходы. Но в то же время значительно снижает себестоимость изготовления детали.

								Лист
								84
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата	151900.2016.124.000 ПЗ			

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведённой работы разработано сверлильное приспособление для обработки 6 - ти отверстий, приспособление контрольное для замера торцового биения, линия анодирования, сверло – зенковка, участок механической обработки, а также был произведён расчёт снижения себестоимости.

Таким образом, цель работы достигнута, задачи – решены.

Результаты работы рекомендуется использовать при изготовлении детали «Шток».

					151900.2016.124.000 ПЗ	Лист
						85
Изм.	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1 Матвеев, В.В. Проектирование экономических технологических процессов в машиностроении / В.В. Матвеев, Ф.И. Бойков, Ю.Н. Свиридов. – Челябинск, 1979. – 111 с.
- 2 Малов, А.Н. Справочник технолога – машиностроителя / А.Н.Малов. – М.: Машиностроение, 1972. – 568 с.
- 3 Общемашиностроительные нормативы времени вспомогательного, на обслуживание рабочего места и подготовительно – заключительного для технического нормирования станочных работ: сборник нормативов / под ред. Р.И. Хисина. – М.: Машиностроение, 1964. – 323 с.
- 4 Королёв, В.А. Справочник конструктора по расчету и проектированию станочных приспособлений / В.А. Королёв, В.Е. Антонюк, С.М. Башеев. – М.: Машиностроение, 1969. – 392 с.
- 5 Нефёдов, Н.А. Сборник задач и примеров по резанию металлов и режущему инструменту / Н.А. Нефёдов, К.А. Осипов. – М.: Машиностроение, 1990. – 448 с.
- 6 Горохов, В.А. Проектирование и расчёт приспособлений: учебное пособие для студентов вузов машиностроительных спец.-М.: Высшая школа, 1986. – 238 с.
- 7 Решетников, Б.А. Проектирование механосборочных цехов: Учебное пособие по курсовой работе / Б.А. Решетников, В.Ю.Рогинский, С.В. Сергеев. – Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 1999. – 82с.
- 8 СНиП 23-05-95. Естественное и искусственное освещение. – М.: Изд – во стандартов, 1975. – 13 с.
- 9 НПБ-105-95 Определение категорий помещений и зданий по взрывопо- жарной и пожарной опасности. – М.: Изд – во стандартов, 2003. – 47 с.
- 10 Баринов, А.В. Чрезвычайные ситуации природного характера и защита от них: учебное пособие /А.В. Баринов. – М.: Изд-во ВЛАДОС – ПРЕСС, 2003.– 496 с.

					151900.2016.124.000 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум	Подп.	Дата		86