

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Южно-Уральский государственный университет  
(национальный исследовательский университет)»  
Филиал ФГАОУ ВО «ЮУрГУ (НИУ)» в г. Златоусте  
Факультет Техники и технологии  
Кафедра технологии машиностроения, станков и инструментов

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ  
Заведующий кафедрой,  
к.т.н., доцент

\_\_\_\_\_ А.В. Бобылев  
\_\_\_\_\_ 2018 г.

Участок групповой механической обработки деталей типа «Штуцер

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА  
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ  
15.03.05.2018.125.ПЗ ВКР

Консультанты:  
Безопасность жизнедеятельности

\_\_\_\_\_ А.В. Бобылев, доцент  
\_\_\_\_\_ 2018 г.

Строительный раздел

\_\_\_\_\_ А.В. Козлов, профессор

Руководитель ВКР

\_\_\_\_\_ Б.А. Решетников, профессор  
\_\_\_\_\_ 2018 г.

Автор ВКР  
студент группы ФТТ-531

\_\_\_\_\_ А.Р. Захарова  
\_\_\_\_\_ 2018 г.

Нормоконтролер

\_\_\_\_\_ И.Н. Миронова, доцент  
\_\_\_\_\_ 2018 г.

Златоуст 2018

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФГАОУ ВО «ЮУрГУ (НИУ)»  
Филиал ФГАОУ ВО «ЮУрГУ (НИУ)» в г. Златоусте  
Факультет Техники и технологии

Направление 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение  
машиностроительных производств  
Кафедра технологии машиностроения, станков и инструментов

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой  
\_\_\_\_\_/А.В.Бобылев/  
\_\_\_\_\_  
2018 г.

ЗАДАНИЕ  
на выпускной квалификационный проект студентки  
Захаровой Альбины Рафиковны

Группа ФТТ-531

1.Тема работы Участок групповой механической обработки деталей типа  
«Штуцер»

утверждена приказом по университету от «04» 04 2018 г. № 580

2.Срок сдачи студентом законченной работы 24 июня 2018 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 –20 000 штук

3.5 Материал преддипломной практики и 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 трехкулачкового патрона с пневмоприводом. Расчет и проектирование резьбонарезной головки. Проектирование приспособления для контроля параметров метрической резьбы. Выводы.

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

4.5 Безопасность жизнедеятельности. Оценка опасных и вредных факторов. Расчет условий эвакуации людей при пожаре. Планирование мероприятий безопасности жизнедеятельности по ее обеспечению в ЧС. Выводы.

4.6 Экономический раздел. Оценка целесообразности внедрения группового технологического процесса. Выводы

Заключение

Библиографический список

---

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

1 Чертежи деталей группы «Штуцер»	1,0
2 Размерный анализ (размерная схема 2-ой проекции)	1,0
3 Патрон трехкулачковый	1,0
4 Резьбонарезная головка М22х1,5–6g – М33 х1,5–6g	1,0
5 Приспособление для контроля параметров метрической резьбы	2,0
6 Планировка участка	1,0

Всего 7,0 листов

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

Раздел	Консультант	Подпись, дата	
		Задание выдал (консультант)	Задание принял (студент)
Безопасность жизнедеятельности	А.В.Бобылев		
Строительный	А.В.Козлов		

7 Дата выдачи задания 28.05.2018

Руководитель: профессор

/Б. А. Решетников/

Задание принял к исполнению: студент

/А.Р.Захарова/

## КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Наименование этапов выпускного квалификационного проекта	Срок выполнения этапов проекта	Отметка о выполнении руководителя
Введение		
Анализ исходных данных	30.05.2018	
Технологический раздел	05.06.2018	
Конструкторский раздел	12.06.2018	
Строительный раздел	13.06.2018	
Безопасность жизнедеятельности	14.06.2018	
Организационно-экономический	15.06.2018	
Оформление проекта	17.06.2018	
Направление на рецензию	24.06.2018	

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ /А.В. Бобылев/

(подпись)

Руководитель ВКР \_\_\_\_\_ /Б.А. Решетников/

(подпись)

Студент \_\_\_\_\_ /А.Р. Захарова/

(подпись)

## АННОТАЦИЯ

Захарова А.Р. Участок групповой механической обработки деталей типа «Штуцер». Выпускная квалификационная работа – Златоуст: ЮУрГУ (НИУ), ТМСИ, 2018; 138 с., 37ил., библиогр. список –21 наим., 7 чертёжей на листе ф. А1.

В рамках работы в соответствии с исходными данными разработан групповой технологический процесс для деталей типа «Штуцер».

В технологическом разделе проведён анализ технологичности деталей и существующих техпроцессов. По комплексной детали составлен размерный анализ. Сформированы операции и назначены режимы резания, нормированы технологические операции.

В конструкторском разделе спроектированы: трехкулачковый патрон с пневмоприводом, резьбонарезная головка и приспособление для контроля параметров метрической резьбы.

В строительном разделе определены количество оборудования и работающих на участке; количество транспортных средств. Рассчитаны площади для складирования заготовок и деталей. Выбран способ транспортирования стружки. Произведена планировка оборудования на участке. Выбран тип, форма и размеры здания.

В разделе безопасность жизнедеятельности проведена оценка опасных и вредных факторов на участке. Проведен расчет условий эвакуации людей при пожаре. Определен план мероприятий по обеспечению безопасности жизнедеятельности в условиях возникновения чрезвычайных ситуаций на предприятии.

В экономическом разделе проведена оценка целесообразности внедрения группового технологического процесса.

					15.03.05.2018.125.ПЗ			
	Лист		Подпись	Дата				
Разраб.	Захарова				Участок групповой механической обработки деталей типа «Штуцер»		Лист	Листов
Провер.	Решетников						4	138
Реценз.							Филиал ФГАОУ ВО «ЮУрГУ» (НИУ) в г. Златоусте Кафедра ТМСИ	
Н. Контр.	Миринова							
Утверд.	Бобылев							

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	7
1 АНАЛИЗ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ.....	8
1.1 Описание узла изделия. Служебное назначение детали .....	8
1.2 Анализ соответствия требований чертежа детали требованиям ее назначения.....	9
1.3 Сравнение отечественных и передовых зарубежных технологий и решений.....	11
1.4 Задачи проектирования .....	14
2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ.....	15
2.1 Анализ технологичности деталей и существующих технологических процессов.....	15
2.2 Разработка предлагаемого варианта технологического процесса.....	16
2.3 Размерный анализ технологического процесса для базовой детали группы .....	37
2.4 Расчет режимов резания .....	51
2.5 Нормирование технологических операций.....	61
3 КОНСТРУКТОРСКИЙ РАЗДЕЛ .....	75
3.1 Проектирование зажимного приспособления – трехкулачкового патрона с пневмоприводом.....	75
3.1.1 Разработка теоретической схемы базирования .....	75
3.1.2 Проектирование схемы приспособления .....	76
3.1.3 Расчет основных элементов приспособления.....	77
3.1.4 Компоновка зажимного приспособления и принцип его работы.....	79
3.2 Проектирование резьбонарезной головки .....	81
3.2.1 Проектирование комплекта гребенок.....	81
3.2.2 Проектирование механизма регулирования диаметра обработки.....	84
3.2.3 Проектирование кулачков .....	86
3.2.4 Компоновка резьбонарезной головки.....	89
3.3 Проектирование приспособления для контроля параметров метрической резьбы .....	91
3.3.1 Разработка схемы приспособления для контроля параметров метрической резьбы .....	91
3.3.2 Компоновка приспособления для контроля параметров метрической резьбы .....	92

3.3.3 Расчет приспособления для контроля параметров метрической резьбы на точность.....	94
4 СТРОИТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ.....	96
4.1 Выбор и определение количества оборудования и работающих .....	96
4.1.1 Исходные данные .....	96
4.1.2 Выбор и определение количества оборудования.....	97
4.1.3 Определение состава и количества работающих .....	99
4.2 Выбор типов и определение количества транспортных средств.....	101
4.2.1 Определение потребного количества мостовых кранов .....	101
4.2.2 Определение потребного количества тележек .....	102
4.3 Расчет площадей для складирования заготовок и деталей .....	103
4.3.1 Расчет основной, вспомогательной и полной площади участка .....	104
4.4 Выбор способа транспортирования стружки .....	104
4.5 Планировка оборудования.....	105
4.5.1 Разработка планировки рабочего места для токарной операции .....	105
4.5.2 Разработка планировки механического участка .....	106
4.6 Выбор типов , формы и определение размеров здания.....	108
5 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ .....	113
5.1 Оценка опасных и вредных факторов на участке групповой механической обработки деталей типа «Штуцер» .....	113
5.2 Расчет условий эвакуации людей при пожаре.....	117
5.3 Планирование мероприятий безопасности жизнедеятельности по ее обеспечению в ЧС .....	123
6 ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ.....	126
6.1 Оценка целесообразности внедрения группового технологического процесса.....	127
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	136
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	137



## ВВЕДЕНИЕ

### Актуальность темы

Научная организация производства должна базироваться на внедрении принципов единой системы технологической подготовки производства, создании автоматизированной системы технологической подготовки производства (АСТПП). АСТПП является важнейшей подсистемой автоматизированной системы управления предприятием (АСУП), главным образом определяющей эффективность всей АСУП. В связи с этим особое значение приобретают разработка и широкое внедрение новых методов технологической подготовки, в основе которых лежит унификация, то есть отказ от индивидуальной технологической подготовки. К таким методам относят методы типовой и групповой технологии.

Более широкие возможности унификации заложены в методе групповой технологии. Основу данного метода составляет группирование изделий (деталей, сборочных единиц) не только по общности их конструктивного оформления, но и по общности технологических операций независимо от их назначения. Внедрение группового метода позволяет сократить сроки технической подготовки производства новых изделий, повысить производительность труда, обеспечить снижение себестоимости продукции, поднять техническую культуру производства и уровень его организации. Работа посвящена этой актуальной.

Цель выпускной квалификационной работы – разработка участка групповой механической обработки деталей типа «Штуцер».

### Задачи работы:

- разработать групповой технологический процесс механической обработки;
- спроектировать для закрепления заготовок трехкулачковый патрон с пневмоприводом;
- спроектировать резбонарезную головку для точения метрической резьбы;
- спроектировать приспособление для контроля параметров метрической резьбы;
- разработать планировку участка групповой механической обработки деталей типа «Штуцер»;
- определить экономический эффект от перевода деталей на метод групповой механической обработки.

Объект работы – участок групповой механической обработки деталей типа «Штуцер».

Предмет работы – процесс разработки участка групповой механической обработки деталей типа «Штуцер». Результаты работы рекомендуется использовать при изготовлении деталей типа «Штуцер».

									Лист
									7
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата	15.03.05.2018.125.ПЗ				

# 1 АНАЛИЗ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ

## 1.1 Описание узла изделия. Служебное назначение детали

Детали входят в сборочный узел трубопроводов, которые входят в состав гидравлической системы изделия специального назначения. Эти детали обеспечивают сборку и крепление трубопроводов в гидросистеме, показанной на рисунке 1.1.

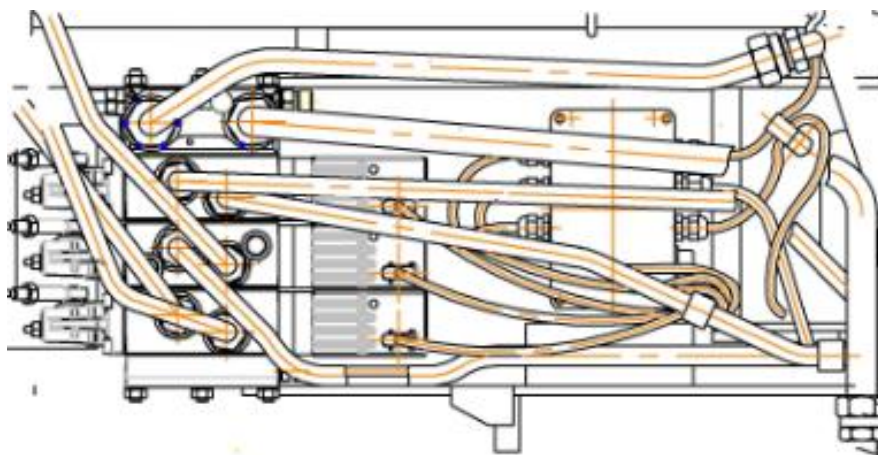


Рисунок 1.1 – Фрагмент узла гидравлической системы

Выбран материал деталей – сталь 40Х ГОСТ 4543-71 (твердость материала после отжига – НВ =217). Это вполне удовлетворяет техническим требованиям в процессе эксплуатации деталей в узле. Характеристика, механические свойства и химический состав стали 40Х занесены в таблицы 1.1–1.3.

Таблица 1.1 – Характеристика стали 40Х

Марка:	40Х
Заменитель:	45Х, 38ХА, 40ХН, 40ХС, 40ХФ, 40ХР
Классификация:	Сталь конструкционная легированная
Применение:	оси, валы, вал-шестерни, плунжеры, штоки, штуцера, шпиндели и другие улучшаемые детали повышенной прочности.

Таблица 1.2 – Механические свойства

Сортамент	Размер	Напр.	$\sigma_B$	$\sigma_T$	$\delta_5$	$\psi$	КСУ
–	мм	–	МПа	МПа	%	%	кДж / м <sup>2</sup>
Пруток	28-55Ø	Прод.	940	800	13	55	850

Изм.	Лист	№ Документа_	Подпись_	Дата
------	------	--------------	----------	------

15.03.05.2018.125.ПЗ

Лист

8







центр заменяет 10-20 старых станков по производительности, по количеству операций. Для разработки деталей типа «Штуцер» в проектируемом технологическом процессе можно применить токарный станок с ЧПУ PUMA 240 MB.

Высокоскоростной токарный центр серии Puma 240 повышенной точности представлен на рисунке 1.6, его характеристики представлены в таблице 1.4. Центры этой серии, оснащенные фрезерной функцией, позволяют выполнять фрезерно-сверлильные операции.



Рисунок 1.6 – Токарный центр серии Puma

Таблица 1.4 – Технические характеристики

	Puma240MB
Перемещение по осям	
по оси X (мм)	205
по оси Z (мм)	580
Автомат смены инструмента (АСИ)	
Ёмкость инструментального магазина (шт)	12
Максимальный диаметр инструмента (мм)	40
Шпиндель	
Скорость шпинделя (об/мин)	4500
Мотор шпинделя - выходная мощность (кВт)	18,5/15
Возможности обработки	
Максимальная длина обработки (мм)	513
Максимальный диаметр обработки (мм)	300



проблем продвижение также весьма незначительно и сводится, в первую очередь, к развитию и совершенствованию маркетинговой политики. Следует отметить упущения руководства предприятий на таком важном направлении, как использование информационных технологий в управлении, разработке и реализации новой или значительно измененной корпоративной стратегии.

Развитие инновационной сферы отраслей машиностроения в направлении широкого освоения прогрессивных технологий обеспечит переход на качественно новый уровень промышленного производства. Широкое внедрение технологий и оборудования нового поколения позволит достичь такого уровня экологической безопасности, ресурсо- и энергосбережения, качества выпускаемой продукции, которые могут способствовать существенному повышению степени импортозамещения и конкурентоспособности на внешнем рынке продукции отраслей машиностроения[3].

Необходимо обновление устаревших фондов, освоение новых технологий, переход к инновационному интенсивному типу развития, связанному с повышением производительности труда и качества продукции.

#### 1.4 Задачи проектирования

Задачами проектирования являются:

- разработать групповой технологический процесс механической обработки;
- спроектировать для закрепления заготовок зажимное приспособление;
- спроектировать резьбонарезную головку для точения метрической резьбы;
- спроектировать приспособление для контроля резьбы;
- разработать планировку участка групповой механической обработки деталей типа «Штуцер »;
- оценить опасные и вредные факторы на групповом участке механической обработки деталей типа «Штуцер»;
- рассчитать условия эвакуации людей при пожаре;
- рассмотреть вопрос планирования мероприятий безопасности жизнедеятельности по ее обеспечению в ЧС;
- определить экономический эффект от перевода деталей на метод групповой механической обработки.

									Лист
									14
Изм.	Лист	№ Документа_	Подпись_	Дата	15.03.05.2018.125.ПЗ				



## 2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

### 2.1 Анализ технологичности деталей и существующих технологических процессов

Для составления качественного технологического процесса изготовления деталей необходимо тщательным образом изучить их конструкцию (см. рисунки 1.2 - 1.5).

Детали представляют собой цилиндр. Наиболее высокие требования к точности формы и расположения, а также шероховатости предъявляются к поверхностям конусов. Так точность конусов должны соответствовать 8 качеству.

Конусы штуцеров представляют собой поверхности вращения относительно высокой точности. Это определяет целесообразность применения токарных операций в 3 прохода.

Штуцера такой конструкции применяют в машиностроении достаточно широко. Штуцера предназначены для сборки и крепления трубопроводов в гидравлической системе крано-манипуляторной установки.

Технические требования, предъявляемые к штуцерам, характеризуются следующими данными. Диаметральные размеры конусов выполняют по IT8 , другие диаметральные размеры по IT14.

Конструкция штуцеров, их размеры и жесткость, технические требования, программа выпуска – основные факторы, определяющие технологию изготовления и применяемое оборудование.

Детали представляют собой тело вращения и состоят из простых конструктивных элементов, представленных в виде тел вращения круглого сечения различного диаметра и длины. На штуцерах имеются резьбы. Длина штуцеров составляет 54 мм и 48 мм, максимальный диаметр равен 41 мм и 36 мм, а минимальный – 13 мм и 17 мм.

Исходя из конструктивного назначения детали в машине, все поверхности этой детали можно разбить на 2 группы:

- основные или рабочие поверхности;
- свободные или нерабочие поверхности.

Почти все поверхности штуцеров относятся к основным, потому что сопрягаются с соответствующими поверхностями других деталей машин или же непосредственно участвуют в рабочем процессе машины. Это объясняет достаточно высокие требования к точности обработки детали и степени шероховатости, указанные на чертеже.

Деталь имеет поверхности легкодоступные для обработки; достаточная жесткость детали позволяет обрабатывать ее на станках с наиболее производительными режимами резания. Данная деталь является технологичной,

									Лист
									15
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата	15.03.05.2018.125.ПЗ				

так как содержит простые профили поверхностей, ее обработка не требует специально разработанных приспособлений и станков. Поверхности штуцеров обрабатываются на токарном станке. Необходимая точность размеров и шероховатость поверхностей достигаются относительно небольшим набором несложных операций, а также набором стандартных резцов и сверл.

Изготовление детали отличается трудоемкостью, что связано, прежде всего, с обеспечением технических условий работы детали, необходимой точностью размеров, шероховатостью рабочих поверхностей. Итак, деталь является технологичной с точки зрения конструкции и способов обработки.

Материал, из которого выполнены штуцера 40Х относятся к группе среднеуглеродистых конструкционных сталей. Применяется для средненагруженных деталей, работающих при небольших скоростях и средних удельных давлениях. После закалки детали можно использовать в условиях нагрузки и давления.

В комплекс работ по снижению трудоемкости и себестоимости изготовления входит: повышение серийности посредством стандартизации, унификации и группирования деталей и их элементов по конструктивно – технологическим признакам.

При анализе конструкции деталей видно, что они представляют собой корпусную деталь, у всех деталей есть общность геометрической формы и поверхностей подлежащих обработке поэтому их можно сгруппировать в комплексную деталь, которая содержит в своей конструкции все основные элементы.

Проанализировав базовые тех. процессы изготовления деталей «Штуцер» можно сделать вывод, что для этих деталей можно создать единый групповой тех. процесс. Группирование деталей можно произвести по преобладающим видам обработки, единству их технологического значения и общности наладки оборудования [4].

## 2.2 Разработка предлагаемого варианта технологического процесса

### Обоснование выбора заготовки.

Метод получения заготовки соответствует назначению и конструкции детали, техническим требованиям предъявляемым к ней.

Для деталей типа «Штуцер» рационально использовать заготовку, полученную сортовым прокатом. Согласно техническим требованиям к деталям группы, детали допускается изготавливать из стали 40Х ГОСТ 4543 – 71.

Так как годовая программа определена в 20 000 шт, а масса готовой детали – 0,13 кг, то характер производства серийное. В этом случае целесообразно в качестве заготовки для деталей А, Б, В и Г выбирать горячекатаный прутки ГОСТ 2590–88 круглого сечения с шероховатостью Ra 50 и дефектным слоем Т – 60 мкм, показанный на рисунке 2.1. Это связано с тем, что для изготовления

									Лист
									16
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата	15.03.05.2018.125.ПЗ				

данных деталей нецелесообразно применять такие виды заготовок как: штамповка, ковка, отливка, поковка [2].

Заготовка из прутка (круглого, квадратного, шестигранного) применяются для деталей, по конфигурации приближающихся к какому – либо виду данного проката, когда нет значительной разницы в поперечном сечениях детали и когда можно при получении окончательной её формы избежать снятия большого количества металла. Изготавливаемые из проката детали имеют сравнительно небольшие размеры, что позволяет изготовить все детали группы.

По полученным данным в ходе выполнения размерного анализа технологического процесса в разделе 2.3 будут установлены окончательные размеры заготовок для деталей группы.

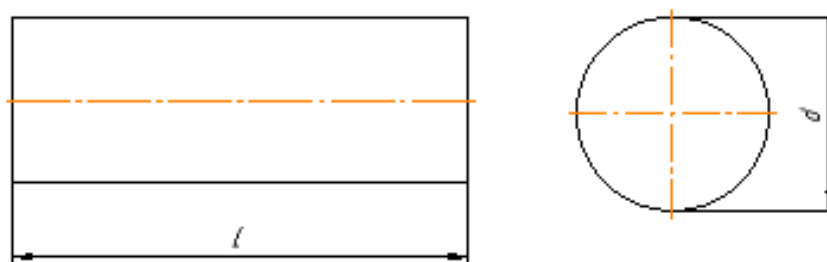


Рисунок 2.1 – Эскиз заготовки.

Для определения последовательности обработки принимаются базы [3]. Определяются базы исходя из назначения детали в узле сборки. Принятые базы указаны в таблице 2.1

Таблица 2.1 – Определение базовых поверхностей

Деталь	Основная поверхность	Функциональная поверхность	Вспомогательная поверхность
А	Наружняя цилиндрическая поверхность $\varnothing 336g$ ; наружная цилиндрическая поверхность $\varnothing 36h12$	Наружная резьба $M33 \times 1.5-6g$	Остальные поверхности
Б	Наружняя цилиндрическая поверхность $\varnothing 306g$ ; наружная цилиндрическая поверхность $\varnothing 36h12$	Наружная резьба $M30 \times 1.5-6g$	Остальные поверхности
В	Наружняя цилиндрическая поверхность $\varnothing 336g$ ; наружная цилиндрическая поверхность $\varnothing 41h12$	Наружная резьба $M22 \times 1.5-6g$ ; наружная резьба $M33 \times 1.5-6g$	Остальные поверхности
Г	Наружняя цилиндрическая поверхность $\varnothing 336g$ ; наружная цилиндрическая поверхность $\varnothing 41h12$	Наружная резьба $M22 \times 1.5-6g$ ; наружная резьба $M33 \times 1.5-6g$	Остальные поверхности

Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата

15.03.05.2018.125.ПЗ

Лист

17

Определяем количество переходов табличным методом [3] и занесем их в таблицы 2.2 – 2.6.

Таблица 2.2 – Количество переходов для обработки поверхностей детали А

Размер поверхности	Квалитет допуска	Шероховатость Ra, мкм	Переход	Квалитет допуска	Шероховатость Ra, мкм
Наружные цилиндрические поверхности					
1. Ø36	h12	6.3	Обтачивание черновое Обтачивание получистовое	IT12 IT9	25 6.3
2. M33 x 1,5-6g	g6	3.2	Обтачивание черновое Обтачивание получистовое Точение резьбонарезной головкой	IT12 IT11 IT6	25 12.5 3.2
3. Ø24	h14	6,3	См. п. 1		
4. Ø31; 3 js14; R0,8; R0,5; 1x45°	h14	6.3	Точение канавки получистовое Точение канавки чистовое	IT12 IT9	12.5 6.3
Поверхности отверстий					
5. Ø20	H9	6,3	Сверление Растачивание получистовое	IT12 IT9	25 6,3
6. Ø17 ; Ø13	H8	1,25	Растачивание конуса черновое Растачивание конуса получистовое Растачивание конуса чистовое	IT12 IT10 IT7	25 6.3 1.25
7. Ø27 ; Ø20	H9	1,25	См. п. 5		
Плоские поверхности					
8.48(левый торец)	js 14	6.3	Торцевое точение :черновое получистовое чистовое	IT14 IT12 IT9	50 25 6.3
9.48(правый торец)	js 14	6,3	См. п. 8		
10.18(правый торец)	js14	6,3	См. п. 8		
11.19(левый торец)	js14	6,3	См. п. 8		
12.32	h12	6.3	Фрезерование черновое Фрезерование чистовое	IT13 IT10	25 6.3
13. 0,8x45°	js14	6.3	Точение фаски	IT9	6.3
14. 0,8x45°	js14	6.3	См. П. 12		
15. 2x30°	js14	6.3	См. П. 12		
16. 1,5x30°	js14	6.3	См. П. 12		

Таблица 2.3 – Количество переходов для обработки поверхностей детали Б

Размер поверхности	Квалитет допуска	Шероховатость Ra, мкм	Переход	Квалитет допуска	Шероховатость Ra, мкм
Наружные цилиндрические поверхности					
1. Ø36	h12	6.3	Обтачивание черновое Обтачивание получистовое	IT12 IT9	25 6.3
2. M33 x 1,5-6g	g6	3.2	Обтачивание черновое Обтачивание получистовое Точение резьбы накатной головкой	IT12 IT11 IT6	25 12.5 3.2
3. Ø24	h14	6,3	См. п. 1		
4. Ø28; 3 js14; R0,8; R0,5; 2x45°	h14	6.3	Точение канавки получистовое Точение канавки чистовое	IT12 IT9	12.5 6.3
Поверхности отверстий					
5. Ø17	H8	6,3	Сверление Растачивание получистовое	IT12 IT10	25 6,3
6. Ø17 ; Ø20	H7	1,25	Растачивание конуса: черновое получистовое чистовое	IT12 IT10 IT7	25 6,3 1.25
7. Ø27 ; Ø24	H8	1,25	См. п. 6		
Плоские поверхности					
8.48(левый торец)	js 14	6.3	Торцевое точение :черновое получистовое чистовое	IT14 IT12 IT9	50 25 6.3
9.48(правый торец)	js 14	6,3	См. п. 8		
10.18(правый торец)	js14	6,3	См. п. 8		
11.19(левый торец)	js14	6,3	См. п. 8		
12.32	h12	6.3	Фрезерование черновое Фрезерование чистовое	IT13 IT10	25 6.3
13. 0,8x45°	js14	6.3	Точение фаски	IT9	6.3
14. 1,2x45°	js14	6.3	См. П. 13		
15. 2,5x30°	js14	6.3	См. П. 13		
16. 2,5x30°	js14	6.3	См. П. 13		

Таблица 2.4 – Количество переходов для обработки поверхностей детали В

Размер поверхности	Квалитет допуска	Шероховатость Ra, мкм	Переход	Квалитет допуска	Шероховатость Ra, мкм
Наружные цилиндрические поверхности					
1. Ø41	h12	6.3	Обтачивание черновое Обтачивание получистовое	IT12 IT9	25 6.3
2. M22 x 1,5-6g	g6	3.2	Обтачивание черновое Обтачивание получистовое Точение резьбы накатной головкой	IT12 IT11 IT6	25 12.5 3.2
3. M33 x 1,5-6g	g6	3,2	См. п. 2		
4. Ø31; 3 js14; R1; R0,5; 1x45°	h14	6.3	Точение получистовое Точение канавки чистовое	IT12 IT9	12.5 6.3
5. Ø20; 3 js14; R1; R0,5; 1x45°	h14	6,3	См. п. 4		
Поверхности отверстий					
6. Ø13	H8	6,3	Сверление Растачивание получистовое	IT12 IT10	25 6,3
7. Ø17 ; Ø13	H8	1,25	Растачивание конуса черновое Растачивание конуса получистовое Растачивание конуса чистовое	IT12 IT10 IT7	25 6.3 1.25
8. Ø27 ; Ø13	H8	1,25	См. п. 7		
Плоские поверхности					
9.54(левый торец)	js 14	6.3	Торцевое точение : черновое получистовое чистовое	IT14 IT12 IT9	50 25 6.3
10.54(правый торец)	js 14	6,3	См. п. 19		
11.19(правый торец)	js14	6,3	См. п. 9		
12.21(левый торец)	js14	6,3	См. п. 9		
13.36	h12	6.3	Фрезерование черновое Фрезерование чистовое	IT13 IT10	25 6.3
14. 1x45°	js14	6.3	Точение фаски	IT9	6.3
15. 1x45°	js14	6.3	См. П. 14		
16. 2,5x20°	js14	6.3	См. П. 14		
17. 4,5x20°	js14	6.3	См. П. 14		

Изм.	Лист	№ Документа_	Подпись_	Дата
------	------	--------------	----------	------

15.03.05.2018.125.ПЗ

Лист

20

Таблица 2.5 – Количество переходов для обработки поверхностей детали Г

Размер поверхности	Квалитет допуска	Шероховатость Ra, мкм	Переход	Квалитет допуска	Шероховатость Ra, мкм
Наружные цилиндрические поверхности					
1. Ø41	h12	6.3	Обтачивание черновое Обтачивание получистовое	IT12 IT9	25 6.3
2. M22 x 1,5-6g	g6	3.2	Обтачивание черновое Обтачивание получистовое Точение резьбы накатной головкой	IT12 IT11 IT6	25 12.5 3.2
3. Ø33	h14	6,3	См. п. 1		
4. M33 x 1,5-6g	g6	3,2	См. п. 2		
5. Ø20.5; 3 js14; R1; R0,5; 1x45°	h14	6.3	Точение канавки получистовое Точение канавки чистовое	IT12 IT9	12.5 6.3
6. Ø31; 3 js14; R1; R0,5; 0,75x45°	h14	6,3	См. п. 5		
Поверхности отверстий					
7. Ø13	H8	6,3	Сверление Растачивание получистовое	IT12 IT10	25 6,3
8. Ø17 ; Ø13	H8	1,25	Растачивание конуса черновое Растачивание конуса получистовое Растачивание конуса чистовое	IT12 IT10 IT7	25 6.3 1.25
9. Ø27 ; Ø13	H8	1,25	См. п. 8		
Плоские поверхности					
10.54(левый торец)	js 14	6.3	Торцевое точение : черновое получистовое чистовое	IT14 IT12 IT9	50 25 6.3
11.54(правый торец)	js 14	6,3	См. п. 10		
12.19(правый торец)	js14	6,3	См. п. 10		
13.21(левый торец)	js14	6,3	См. п. 10		
14.21.5(правый торец)	js14	6,3	См. п. 10		
15.36	h12	6.3	Фрезерование черновое Фрезерование чистовое	IT13 IT10	25 6.3
16. 1x45°	js14	6.3	Точение фаски	IT9	6.3

Окончание таблицы 2.5

Размер поверхности	Квалитет допуска	Шероховатость Ra, мкм	Переход
17. 1x45°	js14	6.3	См. П. 16
18. 2.5x20°	js14	6.3	См. П. 16
19. 2.5x20°	js14	6.3	См. П. 16

Таблица 2.6 – Количество переходов для обработки поверхностей комплексной детали

Размер поверхности	Квалитет допуска	Шероховатость Ra, мкм	Переход	Квалитет допуска	Шероховатость Ra, мкм
Наружные цилиндрические поверхности					
1. Ø41	h12	6.3	Обтачивание черновое Обтачивание получистовое	IT12 IT9	25 6.3
2. M22 x 1,5-6g	g6	3.2	Обтачивание черновое Обтачивание получистовое Точение резьбы накатной головкой	IT12 IT11 IT6	25 12.5 3.2
3. Ø33	h14	6,3	См. п. 1		
4. M33 x 1,5-6g	g6	3,2	См. п. 2		
5. Ø20.5; 3 js14; R1; R0,5; 1x45°	h14	6.3	Точение канавки получистовое Точение канавки чистовое	IT12 IT9	12.5 6.3
6. Ø31; 3 js14; R1; R0,5; 0,75x45°	h14	6,3	См. п. 5		
Поверхности отверстий					
7. Ø13	H8	6,3	Сверление Растачивание получистовое	IT12 IT10	25 6,3
8. Ø17 ; Ø13	H8	1,25	Растачивание конуса черновое Растачивание конуса получистовое Растачивание конуса чистовое	IT12 IT10 IT7	25 6,3 1.25
9. Ø27 ; Ø13	H8	1,25	См. п. 8		
Плоские поверхности					
10.54(левый торец)	js 14	6.3	Торцевое точение : черновое получистовое чистовое	IT14 IT12 IT9	50 25 6.3



## Окончание таблицы 2.6

Размер поверхности	Квалитет допуска	Шероховатость Ra, мкм	Переход		
11.54(правый торец)	js 14	6,3	См. п. 10		
12.19(правый торец)	js14	6,3	См. п. 10		
13.21(левый торец)	js14	6,3	См. п. 10		
14.21.5(правый торец)	js14	6,3	См. п. 10		
15.36	h12	6.3	Фрезерование черновое	IT13	25
			Фрезерование чистовое	IT10	6.3
16. 1x45°	js14	6.3	Точение фаски	IT9	6.3
17. 1x45°	js14	6.3	См. П. 16		
18. 2.5x20°	js14	6.3	См. П. 16		
19. 2.5x20°	js14	6.3	См. П. 16		

Формирование детали операций и маршрутной технологии обработки деталей производится с целью определения порядка переходов для обработки конкретной детали группы и составления групповых технологических операций. Операций, которые являются общими для всех деталей группы, с общей технологической оснасткой для данного типа оборудования. Конечным результатом формирования, которых будет совокупность групповых технологических операций, обеспечивающих обработку различных деталей группы по общему технологическому маршруту и в соответствии с требованиями чертежа [4].

Маршрутная технология обработки деталей А, Б, В, Г представлены в таблицах 2.7 – 2.11.

Разработанные детали операции, переходы для обработки всех деталей группы в соответствии с таблицами 2.7 – 2.11 приведены в таблицах 2.12 – 2.17 [3].

Таблица 2.7 – Маршрутная технология обработки детали А

№ операции	Код	Наименование операции, Мод.оборудования	Содержание операции
			Деталь А
00	2171	Заготовительная	
10	4233	Токарная с ЧПУ , мод. PUMA 240 MB	Черновое точение правого торца 48js14; черновая обработка поверхности Ø24h14 на длину 18 мм ; черновое точение правого торца 18 js14; черновая обработка поверхности Ø36h12 на длину 11 мм ; сверление отверстия Ø20H9напроход.
20	4233	Токарная с ЧПУ , мод. PUMA 240 MB	Черновое точение левого торца 48 js14 ; черновая обработка поверхности под резьбу Ø33 g 6 ; черновое растачивание конуса с 27 H9 до Ø20 H9 ;37°±1 °*.
30(1)	4233	Токарная с ЧПУ , мод. PUMA 240 MB	Получистовое точение правого торца 48 js14 ; получистовая обработка поверхности Ø24h14 на длину 18 мм ; получистовое точение правого торца 18 js14 ; получистовая обработка поверхности Ø36h12 на длину 11 мм ; получистовое растачивание отверстия Ø20H9напроход; черновое фрезерование шестигранника 32h12.
30(2)	4233	Токарная с ЧПУ , мод. PUMA 240 MB	Чистовое точение правого торца 48 js14 ; точение фаски1,2x45°; чистовое точение правого торца 18 js14; чистовое фрезерование шестигранника 32h12.
40(1)	4233	Токарная с ЧПУ , мод. PUMA 240 MB	Получистовое точение левого торца 48 js14; получистовая обработка поверхности под резьбу Ø33 g 6 ; получистовое точение резьбовой канавки , выдерживая размеры 3js14; R0,5;R0,8;угол45°; получистовое растачивание конуса с 27 H8 до Ø13 H8 ;37°±1 °*.
40(2)	4233	Токарная с ЧПУ , мод. PUMA 240 MB	Чистовое точение левого торца 54 js14; чистовая обработка поверхности под резьбу Ø33 g 6 ; чистовое точение резьбовой канавки , выдерживая размеры 3js14; R0,5; R1 ; угол45°; чистовое точение левого торца 21 js14; точение фаски на угол 30°; чистовое растачивание конуса с 27 H8 до Ø13 H8 ;37°±1 °*; точение резьбы M33 x 1,5-6g резьбонакатной головкой.

Изм.	Лист	№ Документа_	Подпись_	Дата
------	------	--------------	----------	------

15.03.05.2018.125.ПЗ

Лист

24

Окончание таблицы 2.7

№ операции	Код	Наименование операции, Мод.оборудования	Содержание операции
			Деталь А
50	0108	Слесарная, верстак слесарный	Зачистка заусенцев, притупление острых кромок.
60	0180	Маркирование	Маркировка на бирке номера детали, индекс изделия на партию деталей.
70	7100	Получение покрытия	Нанести на детали покрытие
80	0260	Контрольная	Контролировать параметры детали

Таблица 2.8 – Маршрутная технология обработки детали Б

№ операции	Код	Наименование операции, Мод.оборудования	Содержание операции
			Деталь Б
00	2171	Заготовительная	
10	4233	Токарная с ЧПУ , мод. PUMA 240 MB	Черновое точение правого торца 48js14; черновое точение Ø24h14 на длину 18мм; черновое точение правого торца 18 js14; черновое обтачивание Ø36h12 на длину 11 мм; сверление отверстия Ø17H8напроход; черновое растачивание конуса с Ø17 H8 до Ø20 H8 ;37°±1 °*.
20	4233	Токарная с ЧПУ , мод. PUMA 240 MB	Черновое точение левого торца 48 js14 ; черновая обработка поверхности под резьбу Ø33 g 6 ; черновое растачивание конуса с 17 H8 до Ø24 H8 ;37°±1 °*.
30(1)	4233	Токарная с ЧПУ , мод. PUMA 240 MB	Получистовое точение правого торца 48 js14 ; получистовое точение Ø24h14 на длину 18 мм; получистовое точение правого торца 18js14; получистовое обтачивание Ø36h12 на длину 11 мм; получистовое растачивание отверстия Ø17H8напроход; получистовое растачивание конуса с Ø17 H8 до Ø20 H8 ;37°±1 °*; черновое фрезерование шестигранника 32h12.

Изм.	Лист	№ Документа_	Подпись_	Дата
------	------	--------------	----------	------

15.03.05.2018.125.ПЗ

Лист

25

Окончание таблицы 2.8

№ операции	Код	Наименование операции, Мод.оборудования	Содержание операции
			Деталь Б
30(2)	4233	Токарная с ЧПУ , мод. PUMA 240 MB	Чистовое точение правого торца 48js14; чистовое точение правого торца 18 js14 ; точение фаски на Ø36h14 на угол 30° ; чистовое растачивание конуса с Ø17 Н8 до Ø20 Н8 ;37°±1 °*; чистовое фрезерование шестигранника 32h12.
40(1)	4233	Токарная с ЧПУ , мод. PUMA 240 MB	Получистовое точение левого торца 48js14 ; получистовая обработка поверхности под резьбу Ø33 g 6 ; получистовое точение зарезьбовой канавки , выдерживая размеры 3js14; R0,5; R0,8 ; угол 45 °; получистовое растачивание конуса с 17 Н8 до Ø24 Н8 ;37°±1 °*.
40(2)	4233	Токарная с ЧПУ , мод. PUMA 240 MB	Чистовое точение левого торца 48 js14 ; точение фаски 1x45° на 33 g 6; чистовое точение зарезьбовой канавки , выдерживая размеры 3js14; R0,5; R0,8 ; угол 45 °; точение фаски на Ø36h14 на угол 30° ; чистовое растачивание конуса с 24 Н8 до Ø17 Н8 ;37°±1 °*; точение резьбы М33 x 1,5-6g резьбонакатной головкой.
50	0108	Слесарная, верстак слесарный	Зачистка заусенцев, притупление острых кромки.
60	0180	Маркирование	Маркировка на бирке номера детали, индекс изделия на партию деталей.
70	7100	Получение покрытия	Нанести на детали покрытие
80	0260	Контрольная	Контролировать параметры детали

Таблица 2.9 – Маршрутная технология обработки детали В

№ операции	Код	Наименование операции, Мод.оборудования	Содержание операции
			Деталь В
00	2171	Заготовительная	
10	4233	Токарная с ЧПУ , мод. PUMA 240 MB	Черновое точение правого торца 54js14; черновая обработка поверхности под резьбу Ø22 g 9 ; черновое точение правого торца 19 js14; черновое точение Ø41h14 на длину 14 мм;

Продолжение таблицы 2.9

№ операции	Код	Наименование операции, Мод.оборудования	Содержание операции
			Деталь В
			черновое обтачивание Ø41h14 надлину 11,5мм; сверление отверстия Ø13H8напроход; черновое растачивание конуса с Ø17 H8 до Ø13 H8 ;37°±1 °*.
20	4233	Токарная с ЧПУ , мод. PUMA 240 MB	Черновое точение левого торца 54 js14 ; черновая обработка поверхности под резьбу Ø33 g 6 ; черновое точение левого торца 21 js14; черновое растачивание конуса с 27 H8 до Ø13 H8 ;37°±1 °*.
30(1)	4233	Токарная с ЧПУ , мод. PUMA240 MB	Получистовое точение правого торца 54 js14; получистовая обработка поверхности под резьбу Ø22 g 6 ; получистовое точение резьбовой канавки , выдерживая размеры 3js14; R0,5; R1 ; угол45°; получистовое точение правого торца 19 js14; получистовое обтачивание Ø41h14 на длину 11,5 мм; черновое фрезерование шестигранника 36h12.
30(2)	4233	Токарная с ЧПУ , мод. PUMA 240 MB	Чистовое точение правого торца 54js14; чистовое точение резьбовой канавки , выдерживая размеры 3js14; R0,5; R1 ; угол45°; чистовое точение правого торца 19js14; точение фаски на Ø36h14 на угол 20° ; чистовое фрезерование шестигранника 36h12.
40(1)	4233	Токарная с ЧПУ , мод. PUMA 240 MB	Получистовое точение левого торца 54 js14; получистовая обработка поверхности под резьбу Ø33 g 6 ; получистовое точение резьбовой канавки , выдерживая размеры 3js14; R0,5; R1 ; угол45°; получистовое точение левого торца 21 js14; получистовое растачивание конуса с 27 H8 до Ø13 H8 ;37°±1 °*.
40(2)	4233	Токарная с ЧПУ , мод. PUMA 240 MB	Чистовое точение левого торца 54 js14; чистовая обработка поверхности под резьбу Ø33 g 6 ; чистовое точение резьбовой канавки , выдерживая размеры 3js14; R0,5; R1 ; угол45°; точение фаски на Ø36h14 на угол 20° ; чистовое точение левого торца 21 js14; чистовое растачивание конуса с 27 H8 до Ø13 H8 ;37°±1 °;

Окончание таблицы 2.9

№ операции	Код	Наименование операции, Мод.оборудования	Содержание операции
			Деталь В
			точение резьбы М33 х 1,5-6г резьбонакатной головкой.
40(2)	4233	Токарная с ЧПУ , мод. PUMA 240 MB	Чистовое точение левого торца 54 js14; чистовая обработка поверхности под резьбу Ø33 g 6 ; чистовое точение зарезьбовой канавки , выдерживая размеры 3js14; R0,5; R1 ; угол45°; точение фаски на Ø36h14 на угол 20° ; чистовое точение левого торца 21 js14; чистовое растачивание конуса с 27 Н8 до Ø13 Н8 ;37°±1°; точение резьбы М33 х 1,5-6г резьбонакатной головкой.
50	0108	Слесарная, верстак слесарный	Зачистка заусенцев, притупление острых кромок.
60	0180	Маркирование	Маркировка на бирке номера детали, индекс изделия на партию деталей.
70	7100	Получение покрытия	Нанести на детали покрытие
80	0260	Контрольная	Контролировать параметры детали

Таблица 2.10 – Маршрутная технология обработки детали Г

№ операции	Код	Наименование операции, Мод.оборудования	Содержание операции
			Деталь Г
00	2171	Заготовительная	
10	4233	Токарная с ЧПУ , мод. PUMA 240 MB	Черновое точение правого торца 54js14; черновая обработка поверхности под резьбу Ø22 g 9 ; черновое точение правого торца 19 ; черновое точение Ø33h14 на длину 2,5 мм; черновое точение правоготорца21,5js14; черновое обтачивание Ø41h14 на длину 11,5 мм; сверление отверстия Ø13Н8напроход; черновое растачивание конуса с Ø17 Н8 до Ø13 Н8 ;37°±1 °*.
20	4233	Токарная с ЧПУ , мод. PUMA 240 MB	Черновое точение левого торца 54 js14 ; черновая обработка поверхности под резьбу Ø33 g 6 ; черновое точение левого торца 21 js14; черновое растачивание конуса с 27 Н8 до Ø13 Н8 ;37°±1 °*.

Продолжение таблицы 2.10

№ операции	Код	Наименование операции, Мод.оборудования	Содержание операции
			Деталь Г
30(1)	4233	Токарная с ЧПУ , мод. PUMA 240 MB	Получистовое точение правого торца 54 js14; получистовая обработка поверхности под резьбу Ø22 g 6 ; получистовое точение резьбовой канавки , выдерживая размеры 3js14; R0,5; R1 ; угол45°; получистовое точение правого торца 19 js14; получистовое точение Ø33h14 на длину 2,5мм; получистовое точение правого торца 21,5 js14 ; получистовое обтачивание Ø41h14 на длину 11,5 мм; получистовое растачивание отверстия Ø13H8напроход; получистовое растачивание конуса с Ø17 H8 до Ø13 H8 ;37°±1 °*; черновое фрезерование шестигранника , соблюдая размеры Ø36 h14 .
30(2)	4233	Токарная с ЧПУ , мод. PUMA 240 MB	Чистовое точение правого торца 54js14; точение фаски 1x45° на Ø22 g 6; чистовое точение резьбовой канавки , выдерживая размеры 3js14; R0,5; R1 ; угол45°; чистовое точение правого торца 19js14; чистовое точение правоготорца21,5js14; точение фаски на угол 20° с Ø36 h14; чистовое растачивание конуса с Ø17 H8 до Ø13 H8 ;37°±1 °*; чистовое фрезерование шестигранника, соблюдая размеры Ø36 h14 ; точение резьбы M22 x 1,5-6g резьбонакатной головкой.
40(1)	4233	Токарная с ЧПУ , мод. PUMA 240 MB	Получистовое точение левого торца 54 js14; получистовая обработка поверхности под резьбу Ø33 g 6 ; получистовое точение резьбовой канавки , выдерживая размеры 3js14; R0,5; R1 ; угол45°; получистовое точение левого торца 21 js14; получистовое растачивание конуса с 27 H8 до Ø13 H8 ;37°±1 °*.
40(2)	4233	Токарная с ЧПУ , мод. PUMA 240 MB	Чистовое точение левого торца 54 js14 ; точение фаски 1x45° на 33 g 6; чистовое точение резьбовой канавки , выдерживая размеры 3js14; R0,5; R1 ; угол45°; чистовое точение левого торца 21 js14; точение фаски на Ø36h14 на угол 20° ;

Окончание таблицы 2.10

№ операции	Код	Наименование операции, Мод.оборудования	Содержание операции
			Деталь Г
			чистовое растачивание конуса с 27 Н8 до Ø13 Н8 ; $37^{\circ} \pm 1$ °*; точение резьбы М33 х 1,5-6г резьбонакатной головкой.
50	0108	Слесарная, верстак слесарный	Зачистка заусенцев, притупление острых кромок.
60	0180	Маркирование	Маркировка на бирке номера детали, индекс изделия на партию деталей.
70	7100	Получение покрытия	Нанести на детали покрытие
80	0260	Контрольная	Контролировать параметры детали

Таблица 2.11 – Маршрутная технология обработки комплексной детали

№ операции	Код	Наименование операции, Мод.оборудования	Содержание операции
			Комплексная деталь
00	2171	Заготовительная	
10	4233	Токарная с ЧПУ , мод. PUMA 240 MB	Черновое точение правого торца 54js14; черновая обработка поверхности под резьбу Ø22 g 9 ; черновое точение правого торца 19 ; черновое точение Ø33h14 на длину 2,5 мм; черновое точение правоготорца21,5js14; черновое обтачивание Ø41h14 на длину 11,5 мм; сверление отверстия Ø13Н8напроход; черновое растачивание конуса с Ø17 Н8 до Ø13 Н8 ; $37^{\circ} \pm 1$ °*.
20	4233	Токарная с ЧПУ , мод. PUMA 240 MB	Черновое точение левого торца 54 js14 ; черновая обработка поверхности под резьбу Ø33 g 6 ; черновое точение левого торца 21 js14; черновое растачивание конуса с 27 Н8 до Ø13 Н8 ; $37^{\circ} \pm 1$ °*.
30(1)	4233	Токарная с ЧПУ , мод. PUMA 240 MB	Получистовое точение правого торца 54 js14; получистовая обработка поверхности под резьбу Ø22 g 6 ; получистовое точение зарезьбовой канавки , выдерживая размеры 3js14; R0,5; R1 ; угол45°; получистовое точение правого торца 19 js14;

Изм.	Лист	№ Документа_	Подпись_	Дата

15.03.05.2018.125.ПЗ

Лист

30



Продолжение таблицы 2.11

№ операции	Код	Наименование операции, Мод.оборудования	Содержание операции
			Комплексная деталь
			получистовое точение Ø33h14 на длину 2,5 мм; получистовое точение правого торца 21,5 js14 ; получистовое обтачивание Ø41h14 на длину 11,5 мм; получистовое растачивание отверстия Ø13H8напроход; получистовое растачивание конуса с Ø17 H8 до Ø13 H8 ;37°±1 °*; черновое фрезерование шестигранника , соблюдая размеры Ø36 h14 .
30(2)	4233	Токарная с ЧПУ , мод. PUMA 240 MB	Чистовое точение правого торца 54js14; точение фаски 1x45° на Ø22 g 6; чистовое точение резьбовой канавки , выдерживая размеры 3js14; R0,5; R1 ; угол45°; чистовое точение правого торца 19js14; чистовое точение правоготорца21,5js14; точение фаски на угол 20° с Ø36 h14; чистовое растачивание конуса с Ø17 H8 до Ø13 H8 ;37°±1 °*; чистовое фрезерование шестигранника, соблюдая размеры Ø36 h14 ; точение резьбы M22 x 1,5-6g резьбонакатной головкой.
40(1)	4233	Токарная с ЧПУ , мод. PUMA 240 MB	Получистовое точение левого торца 54 js14; получистовая обработка поверхности под резьбу Ø33 g 6 ; получистовое точение резьбовой канавки , выдерживая размеры 3js14; R0,5; R1 ; угол 45 °; получистовое точение левого торца 21 js14; получистовое растачивание конуса с 27 H8 до Ø13 H8 ;37°±1 °*.
40(2)	4233	Токарная с ЧПУ , мод. PUMA 240 MB	Чистовое точение левого торца 54 js14 ; точение фаски 1x45° на 33 g 6; чистовое точение резьбовой канавки , выдерживая размеры 3js14; R0,5; R1 ; угол45°; чистовое точение левого торца 21 js14; точение фаски на Ø36h14 на угол 20° ; чистовое растачивание конуса с 27 H8 до Ø13 H8 ;37°±1 °*; точение резьбы M33 x 1,5-6g резьбонакатной головкой.
50	0108	Слесарная, верстак слесарный	Зачистка заусенцев, притупление острых кромок.

Окончание таблицы 2.11

№ операции	Код	Наименование операции, Мод.оборудования	Содержание операции
			Комплексная деталь
60	0180	Маркирование	Маркировка на бирке номера детали, индекс изделия на партию деталей.
70	7100	Получение покрытия	Нанести на детали покрытие
80	0260	Контрольная	Контролировать параметры детали

Порядок оформления всех операций представлен в таблицах 2.12–2.17.  
Операция 00 заготовительная (код 2171).

Операция 10 токарная с ЧПУ ( код 4233) состоит из переходов:

- 1 – подрезать торец 9;
- 2 – точить поверхность 18;
- 3 – точить торец 6;
- 4 – точить поверхность 13;
- 5 – точить торец 5;
- 6 – точить поверхность 10;
- 7 – сверлить отверстие 22;
- 8 – точить конус 21.

Таблица 2.12 – Оформление 10 операции

Обозначение детали	Переход								Комплексная деталь
	1	2	3	4	5	6	7	8	
А	+	+	+	-	-	+	+	-	
Б	+	+	+	-	-	+	+	+	
В	+	+	+	-	-	+	+	+	
Г	+	+	+	+	+	+	+	+	

Операция 20 токарная с ЧПУ( код 4233), состоит из переходов:

- 1 – подрезать торец 1;
- 2 – точить поверхность 14;
- 3 – точить торец 4;
- 4 – точить конус 17.

Таблица 2.13 – Оформление 20 операции

Обозначение детали	Переход				Комплексная деталь
	1	2	3	4	
А	+	+	-	+	
Б	+	+	-	+	
В	+	+	-	+	
Г	+	+	+	+	

Операция 30(1) токарная с ЧПУ ( код 4233) состоит из переходов:

- 1 – подрезать торец 9;
- 2 – точить поверхность 18;
- 3 – точить резьбовую канавку 20;
- 4 – точить торец 6;
- 5 – точить поверхность 13;
- 6 – точить торец 5;
- 7 – точить поверхность 10;
- 8 – сверлить отверстие 22;
- 9 – точить конус 21;
- 10 – фрезеровать шестигранник 12.

Таблица 2.14 – Оформление 30(1) операции

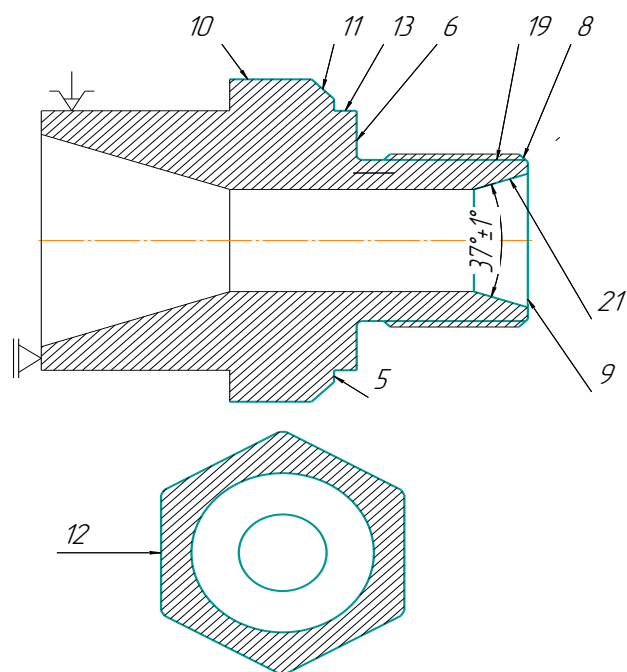
Обозначение детали	Переход										Комплексная деталь
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
А	+	+	-	+	-	-	+	+	-	+	
Б	+	+	-	+	-	-	+	+	+	+	
В	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+	
Г	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	

Операция 30(2) токарная с ЧПУ ( код 4233) состоит из переходов:

- 1 – подрезать торец 9;
- 2 – точить поверхность 18;
- 3 – точить фаску 8;
- 4 – точить резьбовую канавку 20;
- 5 – точить торец 6;
- 6 – точить поверхность 13;
- 7 – точить торец 5;
- 8 – точить фаску 11;
- 9 – точить конус 21;
- 10 – нарезать резьбу 19;
- 11 – фрезеровать шестигранник 12.

Таблица 2.15 – Оформление 30(2) операции

Обозначение детали	Переход											Комплексная деталь	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	$\sqrt{Ra} 6.3$	
А	+	-	+	-	+	-	+	-	+	-	+		
Б	+	-	+	-	+	+	+	-	+	-	+		
В	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+		
Г	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		



Операция 40(1) токарная с ЧПУ ( код 4233) состоит из переходов:

- 1 – подрезать торец 1;
- 2 – точить поверхность 14;
- 3 – точить резьбовую канавку 16;
- 4 – точить торец 4;
- 5 – точить конус 17.

Таблица 2.16 – Оформление 40(1) операции

Обозначение детали	Переход					Комплексная деталь
	1	2	3	4	5	
А	+	+	+	-	-	
Б	+	+	+	-	+	
В	+	+	+	-	+	
Г	+	+	+	+	+	

Операция 40(2) токарная с ЧПУ ( код 4233) состоит из переходов:

- 1 – подрезать торец 1;
- 2 – точить фаску 2;
- 3 – точить зарезьбовую канавку 16;
- 4 – точить торец 4;
- 5 – точить фаску 24;
- 6 – точить конус 17;
- 7 – нарезать резьбу 15.

Таблица 2.17 – Оформление 40(2) операции

Обозначение детали	Переход							Комплексная деталь
	1	2	3	4	5	6	7	
А	+	+	+	-	+	+	+	
Б	+	+	+	-	+	+	+	
В	+	+	+	-	+	+	+	
Г	+	+	+	+	+	+	+	

50 Слесарная (код 0108).

Зачистить заусенцы, притупить острые кромки.

60 Маркирование (код 0180).

70 Получение покрытия (код 7100).

80 Контрольная (код 0260).

### 2.3 Размерный анализ технологического процесса для базовой детали группы

Размерный анализ предлагается провести для комплексной детали, как базовой детали группы. Перед началом размерного анализа производится преобразование и кодирование размеров детали путем присвоения им буквенного обозначения, а также путем присвоения поверхностям детали цифрового обозначения [5].

Размерный анализ выполняют в следующей последовательности:

- преобразование чертежа детали в двух проекциях, на ось OX и ось OZ в системе координат XOZ;
- разработка маршрута обработки детали по операциям;
- разработка схем размеров по осям OX и OZ;
- разработка схемы пространственных отклонений;
- составление и расчет уравнений размерных цепей.

Преобразованный чертеж детали показан в двух проекциях: на ось OZ – в соответствии с рисунком 2.1 и на ось OX – в соответствии с рисунком 2.2, в системе координат XOZ.

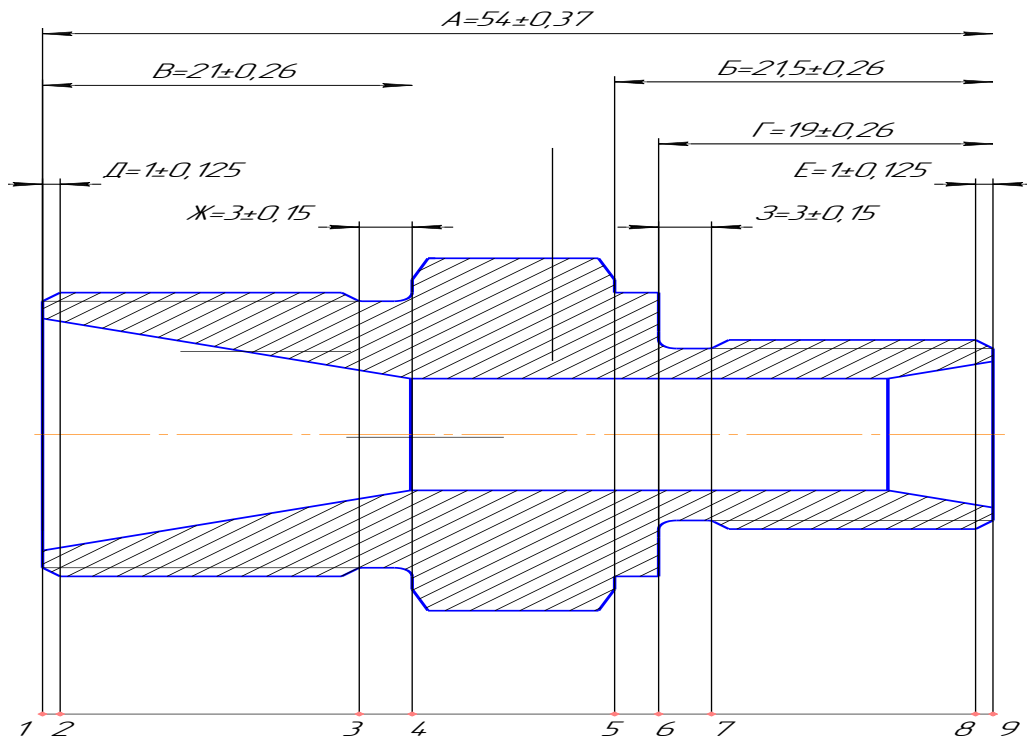


Рисунок 2.1 – Преобразованный чертеж базовой детали на ось OX

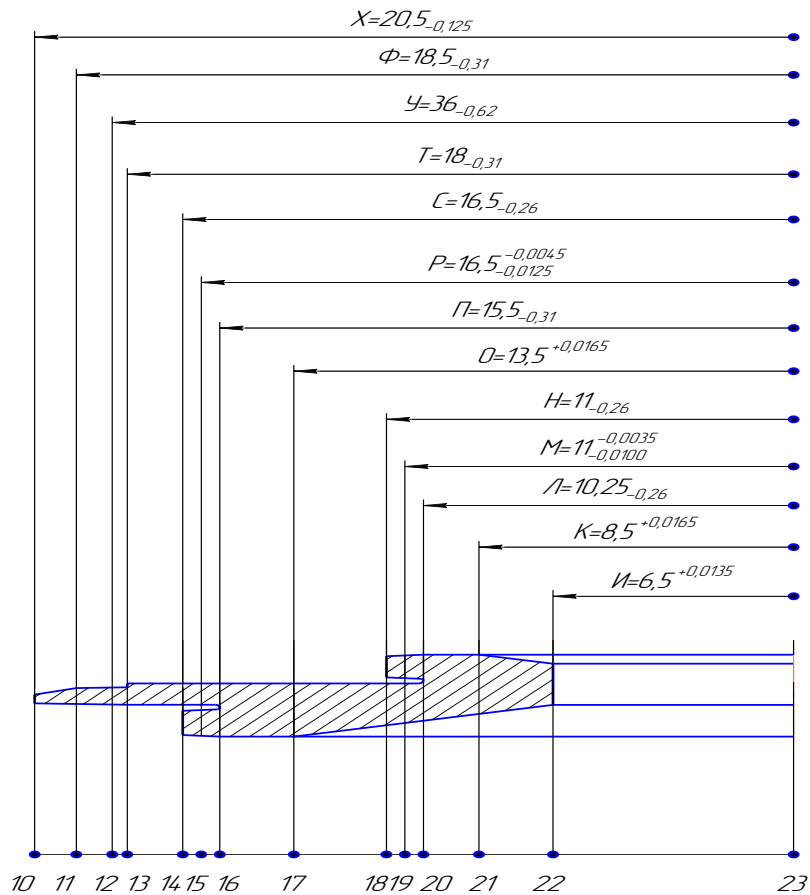


Рисунок 2.2 – Преобразованный чертеж базовой детали на ось OZ



На основании маршрутной технологии обработки детали, представленной в таблицах 2.7 – 2.11 и преобразованных чертежей размеров детали в соответствии с рисунками 2.1 и 2.2, разрабатываем кодированный технологический маршрут изготовления детали, представленной в таблице 2.18.

Таблица 2.18 – Технологический маршрут изготовления комплексной детали

№ операции	Эскиз	Допуски и технические требования, мм
00		$TA^0=0,74$ $T2X^0=0,62$ $\odot 10^0, 23^0=0,5$ $\perp 1^0, 22^0=0,6$
10		$TA^{10}=TA^{10}_{табл}+\Delta 1^0=$ $=0,74+0,6=1,34$ $TB^{10}=TB^{10}_{табл}+\Delta 1^0=$ $=0,52+0,6=1,12$ $TB^{10}=0,52$ $TГ^{10}=0,52$ $T2И^{10}=0,18$ $T2К^{10}=0,18$ $T2Н^{10}=0,18$ $T2Т^{10}=0,25$ $T2Х^{10}=0,25$ $\odot 10^{10}, 18^{10}=0,12$ $\odot 22^{10}, 18^{10}=0,1$ $\odot 10^{10}, 13^{10}=0,12$ $\odot 10^{10}, 21^{10}=0,1$ $\odot 10^{10}, 22^{10}=0,12$ $\odot 10^{10}, 23^0=0,3$ $\perp 9^{10}, 18^{10}=0,1$

Продолжение таблицы 2.18

№ операции	Эскиз	Допуски и технические требования, мм
20		$T_A^{20} = T_A^{20}_{\text{табл}} + \Delta 9^{10} = 0,74 + 0,1 = 0,84$ $T_B^{20} = T_B^{20}_{\text{табл}} = 0,52$ $T_{20}^{20} = 0,21$ $T_{2C}^{20} = 0,25$ $\odot 18^{10}, 14^{20} = 0,12$ $\odot 18^{10}, 17^{20} = 0,1$ $\perp 1^{20}, 14^{20} = 0,08$
30(1)		$T_A^{30(1)} = T_A^{30(1)}_{\text{табл}} + \Delta 1^{20} = 0,3 + 0,08 = 0,38$ $T_B^{30(1)} = 0,21$ $T_{\Gamma}^{30(1)} = 0,25$ $T_{\Upsilon}^{30(1)} = 0,39$ $T_{Z}^{30(1)} = 0,1$ $T_{2И}^{30(1)} = 0,07$ $T_{2K}^{30(1)} = 0,07$ $T_{2Л}^{30(1)} = 0,084$ $T_{2H}^{30(1)} = 0,13$ $T_{2T}^{30(1)} = 0,062$ $T_{2X}^{30(1)} = 0,062$ $\odot 14^{20}, 10^{30(1)} = 0,05$ $\odot 14^{20}, 13^{30(1)} = 0,05$ $\odot 14^{20}, 18^{30(1)} = 0,03$ $\odot 14^{20}, 20^{30(1)} = 0,04$ $\odot 14^{20}, 21^{30(1)} = 0,05$ $\odot 14^{20}, 22^{30(1)} = 0,05$ $\perp 9^{30(1)}, 18^{30(1)} = 0,06$

Продолжение таблицы 2.18

№ операции	Эскиз	Допуски и технические требования, мм
30(2)		$T_A^{30(2)} = T_A^{30(2)}_{\text{табл}} + \Delta 9^{30(1)} = 0,074 + 0,06 = 0,134$ $T_B^{30(2)} = 0,052$ $T_{\Gamma}^{30(2)} = 0,052$ $T_3^{30(2)} = 0,025$ $T_E^{30(2)} = 0,025$ $T_Y^{30(2)} = 0,1$ $T_{2K}^{30(2)} = 0,018$ $T_{2M}^{30(2)} = 0,013$ $T_{2Л}^{30(2)} = 0,043$ $\odot 14^{20}, 19^{30(2)} = 0,025$ $\odot 14^{20}, 21^{30(2)} = 0,02$ $\odot 14^{20}, 20^{30(2)} = 0,03$ $\perp 9^{30(2)}, 13^{30(2)} = 0,03$
40(1)		$T_A^{40(1)} = T_A^{40(1)}_{\text{табл}} + \Delta 9^{30(2)} = 0,3 + 0,03 = 0,33$ $T_B^{40(1)} = 0,21$ $T_{\text{Ж}}^{40(1)} = 0,1$ $T_{2O}^{40(1)} = 0,084$ $T_{2П}^{40(1)} = 0,25$ $T_{2C}^{40(1)} = 0,16$ $\odot 10^{30(1)}, 16^{40(1)} = 0,05$ $\odot 10^{30(1)}, 14^{40(1)} = 0,03$ $\odot 10^{30(1)}, 17^{40(1)} = 0,04$ $\perp 1^{40(1)}, 14^{40(1)} = 0,05$

Продолжение таблицы 2.18

№ операции	Эскиз	Допуски и технические требования, мм
40(2)		$TA^{40(2)} = TA^{40(2)}_{\text{табл}} + \Delta 1^{40(1)} = 0,07$ $4 + 0,05 = 0,124$ $TJ^{40(2)} = 0,025$ $TV^{40(2)} = 0,062$ $TD^{40(2)} = 0,025$ $TZO^{40(2)} = 0,021$ $T2\Pi^{40(2)} = 0,062$ $T2P^{40(2)} = 0,016$ $T2\Phi^{40(2)} = 0,062$ $\textcircled{\text{O}} 10^{30(1)}, 15^{40(2)} = 0,03$ $\textcircled{\text{O}} 10^{30(1)}, 16^{40(2)} = 0,03$ $\textcircled{\text{O}} 10^{30(1)}, 17^{40(2)} = 0,02$ $\textcircled{\text{O}} 11^{40(2)}, 17^{40(2)} = 0,03$

Схема первой и второй проекций размеров базовой детали представлены на рисунках 2.3 и 2.4. Схема пространственных отклонений на рисунке 2.5.

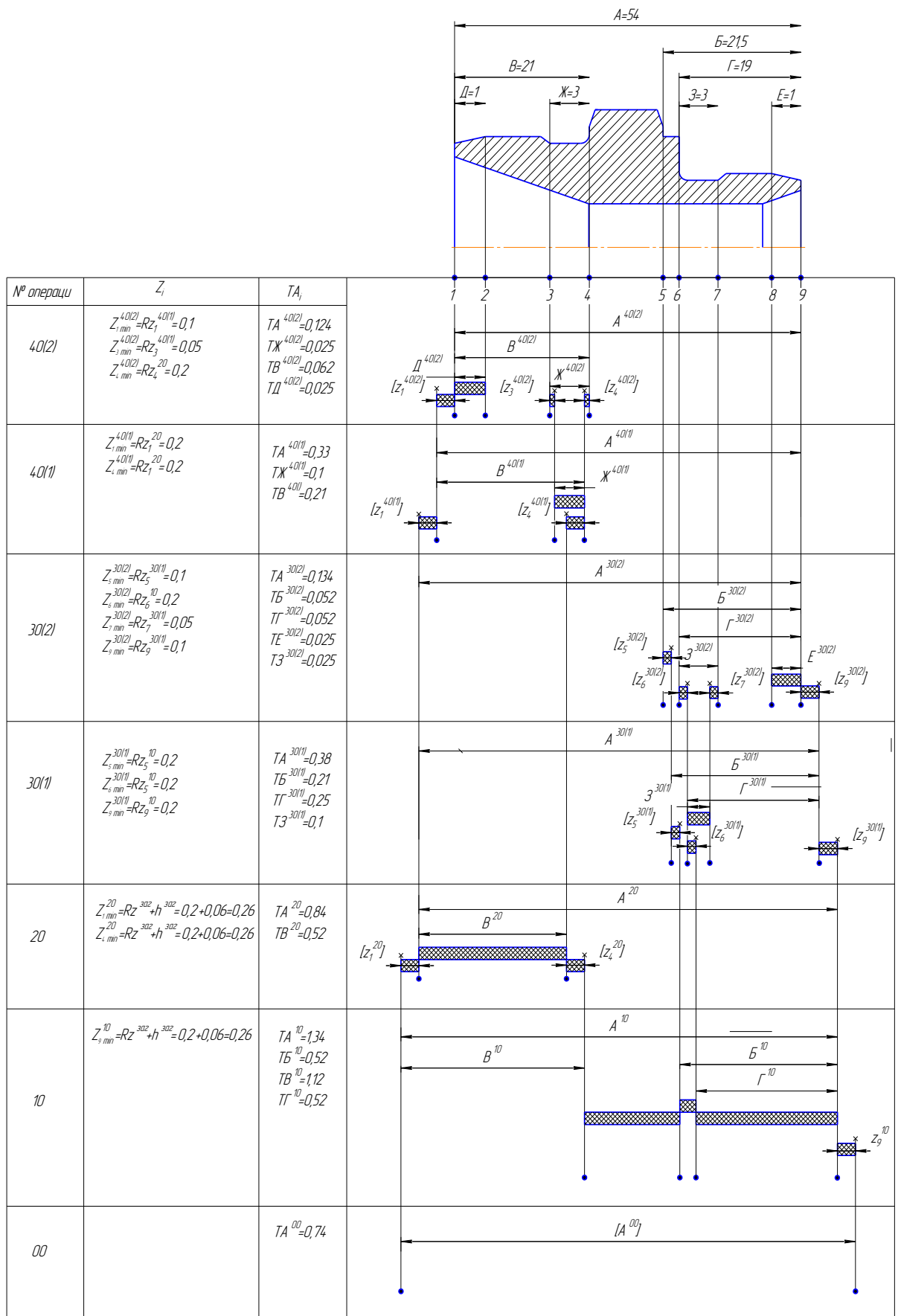


Рисунок 2.3 – Схема линейной проекции

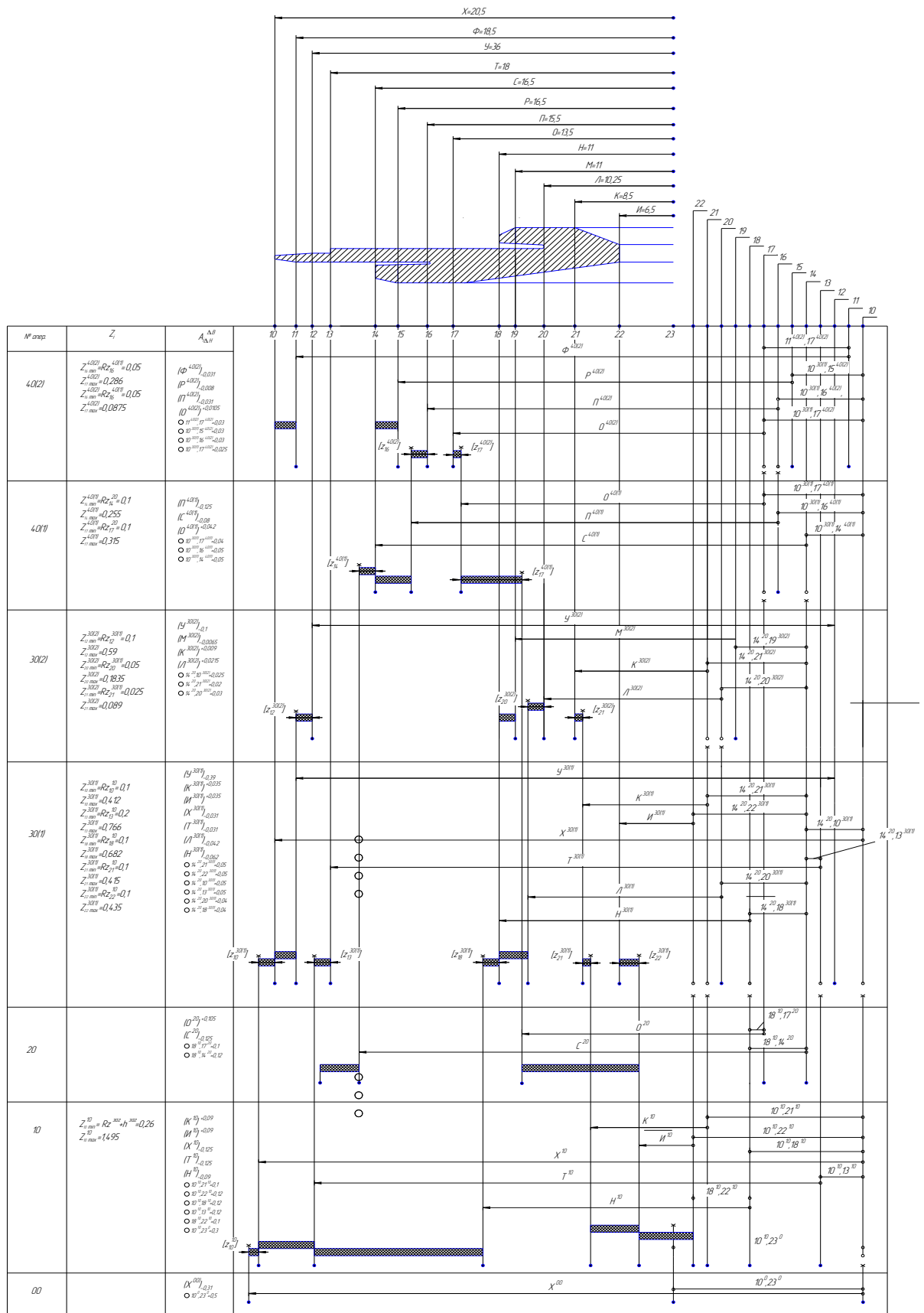


Рисунок 2.4 – Схема диаметральной проекции

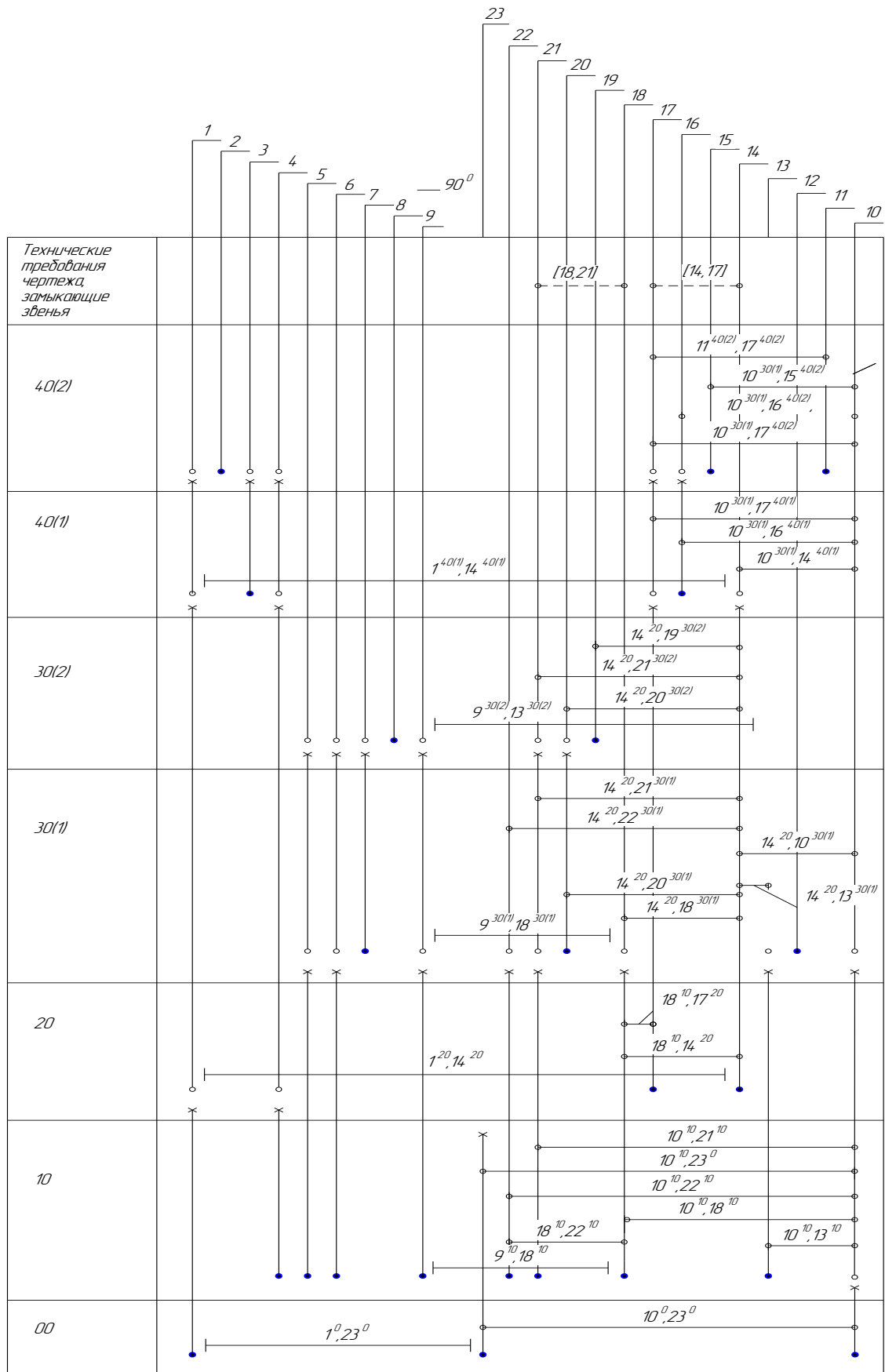


Рисунок 2.5 – Схема пространственных отклонений

Изм.	Лист	№ Документа_	Подпись_	Дата

15.03.05.2018.125.ПЗ

Лист

45

Проводим проверку обеспечения радиального биения конусов  $O=21\pm 0,05$  и  $K=16,5\pm 0,05$ . Исходя из схемы пространственных отклонений, в соответствии с рисунком 2.5. Необходимо выполнить условие:

$$\begin{aligned} 1) [T18,21] &\geq T14^{20},20^{30(2)} + T14^{20},18^{30(1)} \\ 2) [T14,17] &\geq T10^{30(1)},17^{40(2)} + T10^{30(1)},17^{40(2)} \end{aligned}$$

Проверка

$$\begin{aligned} 1) 0,05 &\geq 0,02 + 0,03 \\ 0,05 &\geq 0,05 \\ 2) 0,05 &\geq 0,02 + 0,03 \\ 0,05 &\geq 0,05 \end{aligned}$$

Условие выполняется.

Исходя из схемы первой проекции размеров детали показанной на рисунке 2.3 по каждому переходу в соответствующей операции составляется уравнение размерной цепи с целью определения номинального межоперационного размера, где замыкающим звеном является припуск на обработку.

Уравнения размерных цепей по схеме первой проекции:

$$\begin{aligned} [Z_1^{40(2)}] &= A^{40(1)} - A^{40(2)}; \\ [Z_3^{40(2)}] &= Ж^{40(2)} - B^{40(2)} + A^{40(2)} - A^{40(1)} + B^{40(1)} - Ж^{40(1)}; \\ [Z_4^{40(2)}] &= B^{40(2)} - A^{40(2)} + A^{40(1)} - B^{40(1)}; \\ [Z_1^{40(1)}] &= A^{30(20)} - A^{40(1)}; \\ [Z_4^{40(1)}] &= B^{40(1)} - A^{40(1)} + A^{30(2)} - B^{20}; \\ [Z_5^{30(2)}] &= B^{30(2)} - A^{30(2)} + A^{30(1)} - B^{30(1)}; \\ [Z_7^{30(2)}] &= З^{30(2)} - \Gamma^{30(2)} + A^{30(2)} - A^{30(1)} + \Gamma^{30(1)} - З^{30(1)}; \\ [Z_9^{30(2)}] &= A^{30(1)} - A^{30(2)}; \\ [Z_6^{30(2)}] &= \Gamma^{30(2)} - A^{30(2)} + A^{30(1)} - \Gamma^{30(1)}; \\ [Z_5^{30(1)}] &= B^{30(1)} + A^{30(1)} + A^{20} - B^{10}; \\ [Z_6^{30(1)}] &= \Gamma^{30(1)} - A^{30(1)} + A^{10} - \Gamma^{10}; \\ [Z_9^{30(1)}] &= A^{20} - A^{30(1)}; \\ [Z_1^{20}] &= A^{10} - A^{20}; \\ [Z_4^{20}] &= B^{10} - A^{10} + A^{20} - B^{20}; \\ [Z_9^{10}] &= A^0 - A^{10}. \end{aligned}$$

Исходя из схемы второй проекции размеров детали, показанной на рисунке 2.4 по каждому переходу в соответствующей операции составляется уравнение размерной цепи с целью определения номинального межоперационного размера, где замыкающим звеном является припуск на обработку.

Уравнения размерных цепей по схеме второй проекции:

$$[Z_{16}^{40(2)}] = \Pi^{40(1)} - \Pi^{40(2)} - 10^{30(1)}, 16^{40(1)} - 10^{30(1)}, 16^{40(2)};$$



$$\begin{aligned}
[Z_{17}^{40(2)}] &= O^{40(2)} - O^{40(1)} - 10^{30(1)}, 17^{40(1)} - 10^{30(1)}, 17^{40(2)}; \\
[Z_{14}^{40(1)}] &= C^{20} - C^{40(1)} - 10^{30(1)}, 14^{40(1)} - 14^{20}, 10^{30(1)} - 18^{10}, 14^{20}; \\
[Z_{17}^{40(1)}] &= O^{40(1)} - O^{20} - 10^{30(1)}, 17^{40(1)} - 14^{20}, 10^{30(1)} - 18^{10}, 14^{20} - 18^{10}, 17^{20}; \\
[Z_{12}^{30(2)}] &= y^{30(1)} - y^{30(2)}; \\
[Z_{20}^{30(2)}] &= Л^{30(1)} - Л^{30(2)} - 14^{20}, 20^{30(1)} - 14^{20}, 20^{30(2)}; \\
[Z_{21}^{30(2)}] &= К^{30(2)} - К^{30(1)} - 14^{20}, 21^{30(1)} - 14^{20}, 21^{30(2)}; \\
[Z_{10}^{30(1)}] &= X^{10} - X^{30(1)} - 10^{10}, 18^{10} - 18^{10}, 14^{20} - 14^{20}, 10^{30(1)}; \\
[Z_{13}^{30(1)}] &= Т^{10} - Т^{30(1)} - 10^{10}, 13^{10} - 10^{10}, 18^{10} - 18^{10}, 14^{20} - 14^{20}, 13^{30(1)}; \\
[Z_{18}^{30(1)}] &= Н^{10} - Н^{30(1)} - 18^{10}, 22^{10} - 10^{10}, 22^{10} - 10^{10}, 18^{10} - 18^{10}, 14^{20} - \\
&\quad - 14^{20}, 18^{30(1)}; \\
[Z_{21}^{30(1)}] &= К^{30(1)} - К^{10} - 10^{10}, 21^{10} - 10^{10}, 18^{10} - 18^{10}, 14^{20} - 14^{20}, 13^{30(1)}; \\
[Z_{22}^{30(1)}] &= И^{30(1)} - И^{10} - 10^{10}, 22^{10} - 10^{10}, 18^{10} - 18^{10}, 14^{20} - 14^{20}, 22^{30(1)}; \\
[Z_{10}^{10}] &= X^{40} - X^{10} - 10^0, 23^0 - 10^{10}, 23^0.
\end{aligned}$$

Определяем линейный размер  $A^{40(1)}$ , операция 40(1)

$$[Z_1^{40(2)}] = A^{40(1)} - A^{40(2)}$$

Известные величины в мм:  $Z_{1 \min}^{40(2)} = 0,1$ ;  $A^{40(2)} = 54_{-0,124}$ ;  $\Delta A_H^{40(1)} = 0,33$ ;  
 $\Gamma A^{40(1)} = 0,33$ .

Решение:

$$\begin{aligned}
Z_{1 \min}^{15(2)} &= A_{\min}^{40(1)} - A_{\max}^{40(2)} \Rightarrow \\
A_{\min}^{40(1)} &= A_{\max}^{40(2)} + Z_{1 \min}^{40(2)}; \\
A_{\min}^{40(1)} &= 54 + 0,1 = 54,1 \text{ мм}; \\
A_{\text{ном}}^{40(1)} &= A_{\min}^{40(1)} + \Delta A_H^{40(1)}; \\
A_{\text{ном}}^{40(1)} &= 54,1 - (-0,33) = 54,43 \text{ мм}; \\
A^{40(1)} &= 54,43_{-0,33}
\end{aligned}$$

$$A^{40(1)} = 54,43$$

$$\begin{aligned}
Z_{1 \max}^{40(2)} &= A_{\max}^{40(1)} - A_{\min}^{40(2)}; \\
Z_{1 \max}^{40(2)} &= 54,43 - 53,876 = 0,554 \text{ мм}.
\end{aligned}$$

Остальные линейные размеры рассчитываются аналогично, размеры представлены в таблице 2.19.

Таблица 2.19 – Результаты расчёта размерных цепей по схеме первой проекции размеров

Уравнения размерной цепи	Известные величины	Найденные величины
$[Z_3^{40(2)}] = \mathcal{Ж}^{40(2)} - B^{40(2)+} + A^{40(2)} - A^{40(1)} + B^{40(1)} - \mathcal{Ж}^{40(1)}$	$Z_{3\min}^{40(2)}=0,2; \mathcal{Ж}^{40(2)} = 3^{+0,025};$ $B^{40(2)}=21\pm 0,031; A^{40(2)} = 54_{-0,124};$ $A^{40(1)}=54,43_{-0,33};$ $B^{40(1)}=21,164\pm 0,105; \Delta \mathcal{Ж}_B^{40(1)}=0$	$\mathcal{Ж}^{40(1)} = 2,424^{+0,025};$ $Z_{3\max}^{40(2)}=0,801$
$[Z_4^{40(2)}] = B^{40(2)} - A^{40(2)+} + A^{40(1)} - B^{40(1)}$	$Z_{4\min}^{40(2)}=0,2;$ $B^{40(2)}=21\pm 0,031; A^{40(2)} = 54_{-0,124};$ $A^{40(1)}=54,43_{-0,33}; \Delta B_B^{40(1)}=0,105$	$B^{40(1)}=21,164\pm 0,105;$ $Z_{4\max}^{40(2)}=0,526$
$[Z_4^{40(1)}] = B^{40(1)} - A^{40(1)+} + A^{30(2)} - B^{20}$	$Z_{4\min}^{40(1)}=0,2; B^{40(1)}=21,164\pm 0,105;$ $A^{40(1)}=54,43_{-0,33}; A^{30(2)}=54,764_{-0,134};$ $\Delta B_B^{20}=0,26$	$B^{20}=021,199\pm 0,26;$ $Z_{4\max}^{40(1)}=0,994$
$[Z_1^{40(1)}] = A^{30(20)} - A^{40(1)}$	$Z_{1\min}^{40(1)}=0,2; A^{40(1)}=54,43_{-0,33};$ $\Delta A_H^{30(2)} = -0,134$	$A^{30(2)} = 54,764_{-0,134};$ $Z_{1\max}^{40(1)}=0,664$
$[Z_5^{30(2)}] = B^{30(2)} - A^{30(2)+} + A^{30(1)} - B^{30(1)}$	$Z_{5\min}^{30(2)}=0,1; A^{30(2)} = 54,764_{-0,134};$ $A^{30(1)} = 55,244_{-0,38}; \Delta B_B^{30(1)}=0,105;$ $B^{30(2)}=21,5\pm 0,026$	$B^{30(1)}=21,569\pm 0,105;$ $Z_{5\max}^{30(2)}=0,466$
$[Z_7^{30(2)}] = 3^{30(2)} - \Gamma^{30(2)+} + A^{30(2)} - A^{30(1)} + \Gamma^{30(1)} - 3^{30(1)}$	$Z_{7\min}^{30(2)}=0,05; 3^{30(2)} = 3^{+0,025};$ $\Gamma^{30(2)}=19\pm 0,026; A^{30(2)}=54,764_{0,134};$ $A^{30(1)}=55,244_{-0,38}; \Delta 3_B^{30(1)}=0,1;$ $\Gamma^{30(1)}=19,149\pm 0,125$	$3^{30(1)} = 2,764^{+0,1};$ $Z_{7\max}^{30(2)}=0,461$
$[Z_6^{30(2)}] = \Gamma^{30(2)} - A^{30(2)+} + A^{30(1)} - \Gamma^{30(1)}$	$Z_{6\min}^{30(2)}=0,2; \Gamma^{30(2)}=19\pm 0,026;$ $A^{30(2)}=54,764_{0,134}; \Delta \Gamma_B^{30(1)}=0,125;$ $A^{30(1)}=55,244_{-0,38}$	$\Gamma^{30(1)}=19,149\pm 0,125;$ $Z_{6\max}^{30(2)}=0,616$
$[Z_9^{30(2)}] = A^{30(1)} - A^{30(2)}$	$Z_{9\min}^{30(2)}=0,1; \Delta A_H^{30(1)} = -0,38;$ $A^{30(2)}=54,764_{0,134}$	$A^{30(1)}=55,244_{-0,38};$ $Z_{9\max}^{30(2)}=0,614$
$[Z_5^{30(1)}] = B^{30(1)} + A^{30(1)} + A^{20} - B^{10}$	$Z_{5\min}^{30(1)}=0,2; B^{30(1)}=21,569\pm 0,105;$ $\Gamma^{30(1)}=19,149\pm 0,125;$ $A^{20}=56,284_{-0,84}; \Delta B_B^{10}=0,26$	$B^{10}=21,604\pm 0,26;$ $Z_{5\max}^{30(1)}=2,94$
$[Z_6^{30(1)}] = \Gamma^{30(1)} - A^{30(1)+} + A^{10} - \Gamma^{10}$	$Z_{6\min}^{30(1)}=0,2; \Gamma^{30(1)}=19,149\pm 0,125;$ $\Gamma^{30(1)}=19,149\pm 0,125;$ $A^{10}=57,884_{-1,34}; \Delta \Gamma_B^{10}=0,26;$ $A^{30(1)}=55,244_{-0,38}$	$\Gamma^{10}=20,264\pm 0,26;$ $Z_{6\max}^{30(1)}=3,25$
$[Z_9^{30(1)}] = A^{20} - A^{30(1)}$	$Z_{9\min}^{30(1)}=0,2; \Delta A_H^{20} = -0,84;$ $A^{30(1)}=55,244_{-0,38}$	$A^{20}=56,284_{-0,84};$ $Z_{9\max}^{30(1)}=1,42$
$[Z_1^{20}] = A^{10} - A^{20}$	$Z_{1\min}^{20}=0,26; \Delta A_H^{10} = -1,34;$ $A^{20}=56,284_{-0,84}$	$A^{10}=57,884_{-1,34};$ $Z_{91\max}^{20}=2,44$
$[Z_4^{20}] = B^{10} - A^{10+} + A^{20} - B^{20}$	$Z_{4\min}^{20}=0,26; A^{10}=57,884_{-1,34};$ $A^{20}=56,284_{-0,84}; \Delta B_H^{10}=0,56;$ $B^{20}=021,199\pm 0,26$	$B^{10}=23,599\pm 0,56;$ $Z_{4\max}^{20}=2,96$
$[Z_9^{10}] = A^0 - A^{10}$	$Z_{9\min}^{10}=0,26; \Delta A_H^0 = -0,74;$ $A^{10}=57,884_{-1,34}$	$A^0=58,884^{+0,5}_{-0,24};$ $Z_{9\max}^{10}=2,84$

Определяем диаметральный размер  $2\Pi^{40(1)}$ , операция 40(2)

$$[Z_{16 \min}^{40(2)}] = \Pi^{40(1)} - \Pi^{40(2)} - 10^{30(1)}, 16^{40(1)} - 10^{30(1)}, 16^{40(2)}$$

Известные величины в мм:  $Z_{16 \min}^{40(1)} = 0,05$ ;  $\Pi^{40(2)} = 16,5_{-0,031}$ ;

$$10^{30(1)}, 16^{40(1)} = 0 \pm 0,025; 10^{30(1)}, 16^{40(2)} = 0 \pm 0,015; \Delta \Pi_H^{40(1)} = -0,125$$

Решение:

$$Z_{16 \min}^{40(2)} = \Pi_{\min}^{40(1)} - \Pi_{\max}^{40(2)} - 10^{30(1)}, 16^{40(1)}_{\max} - 10^{30(1)}, 16^{40(2)}_{\max} \Rightarrow$$

$$\Pi_{\min}^{40(1)} = Z_{16 \min}^{40(2)} + \Pi_{\max}^{40(2)} + 10^{30(1)}, 16^{40(1)}_{\max} + 10^{30(1)}, 16^{40(2)}_{\max}$$

$$\Pi_{\min}^{40(1)} = 0,05 + 16,5 + 0,025 + 0,015 = 16,59 \text{ мм};$$

$$\Pi_{\text{ном}}^{40(1)} = \Pi_{\min}^{40(1)} - \Delta \Pi_H^{40(1)} = 16,59 - (-0,125) = 16,715 \text{ мм};$$

$$\Pi^{40(1)} = 16,715_{-0,125}$$

$$2\Pi^{40(1)} = 33,43_{-0,25}$$

$$Z_{16 \max}^{40(2)} = \Pi_{\max}^{40(1)} - \Pi_{\min}^{40(2)} - 10^{30(1)}, 16^{40(1)}_{\min} - 10^{30(1)}, 16^{40(2)}_{\min}$$

$$Z_{16 \max}^{40(2)} = 16,715 - 16,469 - (-0,025) - (-0,015) = 0,286 \text{ мм}.$$

Остальные диаметральные размеры рассчитываются аналогично, размеры представлены в таблице 2.20.

Таблица 2.20 – Результаты расчёта размерных цепей по схеме второй проекции размеров

Уравнения размерной цепи	Известные величины	Найденные величины
$[Z_{17}^{40(2)}] = O^{40(2)} - O^{40(1)} - 10^{30(1)}, 17^{40(1)} - 10^{30(1)}, 17^{40(2)}$	$Z_{17 \min}^{40(2)} = 0,025; O^{40(2)} = 13,5^{+0,0105};$ $10^{30(1)}, 17^{40(1)} = 0 \pm 0,02; \Delta O_B^{40(1)} = 0,042;$ $10^{30(1)}, 17^{40(2)} = 0 \pm 0,01$	$2O^{40(1)} = 26,906^{+0,084};$ $Z_{17 \max}^{40(2)} = 0,0875$
$[Z_{14}^{40(1)}] = C^{20} - C^{40(1)} - 10^{30(1)}, 14^{40(1)} - 14^{20}, 10^{30(1)} - 18^{10}, 14^{20}$	$Z_{14 \min}^{40(1)} = 0,1; \Delta C_H^{20} = -0,125;$ $C^{40(1)} = 16,5_{-0,08};$ $10^{30(1)}, 14^{40(1)} = 0 \pm 0,015;$ $14^{20}, 10^{30(1)} = 0 \pm 0,025;$ $18^{10}, 14^{20} = 0 \pm 0,06$	$2C^{20} = 33,15_{-0,25};$ $Z_{14 \max}^{40(1)} = 0,255$
$[Z_{17}^{40(1)}] = O^{40(1)} - O^{20} - 10^{30(1)}, 17^{40(1)} - 14^{20}, 10^{30(1)} - 18^{10}, 14^{20} - 18^{10}, 17^{20}$	$Z_{17 \min}^{40(1)} = 0,1; O^{40(1)} = 13,453^{+0,042};$ $\Delta O_B^{20} = 0,105; 10^{30(1)}, 17^{40(1)} = 0 \pm 0,02;$ $14^{20}, 10^{30(1)} = 0 \pm 0,025;$ $18^{10}, 14^{20} = 0 \pm 0,06;$ $18^{10}, 17^{20} = 0 \pm 0,05$	$2O^{20} = 26,67^{+0,21};$ $Z_{17 \max}^{40(1)} = 0,315$
$[Z_{12}^{30(2)}] = Y^{30(1)} - Y^{30(2)}$	$Z_{12 \min}^{30(2)} = 0,1; \Delta Y_H^{30(1)} = -0,39;$ $Y^{30(2)} = 36_{-0,1}$	$Y^{30(1)} = 36,49_{-0,39};$ $Z_{12 \max}^{30(2)} = 0,59$
$[Z_{20}^{30(2)}] = Л^{30(1)} - Л^{30(2)} - 14^{20}, 20^{30(1)} - 14^{20}, 20^{30(2)}$	$Z_{20 \min}^{30(2)} = 0,05; \Delta Л_H^{30(1)} = -0,042;$ $Л^{30(2)} = 10,25_{-0,0215};$ $14^{20}, 20^{30(1)} = 0 \pm 0,02;$ $14^{20}, 20^{30(2)} = 0 \pm 0,015$	$2Л^{30(1)} = 20,754_{-0,084};$ $Z_{20 \max}^{30(2)} = 0,1835$
$[Z_{21}^{30(2)}] = K^{30(2)} - K^{30(1)} - 14^{20}, 21^{30(1)} - 14^{20}, 21^{30(2)}$	$Z_{21 \min}^{30(2)} = 0,05; K^{30(2)} = 8,5^{+0,09};$ $\Delta K_B^{30(1)} = 0,035; 14^{20}, 21^{30(1)} = 0 \pm 0,025;$ $14^{20}, 21^{30(2)} = 0 \pm 0,01$	$2K^{30(1)} = 16,91^{+0,07};$ $Z_{21 \max}^{30(2)} = 0,089$

Окончание таблицы 2.20

Уравнения размерной цепи	Известные величины	Найденные величины
$[Z_{10}^{30(1)}] = X^{10} - X^{30(1)} - 10^{10}, 18^{10} - 18^{10}, 14^{20} - 14^{20}, 10^{30(1)}$	$Z_{10min}^{30(1)} = 0,1; \Delta X_H^{10} = -0,125;$ $X^{30(1)} = 20,5_{-0,031}; 10^{10}, 18^{10} = 0 \pm 0,06;$ $18^{10}, 14^{20} = 0 \pm 0,06;$ $14^{20}, 10^{30(1)} = 0 \pm 0,025$	$2X^{10} = 41,552_{-0,25};$ $Z_{10max}^{30(1)} = 0,412$
$[Z_{13}^{30(1)}] = T^{10} - T^{30(1)} - 10^{10}, 13^{10} - 10^{10}, 18^{10} - 18^{10}, 14^{20} - 18^{10}, 14^{20} - 14^{20}, 13^{30(1)}$	$Z_{13min}^{30(1)} = 0,2; \Delta T_H^{30(1)} = -0,125;$ $T^{30(1)} = 18_{-0,031}; 10^{10}, 13^{10} = 0 \pm 0,06;$ $10^{10}, 18^{10} = 0 \pm 0,06; 18^{10}, 14^{20} = 0 \pm 0,06;$ $14^{20}, 13^{30(1)} = 0 \pm 0,025$	$2T^{10} = 37,06_{-0,25};$ $Z_{13max}^{30(1)} = 0,766$
$[Z_{18}^{30(1)}] = H^{10} - H^{30(1)} - 18^{10}, 22^{10} - 10^{10}, 22^{10} - 10^{10}, 18^{10} - 18^{10}, 14^{20} - 18^{10}, 14^{20} - 14^{20}, 18^{30(1)}$	$Z_{18min}^{30(1)} = 0,1; \Delta H_H^{10} = -0,09;$ $T^{30(1)} = 11_{-0,062}; 18^{10}, 22^{10} = 0 \pm 0,05;$ $10^{10}, 22^{10} = 0 \pm 0,06; 10^{10}, 18^{10} = 0 \pm 0,06;$ $18^{10}, 14^{20} = 0 \pm 0,06;$ $14^{20}, 18^{30(1)} = 0 \pm 0,015$	$2H^{10} = 22,75_{-0,218};$ $Z_{18max}^{30(1)} = 0,682$
$[Z_{21}^{30(1)}] = K^{30(1)} - K^{10} - 10^{10}, 21^{10} - 10^{10}, 18^{10} - 18^{10}, 14^{20} - 14^{20}, 13^{30(1)}$	$Z_{21min}^{30(1)} = 0,1; K^{30(1)} = 8,455^{+0,035};$ $\Delta K_B^{10} = 0,09; 10^{10}, 21^{10} = 0 \pm 0,05;$ $10^{10}, 18^{10} = 0 \pm 0,06; 18^{10}, 14^{20} = 0 \pm 0,06;$ $14^{20}, 21^{30(1)} = 0 \pm 0,025$	$2K^{10} = 16,54^{+0,18};$ $Z_{21max}^{30(1)} = 0,415$
$[Z_{22}^{30(1)}] = I^{30(1)} - I^{10} - 10^{10}, 22^{10} - 10^{10}, 18^{10} - 18^{10}, 14^{20} - 18^{10}, 14^{20} - 14^{20}, 22^{30(1)}$	$Z_{22min}^{30(1)} = 0,1; I^{30(1)} = 6,5^{+0,035};$ $\Delta I_B^{10} = 0,09; 10^{10}, 22^{10} = 0 \pm 0,06;$ $10^{10}, 18^{10} = 0 \pm 0,06; 18^{10}, 14^{20} = 0 \pm 0,06;$ $14^{20}, 22^{30(1)} = 0 \pm 0,025$	$2I^{10} = 12,61^{+0,18};$ $Z_{22max}^{30(1)} = 0,435$
$[Z_{10}^{10}] = X^{40} - X^{10} - 10^0, 23^0 - 10^0, 23^0$	$Z_{10min}^{10} = 0,26; \Delta X_H^0 = -0,31;$ $X^{10} = 20,776_{-0,125};$ $10^0, 23^0 = 0 \pm 0,25; 10^0, 23^0 = 0 \pm 0,15;$	$2X^0 = 43,492_{-0,42}^{+0,2};$ $Z_{10max}^{10} = 1,495$

По итогам проведенных расчетов выбираем размеры заготовок для деталей группы. Представленные в соответствии с рисунком 2.6 размеры заготовок составят группы значений. Для размера 1, деталь А  $\varnothing 38_{-0,7}^{+0,4}$ ; деталь Б  $\varnothing 38_{-0,7}^{+0,4}$ ; деталь В  $\varnothing 44_{-0,7}^{+0,4}$ ; деталь Г  $\varnothing 44_{-0,7}^{+0,4}$ . Для размера 2: для деталей А, Б:  $52,567_{-0,24}^{+0,5}$  мм; для деталей В, Г:  $58,884_{-0,24}^{+0,5}$  мм.



Рисунок 2.6 – Размеры заготовок группы деталей

## 2.4 Расчет режимов резания

Получистовое точение наружного диаметра 33 мм ( операция 30(1), V позиция) в соответствии с рисунком 2.7.

Режимы резания для проходного резца с пластиной из твёрдого сплава для обтачивания (державка PCLNR 2525 M12; пластина CNMG 120408 TF IC8250) детали из ст 40X HB<170 . Диаметр заготовки D33, припуск на обработку (на сторону)  $Z_{max}=0,255$ мм, вылет резца  $l = 60$ мм [6].

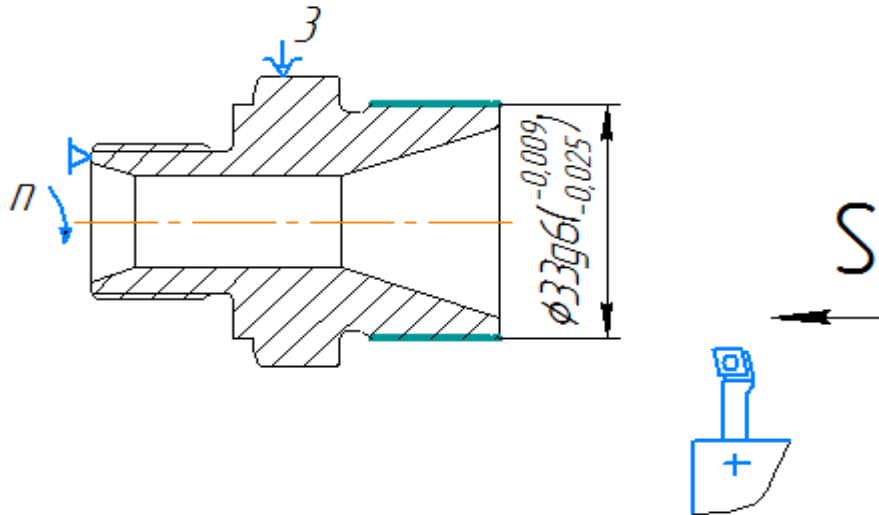


Рисунок 2.7 – Схема обработки при точении

Шероховатость поверхности  $Ra=3,2$ .

Подача для ст 40X HB<170  $S =0,25$ мм/об [6].

Скорость резания определяем по формуле

$$v = \frac{C_v}{T^{m_t} x^y} K_v,$$

где  $C_v, m, x, y$  – коэффициенты и показатели степени

$C_v=350$ ;  $m=0,2$ ;  $x=0,15$ ;  $y=0,2$ ;

$T$  – период стойкости ( $T=60$  мин).

$$K_v = K_{mv} K_{пв} K_{ив},$$

$K_{mv}$  – коэффициент , учитывающий качество обрабатываемого материала

$$K_{mv} = K_r \cdot \left(\frac{750}{\sigma_B}\right)^{n_r},$$

где  $\sigma_B=610$  кг/см<sup>2</sup> –предел прочности ст 40X HB<170;

$K_r$ –коэффициент, характеризующий группу стали по обрабатываемости;

$n_r$ –показатель степени.

									Лист
									51
Изм.	Лист	№ Документа_	Подпись_	Дата	15.03.05.2018.125.ПЗ				

$$K_{mv} = 1 \cdot \left(\frac{750}{610}\right)^1 = 1,23$$

$K_{пв}$  – коэффициент, отражающий состояние поверхности заготовки;  
 $K_{ив}$  – коэффициент, учитывающий качество материала инструмента;  
 $K_{пв}=0,9$ ; (прокат) $K_{ив}=1$  (Сталь конструкционная Т15К6).  
 Проведем расчеты:

$$K_{mv} = 1 \cdot \left(\frac{750}{610}\right)^1 = 1,23;$$

$$K_v = 1,23 \cdot 0,91 = 1,11;$$

$$v = \frac{350}{0,255^{0,15} \cdot 60^{0,2} \cdot 0,25^{0,8}} 1,11 = 277,54 \text{ м/мин.}$$

Частота вращения шпинделя рассчитывается по формуле

$$N = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D_d},$$

где  $D_d$  – диаметр обрабатываемой поверхности,

$$N = \frac{1000 \cdot 277,45}{3,14 \cdot 33} = \frac{2676,21 \text{ об}}{\text{мин}}.$$

Уточняем по паспорту станка  $n=2600$  об/мин.

Уточняем скорость резания в соответствии с принятым значением частоты вращения

$$v = \pi \cdot 33 / 1000 = 277,4 \text{ м/мин.}$$

Определяем силу резания при точении

$$P_z = 10 C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot v^n \cdot k_p,$$

где  $C_p, x, y, n$  – коэффициенты и показатели степени,

$$C_p = 300 ; x = 1 ; y = 0,75 ; n = -0,15;$$

глубина резания равна длине лезвия при растачивании  $t = 0,255$  мм;

$k_p$  – поправочный коэффициент, представляющий собой произведение.

$$k_p = k_{mp} k_{\varphi p} k_{\gamma p} k_{\lambda p} k_{rp},$$

									Лист
									52
Изм.	Лист	№ Документа_	Подпись_	Дата	15.03.05.2018.125.ПЗ				

где  $k_{mp}$  – поправочный коэффициент учитывающий влияние качества обрабатываемого материала на силовые зависимости;

$n=0,75$  – показатель степени ( $n=0,75$ );

где  $k_{\varphi p}$  – поправочный коэффициент учитывающий влияние главного угла в плане  $\varphi^\circ$  равен 1,08 (для угла  $\varphi = 30^\circ$ , твёрдого сплава ВК6);

$k_{\gamma p}$  – поправочный коэффициент учитывающий влияние переднего угла  $\gamma^\circ$  см. равен 1 (для  $\gamma = 10^\circ$ , твёрдого сплава ВК6);

$k_{\lambda p}$  – поправочный коэффициент учитывающий влияние угла наклона главного лезвия  $\lambda^\circ = 1$ ;

$k_{rp}$  – поправочный коэффициент учитывающий влияние радиуса при вершине  $k_{rp} = 1$ .

Рассчитаем коэффициенты

$$k_{mp} = \left(\frac{750}{\sigma_B}\right)^n;$$

$$k_{mp} = \left(\frac{750}{610}\right)^{0,75} = 0,86;$$

$$k_p = 0,86 \cdot 1,08 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0,93.$$

Подставляя полученные значения получим силу резания

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 0,255^1 \cdot 0,25^{0,75} \cdot 277,4^{-0,15} \cdot 0,93 = 108,17 \text{ Н.}$$

Отсюда мощность резания

$$N_p = P_z \cdot v / 1020 / 60,$$
$$N_p = 108,17 \cdot 277,4 / 1020 / 60 = 0,49 \text{ кВт.}$$

Сравниваем мощность резания с мощностью станка:

$$N_{ст} = \eta * N_{дв},$$

где  $N_{дв}$  – мощность электродвигателя главного привода станка ( $N_{дв} = 18,5$  кВт);

$\eta$  – КПД станка ( $\eta = 0,9$ ).

Для нашего станка имеем:

$$N_{ст} = 18,5 \cdot 0,9 = 16,65 \text{ кВт}$$

Эффективная мощность не превышает мощность станка, значит принятые режимы резания считаются допустимыми.

									Лист
									53
Изм.	Лист	№ Документа_	Подпись_	Дата	15.03.05.2018.125.ПЗ				

Сверление отверстия диаметром 13 мм (операция 30(1), позиция VIII) в соответствии с рисунком 2.8.

Режимы резания для твердосплавной головки ICP для сверл DCN, для сверления отверстия глубиной 54мм. Материал заготовки сталь 40X.

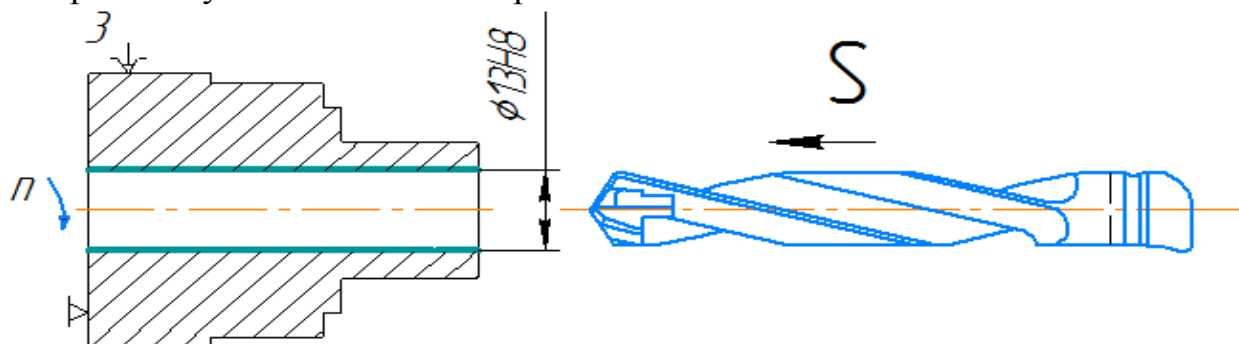


Рисунок 2.8 – Схема обработки при сверлении

Подача рассчитываем по формуле [7]

$$s = s_T K_{LS} K_{жс} K_{ис},$$

где  $K_{LS}$  – поправочный коэффициент на глубину отверстия;

$K_{жс}$  – поправочный коэффициент на недостаточную жёсткость системы СПИД;

$K_{ис}$  – поправочный коэффициент на инструментальный материал;

Получаем  $s=0,17$  мм/об.

Глубина резания при сверлении

$$t=0,5D;$$

$$t=13/2=6,5 \text{ мм}$$

Скорость резания рассчитываем по формуле

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

где  $C_v=7$ ,  $m=0,2$ ,  $q=0,4$ ,  $y=0,7$  – коэффициенты и показатели степени;

$K_v$  – общий поправочный коэффициент на скорость резания, учитывающий фактические условия резания;

$T$  – период стойкости ( $T=20$  мин).

$$K_T = 1; n_v=0,9; \sigma_B = 610 \text{ Н/мм}^2.$$

Изм.	Лист	№ Документа_	Подпись_	Дата
------	------	--------------	----------	------

15.03.05.2018.125.ПЗ

Лист

54



Отсюда получаем

$$K_{mv} = 1 \cdot \left(\frac{750}{610}\right)^{0,9} = 1,2;$$

$$K_{пв} = 1; K_{ив} = 2,5; K_{лв} = 0,85;$$

$$K_v = 1,2 \cdot 1 \cdot 2,5 \cdot 0,85 = 2,55.$$

Рассчитываем скорость резания

$$v = \frac{7 \cdot 13^{0,4}}{20^{0,2} \cdot 0,17^{0,7}} \cdot 2,55 = 94,56 \text{ м/мин.}$$

Определим силу резания

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

где S – подача, мм/об;

D – диаметр сверла, мм;

$k_p - k_{mp}$  – коэффициент качества обрабатываемого материала.

Для углеродистой стали

$$k_{mp} = \left(\frac{\sigma_B}{\sigma_{B0}}\right)^n,$$

где n – показатель степени (n=0,75).

$$k_{mp} = \left(\frac{610}{750}\right)^{0,75} = 0,86.$$

Подставляя значения  $C_p=42$ ;  $q=1,2$ ;  $y=0,75$  получим

$$P_o = 10 \cdot 42 \cdot 13^{1,2} \cdot 0,17^{0,75} \cdot 0,86 = 2076 \text{ Н.}$$

Рассчитаем крутящий момент

$$M_{кр} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot S^y \cdot k_p,$$

где  $C_M=0,012$ ;  $q=2,2$   $y=0,8$ .

Отсюда

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,012 \cdot 13^{2,2} \cdot 0,17^{0,8} \cdot 0,86 = 7,1 \text{ Нм.}$$

Мощность резания определим по формуле

$$N_e = \frac{M_{кр} \cdot n}{9750}$$

Подставляя найденные значения получим частота вращения инструмента

$$n = \frac{v \cdot 1000}{\pi \cdot D} = \frac{95 \cdot 1000}{3.14 \cdot 13} = \frac{2315 \text{ об}}{\text{мин}}$$

По паспорту станка PUMA 240 MB определяем ближайшее номинальное значение  $n = 2300 \text{ об/мин}$ .

Отсюда

$$N_e = \frac{7,1 \cdot 2300}{9750} = 1,69 \text{ кВт.}$$

Сравниваем с мощностью станка PUMA 240 MB 18,5 кВт

$$N_{ст} = 1,69 \cdot 1,5 = 2,535 \text{ кВт.}$$

Эффективная мощность не превышает мощность станка PUMA 240 MB:  $2,535 < 18,5 \text{ кВт}$ .

Фрезерование шестигранника 36 мм (операция 30(2), позиция VII) в соответствии с рисунком 2.9.

В соответствии с шириной обрабатываемой поверхности выбираем концевую фрезу ЕС-АЧ 160-32С16-92 диаметр  $D_{\phi} = 12$  мм. Материал режущей части твёрдосплавная сталь ВК6.

Глубина фрезерования  $t = 2,5$ ;

Подача на зуб  $S_z = 0,03$  мм/зуб.

Подача на оборот

$$S_o = S_z \cdot z,$$

где  $z$  – число зубьев фрезы.

Тогда:

$$S_o = 0,03 \cdot 4 = 0,12 \text{ мм/об.}$$

					<i>15.03.05.2018.125.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ Документа_	Подпись_	Дата		56

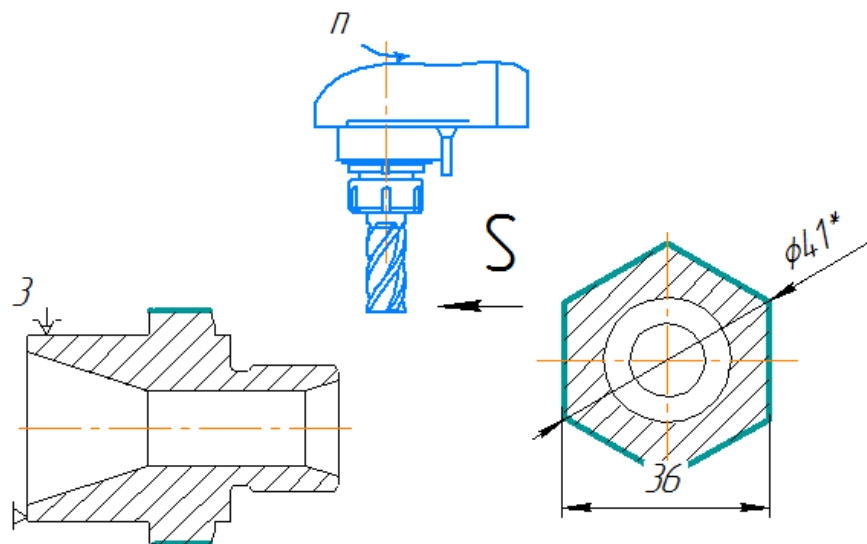


Рисунок 2.9 – Схема обработки при фрезеровании

Скорость резания определяется по формуле

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

где  $C_v$  – коэффициент;

$T$  – период стойкости ( $T=80$ ).

$$K_r = 1; n_v = 0,9; v_B = 640 \text{ Н/мм}^2;$$

$$K_{mv} = 1 \cdot \left(\frac{750}{640}\right)^{0,9} = 1,15;$$

$$K_{пв} = 1; K_{ив} = 1;$$

$$K_v = 1,15 \cdot 1 \cdot 1 = 1,15.$$

Тогда в соответствии с формулой [7]

$$v = \frac{145 \cdot 12^{0,44}}{80^{0,37} \cdot 2,5^{0,24} \cdot 0,03^{0,26} \cdot 11,5^{0,1} \cdot 4^{0,13}} \cdot 1,15 = \frac{128,49 \text{ м}}{\text{мин}}$$

Частота вращения фрезы,  $n$

$$n = 1000 \cdot v / \pi \cdot D_\phi,$$

где  $D_\phi$  – диаметр фрезы.

Получаем

$$n=1000 \cdot 128,49/3,14 \cdot 12=3408,3 \text{ об/мин.}$$

В соответствии с паспортом станка PUMA 240 MB можно принять  $n=3400$  об/мин.

Находим минутную подачу  $S_M$

$$S_M = S_o \cdot n,$$

$$S_M = 0,12 \cdot 3408=408,96 \text{ мм/мин.}$$

Теперь уточняем скорость резания

$$v = \pi \cdot 12 \cdot 3400/1000=128,48 \text{ м/мин,}$$

$v=640$  ;  $n=0,3$ .

$$k_{mp} = \left(\frac{640}{750}\right)^{0,3} = 0,95.$$

Находим силу резания

$$P_z = \frac{10 \cdot 12,5 \cdot 2,5^{0,85} \cdot 0,03^{0,75} \cdot 11,5^1 \cdot 4}{12^{0,73} \cdot 3408^{-0,13}} 0,95 = 402,63 \text{ Н.}$$

Определим остальные составляющие силы резания при фрезеровании:

$$P_h = 0,4 \cdot P_z = 0,8 \cdot 402,63 = 322 \text{ Н;}$$

$$P_v = 0,9 \cdot P_z = 0,7 \cdot 402,63 = 282 \text{ Н;}$$

$$P_y = 0,4 \cdot P_z = 0,4 \cdot 402,63 = 161 \text{ Н;}$$

$$P_x = 0,55 \cdot P_z \cdot \text{tg}\omega = 0,2 \cdot 402,63 \cdot 1 = 81 \text{ Н.}$$

Примем угол наклона винтовой канавки  $\omega = 45^\circ$ .

Находим мощность резания

$$N_e = \frac{P_z \cdot v}{1020 \cdot 60};$$

$$N_e = \frac{402,63 \cdot 128,48}{1020 \cdot 60} = 0,85 \text{ кВт.}$$

Сравниваем полученное значение мощности резания с мощностью станка.

$$N_{ст} = 0,85 \cdot 18,5 = 15,725 \text{ кВт.}$$

					<i>15.03.05.2018.125.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ Документа_	Подпись_	Дата		58

Эффективная мощность не превышает мощность станка, значит принятые режимы резания можно считать допустимыми.

Режимы резания для остальных переходов обработки деталей группы А, Б, В, Г рассчитываются аналогично. Режимы резания принимаем по общемашиностроительным нормативам режимов резания [8,9], результаты которых приведены в таблицах 2.21; 2.22.

Таблица 2.21 – Режимы резания деталей А, Б

№ операции	Деталь А			Деталь Б		
	S, мм/об	n, об/мин	V, м/мин	S, мм/об	n, об/мин	V, м/мин
10, I позиция	0,4	1730	196	0,4	1730	196
10, II позиция	0,4	1730	131	0,4	1730	131
10, III позиция	0,4	1730	196	0,4	1730	196
10, IV позиция	0,4	1730	196	0,4	1730	196
10, V позиция	0,18	3200	201	0,18	3200	201
10, VI позиция				0,36	1557	97
20, I позиция	0,18	1730	196	0,4	1730	196
20, II позиция	0,18	1730	179	0,4	1730	179
20, III позиция	0,4	1557	132	0,36	1557	132
30(1), I позиция	0,4	3200	241	0,25	3200	241
30(1), II позиция	0,36	3200	241	0,25	3200	241
30(1), III позиция	0,25	3200	362	0,25	3200	362
30(1), IV позиция	0,25	3200	362	0,25	3200	362
30(1), V позиция	0,19	3217,5	202	0,19	3217,5	171
30(1), VI позиция	0,12	3408	129	0,19	3217,5	202
30(1), VII позиция				0,12	3408	129
30(2), I позиция	0,19	3217,5	242	0,15	3860	291
	0,12	3408	256	0,15	3860	436
30(2), II позиция	0,15	3860	436	0,15	3860	436
30(2), III позиция	0,15	3860	146	0,19	3217,5	202
30(2), IV позиция				0,06	4500	170
40(1), I позиция	0,15	3860	400	0,25	3200	331
40(1), II позиция	0,06	4500	466	0,25	3200	331
	0,25	3200	331	0,25	3200	331
40(1), III позиция	0,25	3200	271	0,12	2200	166
40(2), I позиция	0,1	4000	414	0,1	4000	0,21
40(2), II позиция	0,1	4000	414	0,1	4000	415
	0,1	2200	228	0,1	4000	415
40(2), III позиция	0,1	4000	414	0,1	4000	415
	0,1	4000	414	0,12	2200	228
40(2), IV позиция	0,09	3600	305	0,09	3600	271
40(2), V позиция	1,5	620	70	1,5	620	70

Таблица 2.22 – Режимы резания деталей В, Г

№ операции	Деталь В			Деталь Г		
	S, мм/об	n, об/мин	V, м/мин	S, мм/об	n, об/мин	V, м/мин
10, I позиция	0,4	1730	222	0,4	1730	222
10, II позиция	0,4	1730	119	0,4	1730	119
10, III позиция	0,4	1730	222	0,4	1730	222
10, IV позиция	0,4	1730	222	0,4	1730	222
10, V позиция	0,18	3200	131	0,18	3200	131
10, VI позиция	0,36	1557	83	0,36	1557	83
20, I позиция	0,4	1730	222	0,4	1730	222
20, II позиция	0,4	1730	179	0,4	1730	179
20, III позиция	0,36	1557	132	0,4	1730	222
20, IV позиция				0,36	1557	132
30(1), I позиция	0,15	3860	266	0,15	3860	266
30(1), II позиция	0,15	3860	266	0,15	3860	266
	0,12	2200	152	0,12	2200	152
30(1), III позиция	0,15	3860	497	0,15	3860	400
30(1), IV позиция	0,15	3860	497	0,15	3860	400
30(1), V позиция	0,12	3408	129	0,19	3217,5	131
30(1), VI позиция				0,19	3217,5	171
30(1), VII позиция				0,12	3408	129
30(2), I позиция	0,15	3860	266	0,1	4000	277
	0,12	2200	152	0,1	4000	277
30(2), II позиция	0,15	3860	497	0,12	2200	152
	0,15	3860	497	0,1	4000	415
30(2), III позиция	0,06	4500	170	0,1	4000	415
30(2), IV позиция	0,06	4500	170	0,09	3600	192
30(2), V позиция	1,5	620	70	0,06	4500	170
30(2), VI позиция				1,5	620	70
40(1), I позиция	0,25	3200	331	0,25	3200	331
40(1), II позиция	0,25	3200	331	0,25	3200	331
	0,12	2200	228	0,12	2200	228
40(1), III позиция	0,25	3200	412	0,25	3200	412
40(1), IV позиция	0,09	3600	373	0,09	3600	373
40(1), V позиция	0,25	3200	271			
40(2), I позиция	0,1	4000	414	0,1	4000	414
40(2), II позиция	0,1	4000	414	0,1	4000	414
	0,12	2200	228	0,12	2200	228
	0,1	4000	515	0,1	4000	515
40(2), III позиция	0,09	3600	305	0,09	3600	305
40(2), IV позиция	1,5	620	70	1,5	620	70

## 2.5 Нормирование технологических операций

Нормирование технологического процесса предлагается провести для всех деталей группы [10].

Приведём пример расчёта основного времени для V позиции операции 30(1).  
Вычисляем штучное время

$$t_{шт} = t_o + t_{всп} + t_{отд.} + t_{обс.}$$

где  $t_o$  – основное время;

$t_{отд.}$  – время на обслуживание рабочего места (организационное и технологическое);

$t_{обс.}$  – время перерывов на отдых и личные надобности ;

$t_{всп}$  – вспомогательное время.

Находим вспомогательное время

$$t_{всп} = t_{yc} + t_{п} + t_{изм.},$$

где  $t_{yc}$  – время на установку и снятие заготовки ( $t_{yc} = 0,06$  мин в самоцентрирующем патроне с креплением пневматическим зажимом при массе детали до 0,25 кг);

$t_{п}$  – время, связанное с переходом для определённого комплекса приёмов, и отдельно время на приёмы, не вошедшие в комплекс  $t_{п} = 0,475$  мин;

$t_{изм.}$  – время на контрольные измерения.

Так как в нашем случае обработка ведётся на настроенных станках и пробные ходы не требуются, то формула примет вид

$$t_{всп} = t_{yc} + t_{п} = 0,06 + 0,475 = 0,535 \text{ мин};$$

$$t_o = 0,03 + 0,535 = 0,565 \text{ мин.}$$

Рассчитаем время перерывов на отдых и личные надобности

$$t_{отд.обс.} = 0,006 \cdot t_{оп.},$$

где 0,06 – коэффициент, выражающий процентное отношение данного вида времени к оперативному;

$t_{оп.}$  – оперативное время, равное сумме основного и вспомогательного времени.

$$t_{оп.} = t_{всп} + t_o;$$

$$t_{отд.обс.} = 0,006 \cdot 0,565 = 0,00339 \text{ мин};$$

$$t_{шт} = 0,00339 + 0,535 + 0,03 = 0,56839 \text{ мин.}$$

									Лист
									61
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата	15.03.05.2018.125.ПЗ				

Подготовительно-заключительное время на партию заготовок работе на токарном станке с ЧПУ

$$t_{п.з.} = 33 + 7 + 2 = 42 \text{ мин.}$$

На единицу продукции

$$t_{п.з.}/n_{п.}$$

Число деталей в партии

$$n = \frac{N \cdot t}{260},$$

где  $N$  – годовой объем производства, шт;

$t$  – число дней, на которое необходимо иметь запас деталей для бесперебойной работы сборочного цеха;

260 – число рабочих дней в году при пятидневной рабочей неделе.

Подставляя значения получим

$$n = \frac{5000 \cdot 5}{260} = 96 \text{ дет.};$$

$$t_{п.з.}/n_{п.} = 42/96 = 0,44 \text{ мин.};$$

$$t_{шт.к.} = t_{шт.} + t_{п.з.}/n_{п.} = 0,6 + 0,44 = 1,04 \text{ мин.}$$

Основное время для остальных переходов рассчитывается аналогично. Результаты расчётов представлены в таблице 2.23. При этом технологическое время на операцию рассчитывается по формуле [10]

$$T_o = \sum_{i=1}^m t_o, \text{ мин.},$$

где  $m$  – количество переходов на операции.

Для деталей Б, В, Г результаты расчета основного технологического времени представлены в таблицах 2.24 – 2.26.

Таблица 2.23 – Результаты расчета основного технологического времени детали А

№ операции	L, мм	i	n, об/мин	S, мм/об	t <sub>o</sub> , мин	T <sub>o</sub> , мин
10, I позиция	21	1	1730	0,4	0,03	0,28
10, II позиция	21	3	1730	0,4	0,12	
10, III позиция	9	1	1730	0,4	0,01	
10, IV позиция	14	1	1730	0,4	0,02	
10, V позиция	55					
20, I позиция	14	1	3200	0,18	0,1	0,16



Окончание таблицы 2.23

№ операции	L, мм	i	n, об/мин	S,мм/об	t <sub>о</sub> , мин	T <sub>о</sub> , мин
20, II позиция	19					
20, III позиция	11	1	1730	0,4	0,02	
30(1), I позиция	5	3	1730	0,4	0,08	0,41
30(1), II позиция	21	3	1557	0,36	0,06	
30(1), III позиция	9	1	3200	0,25	0,01	
30(1),IV позиция	14	1	3200	0,25	0,03	
30(1), V позиция	55	1	3200	0,25	0,01	
30(1), VI позиция	102	1	3200	0,25	0,02	
30(2),I позиция	5	1	3217,5	0,19	0,09	0,42
	5	1	3408	0,12	0,25	
30(2), II позиция	9	1	3860	0,15	0,01	
30(2), III позиция	102	1	3860	0,15	0,01	
40(1), I позиция	8	1	3860	0,15	0,02	
40(1), II позиция	21	1	4500	0,06	0,38	0,11
	12	1	3200	0,25	0,01	
40(1), III позиция	14	1	3200	0,25	0,03	
40(2), I позиция	8	1	4000	0,1	0,02	0,21
40(2), II позиция	21	1	4000	0,1	0,05	
	12	1	2200	0,1	0,05	
40(2), III позиция	5	1	4000	0,1	0,01	
	5	1	4000	0,1	0,01	
40(2), IV позиция	14	1	3600	0,09	0,04	
40(2), V позиция	23.5	1	620	1,5	0,03	

Таблица 2.24 – Результаты расчета основного технологического времени детали Б

№ операции	L, мм	i	n, об/мин	S,мм/об	t <sub>о</sub> , мин	T <sub>о</sub> , мин
10, I позиция	21	1	1730	0,4	0,03	0,29
10, II позиция	21	4	1730	0,4	0,12	
10, III позиция	9	1	1730	0,4	0,01	
10, IV позиция	14	1	1730	0,4	0,02	
10, V позиция	55	1	3200	0,18	0,1	
10, VI позиция	8	1	1557	0,36	0,01	
20, I позиция	11	1	1730	0,4	0,02	0,16
20, II позиция	19	3	1730	0,4	0,08	
20, III позиция	11	3	1557	0,36	0,06	
30(1), I позиция	5	1	3200	0,25	0,01	0,42
30(1), II позиция	21	1	3200	0,25	0,03	
30(1), III позиция	9	1	3200	0,25	0,01	
30(1),IV позиция	14	1	3200	0,25	0,02	0,44

Окончание таблицы 2.24

№ операции	L, мм	i	n, об/мин	S, мм/об	t <sub>о</sub> , мин	T <sub>о</sub> , мин	
30(1), V позиция	55	1	3217,5	0,19	0,09		
30(1), VI позиция	8	1	3217,5	0,19	0,01		
30(1), VII позиция	102	1	3408	0,12	0,25		
30(2), I позиция	5	1	3860	0,15	0,01	0,11	
	5	1	3860	0,15	0,01		
30(2), II позиция	9	1	3860	0,15	0,02		
	5	1	3860	0,15	0,01		
30(2), III позиция	8	1	3217,5	0,19	0,01		
30(2), IV позиция	102	1	4500	0,06	0,38		
40(1), I позиция	8	1	3200	0,25	0,01	2,87	
	40(1), II позиция	21	1	3200	0,25		0,03
		12	1	3200	0,25		0,02
40(1), III позиция	14	1	2200	0,12	0,05		
40(2), I позиция	8	1	4000	0,1	0,02	0,21	
	5	1	4000	0,1	0,01		
40(2), II позиция	21	1	4000	0,1	0,05		
	12	1	4000	0,1	0,03		
40(2), III позиция	5	1	4000	0,1	0,01		
	5	1	2200	0,12	0,02		
40(2), IV позиция	14	1	3600	0,09	0,04		
40(2), V позиция	23,5	1	620	1,5	0,03		

Таблица 2.25 – Результаты расчета основного технологического времени детали В

№ операции	L, мм	i	n, об/мин	S, мм/об	t <sub>о</sub> , мин	T <sub>о</sub> , мин
10, I позиция	24	1	1730	0,4	0,03	0,32
10, II позиция	22	4	1730	0,4	0,13	
10, III позиция	12	1	1730	0,4	0,02	
10, IV позиция	17	1	1730	0,4	0,02	
10, V позиция	60	1	3200	0,18	0,1	
10, VI позиция	9	1	1557	0,36	0,02	
20, I позиция	14	1	1730	0,4	0,02	0,22
20, II позиция	21	1	1730	0,4	0,03	
20, III позиция	24	4	1557	0,36	0,17	
30(1), I позиция	7	1	3860	0,15	0,01	0,44
30(1), II позиция	21	1	3860	0,15	0,04	
	12	1	2200	0,12	0,05	
30(1), III позиция	12	1	3860	0,15	0,02	
30(1), IV позиция	17	1	3860	0,15	0,03	
30(1), V позиция	120	1	3408	0,12	0,29	
30(2), I позиция	21	1	3860	0,15	0,04	0,63
	12	1	2200	0,12	0,05	

Окончание таблицы 2.25

№ операции	L, мм	i	n, об/мин	S, мм/об	t <sub>о</sub> , мин	T <sub>о</sub> , мин
30(2), II позиция	12	1	3860	0,15	0,02	
	5	1	3860	0,15	0,01	
30(2), III позиция	120	1	4500	0,06	0,44	
30(2), IV позиция	21	1	3860	0,15	0,04	
30(2), V позиция	23.5	1	620	1,5	0,03	
40(1), I позиция	8	1	3200	0,25	0,01	0,18
40(1), II позиция	24	1	3200	0,25	0,03	
	12	1	2200	0,12	0,05	
40(1), III позиция	7	1	3200	0,25	0,01	
40(1), IV позиция	24	1	3600	0,09	0,07	
40(1), V позиция	24	5	3200	0,25	0,01	
40(2), I позиция	8	1	4000	0,1	0,02	0,26
40(2), II позиция	24	1	4000	0,1	0,06	
	12	1	2200	0,12	0,05	
	5	1	4000	0,1	0,01	
	7	1	4000	0,1	0,02	
40(2), III позиция	24	1	3600	0,09	0,07	
40(2), IV позиция	24.5	1	620	1,5	0,03	

Таблица 2.26 – Результаты расчета основного технологического времени детали Г

№ операции	L, мм	i	n, об/мин	S, мм/об	t <sub>о</sub> , мин	T <sub>о</sub> , мин
10, I позиция	24	1	1730	0,4	0,03	0,34
10, II позиция	22	4	1730	0,4	0,13	
10, III позиция	13	1	1730	0,4	0,02	
	5	1	1730	0,4	0,01	
	7	1	1730	0,4	0,01	
10, IV позиция	14	1	1730	0,4	0,02	
10, V позиция	60	1	3200	0,18	0,1	
10, VI позиция	9	1	1557	0,36	0,02	0,23
20, I позиция	12	1	1730	0,4	0,02	
20, II позиция	24	4	1730	0,4	0,03	
20, III позиция	7	1	1730	0,4	0,01	
20, IV позиция	24	4	1557	0,36	0,17	0,59
30(1), I позиция	5	1	3860	0,15	0,01	
30(1), II позиция	21	1	3860	0,15	0,04	
	12	1	2200	0,12	0,05	
30(1), III позиция	8	1	3860	0,15	0,01	
	5	1	3860	0,15	0,01	

Окончание таблицы 2.26

№ операции	L, мм	i	n, об/мин	S, мм/об	t <sub>о</sub> , мин	T <sub>о</sub> , мин	
	9	1	3860	0,15	0,02		
30(1), IV позиция	14	1	3860	0,15	0,02		
№ операции	L, мм	i	n, об/мин	S, мм/об	t <sub>о</sub> , мин	T <sub>о</sub> , мин	
30(1), V позиция	60	1	3217,5	0,19	0,1	0,63	
30(1), VI позиция	24	1	3217,5	0,19	0,04		
30(1), VII позиция	120	1	3408	0,12	0,29		
30(2), I позиция	8	1	4000	0,1	0,02		
	5	1	4000	0,1	0,01		
30(2), II позиция	12	1	2200	0,12	0,05		
	9	1	4000	0,1	0,02		
30(2), III позиция	7	1	4000	0,1	0,02		
	5	1	4000	0,1	0,01		
30(2), IV позиция	9	1	3600	0,09	0,03		
30(2), V позиция	120	1	4500	0,06	0,44		
30(2), VI позиция	21.5	1	620	1,5	0,03		
40(1), I позиция	8	1	3200	0,25	0,01		0,17
	40(1), II позиция	24	1	3200	0,25		
		12	1	2200	0,12	0,05	
40(1), III позиция	7	1	3200	0,25	0,01		
40(1), IV позиция	24	1	3600	0,09	0,07		
40(2), I позиция	8	1	4000	0,1	0,02	0,21	
40(2), II позиция	5	1	4000	0,1	0,01		
	12	1	2200	0,12	0,05		
	5	1	4000	0,1	0,01		
	7	1	4000	0,1	0,02		
40(2), III позиция	24	1	3600	0,09	0,07		
40(2), IV позиция	23.5	1	620	1,5	0,03		

Вспомогательное время, связанное с переходом, определяется табличным методом по рекомендациям [10]. Результаты расчёта вспомогательного времени для детали А отражены в таблице 2.27. При этом время, затрачиваемое на перемещение частей станка, для всех переходов равно нулю.

Для деталей Б, В, Г результаты расчета вспомогательного времени представлены в таблицах 2.28 – 2.30

Таблица 2.27 – Расчет вспомогательного времени детали А

№ операции	Вспомогательное время, мин							
	Установка и снятие детали	Связанное с переходом	Смена инструмента	Изменение		Контрольные измерения	Всего	
				подачи	частоты вращения		На переход, $t_b$	На операцию, $T_b$
10, I позиция	0,25	0,02	0,04	0,04	0,05	—	0,4	0,8
10, II позиция	—	0,02	—	—	—	0,1	0,12	
10, III позиция	—	0,02	—	—	—	—	0,02	
10, IV позиция	—	0,02	—	—	—	—	0,02	
10, V позиция	—	0,02	0,04	0,04	0,05	0,09	0,24	
20, I позиция	0,12	0,02	0,04	0,04	0,05	—	0,27	0,77
20, II позиция	—	0,02	—	—	—	0,1	0,12	
20, III позиция	—	0,02	0,04	0,04	0,05	0,23	0,38	
30(1), I позиция	0,12	0,02	—	—	—	—	0,14	1,21
30(1), II позиция	—	0,02	—	—	—	—	0,02	
30(1), III позиция	—	0,02	—	—	—	—	0,02	
30(1), IV позиция	—	0,02	—	—	—	0,1	0,12	
30(1), V позиция	—	0,02	0,04	0,04	0,05	0,23	0,38	
30(1), VI позиция	—	0,02	0,04	0,04	0,05	0,38	0,53	
30(2), I позиция	—	0,02	0,04	0,04	0,05	—	0,15	0,56
30(2), II позиция	—	0,02	—	—	—	0,12	0,14	
30(2), III позиция	—	0,02	0,04	0,04	0,05	0,12	0,27	
40(1), I позиция	0,06	0,02	0,04	0,04	0,05	0,15	0,36	0,65
40(1), II позиция	—	0,02	—	—	—	—	0,02	
40(1), III позиция	—	0,02	0,04	0,04	0,05	0,12	0,27	
40(2), I позиция	—	0,02	0,04	0,04	0,05	—	0,15	0,72
40(2), II позиция	—	0,02	—	—	—	0,12	0,14	
40(2), III позиция	—	0,02	0,04	0,04	0,05	0,1	0,15	
40(2), IV позиция	—	0,02	0,04	0,04	0,05	0,16	0,15	
40(2), V позиция	—	0,14	0,04	0,04	0,05	0,33	0,13	

Таблица 2.28 – Расчет вспомогательного времени детали Б

№ операции	Вспомогательное время, мин							На переход, $t_b$	На операцию , $T_b$
	Установка и снятие детали	Связанное с переходом	Смена инструмента	Изменение		Контрольные измерения	Всего		
				подачи	частоты вращения				
10, I позиция	0,25	0,02	0,04	0,04	0,05	—	0,4	1,18	
10, II позиция	—	0,02	—	—	—	0,1	0,12		
10, III позиция	—	0,02	—	—	—	—	0,02		
10, IV позиция	—	0,02	—	—	—	—	0,02		
10, V позиция	—	0,02	0,04	0,04	0,05	0,09	0,24		
10, VI позиция	—	0,02	0,04	0,04	0,05	0,23	0,38		
20, I позиция	0,12	0,02	0,04	0,04	0,05	—	0,27	0,77	
20, II позиция	—	0,02	—	—	—	0,1	0,12		
20, III позиция	—	0,02	0,04	0,04	0,05	0,23	0,38		
30(1), I позиция	0,12	0,02	—	—	—	—	0,14	1,59	
30(1), II позиция	—	0,02	—	—	—	—	0,02		
30(1), III позиция	—	0,02	—	—	—	—	0,02		
30(1), IV позиция	—	0,02	—	—	—	0,1	0,12		
30(1), V позиция	—	0,02	0,04	0,04	0,05	0,23	0,38		
30(1), VI позиция	—	0,02	0,04	0,04	0,05	0,23	0,38		
30(1), VII позиция	—	0,02	0,04	0,04	0,05	0,38	0,53		
30(2), I позиция	—	0,02	0,04	0,04	0,05	—	0,15	0,94	
30(2), II позиция	—	0,02	—	—	—	0,12	0,14		
30(2), III позиция	—	0,02	0,04	0,04	0,05	0,23	0,38		
30(2), IV позиция	—	0,02	0,04	0,04	0,05	0,12	0,27		
40(1), I позиция	0,06	0,02	0,04	0,04	0,05	0,15	0,36	0,65	
40(1), II позиция	—	0,02	—	—	—	—	0,02		
40(1), III позиция	—	0,02	0,04	0,04	0,05	0,12	0,27		
40(2), I позиция	—	0,02	0,04	0,04	0,05	—	0,15	0,65	
40(2), II позиция	—	0,02	—	—	—	0,12	0,14		
40(2), III позиция	—	0,02	0,04	0,04	0,05	0,1	0,15		
40(2), IV позиция	—	0,02	0,04	0,04	0,05	0,16	0,15		
40(2), V позиция	—	0,14	0,04	0,04	0,05	0,33	0,13		

Таблица 2.29 – Расчет вспомогательного времени детали В

№ операции	Вспомогательное время, мин							
	Установка и снятие детали	Связанное с переходом	Смена инструмента	Изменение		Контрольные измерения	Всего	
				подачи	частоты вращения		На переход, $t_b$	На операцию, $T_b$
10, I позиция	0,25	0,02	0,04	0,04	0,05	—	0,4	1,34
10, II позиция	—	0,02	—	—	—	0,1	0,12	
10, III позиция	—	0,02	—	—	—	—	0,02	
10, IV позиция	—	0,02	—	—	—	—	0,02	
10, V позиция	—	0,02	—	—	—	0,1	0,02	
10, VI позиция	—	0,02	0,04	0,04	0,05	0,23	0,38	
10, VII позиция	—	0,02	0,04	0,04	0,05	0,23	0,38	
20, I позиция	0,12	0,02	0,04	0,04	0,05	—	0,27	0,77
20, II позиция	—	0,02	—	—	—	0,1	0,12	
20, III позиция	—	0,02	0,04	0,04	0,05	0,23	0,38	
30(1), I позиция	0,12	0,02	—	—	—	—	0,14	1,47
30(1), II позиция	—	0,02	0,04	0,04	0,05	0,1	0,15	
30(1), III позиция	—	0,02	0,04	0,04	0,05	—	0,15	
30(1), IV позиция	—	0,02	—	—	—	0,1	0,12	
30(1), V позиция	—	0,02	0,04	0,04	0,05	0,23	0,38	
30(1), VI позиция	—	0,02	0,04	0,04	0,05	0,38	0,53	
30(2), I позиция	—	0,02	0,04	0,04	0,05	—	0,15	
30(2), II позиция	—	0,02	0,04	0,04	0,05	0,12	0,27	1,35
30(2), III позиция	—	0,02	0,04	0,04	0,05	0,23	0,38	
30(2), IV позиция	—	0,02	—	—	—	—	0,02	
30(2), IV позиция	—	0,02	0,04	0,04	0,05	0,38	0,53	1,18
40(1), I позиция	0,06	0,02	0,04	0,04	0,05	0,15	0,36	
40(1), II позиция	—	0,02	—	—	—	—	0,02	
40(1), III позиция	—	0,02	0,04	0,04	0,05	0,12	0,27	
40(1), IV позиция	—	0,02	0,04	0,04	0,05	—	0,15	
40(1), V позиция	—	0,02	0,04	0,04	0,05	0,23	0,38	
40(2), I позиция	—	0,02	0,04	0,04	0,05	—	0,15	
40(2), II позиция	—	0,02	—	—	—	—	0,02	1
40(2), III позиция	—	0,02	0,04	0,04	0,05	0,1	0,15	
40(2), IV позиция	—	0,02	0,04	0,04	0,05	—	0,15	
40(2), V позиция	—	0,02	—	—	—	—	0,02	
40(2), VI позиция	—	0,02	0,04	0,04	0,05	0,23	0,38	
40(2), V позиция	—	0,14	0,04	0,04	0,05	0,33	0,13	

Таблица 2.30 – Расчет вспомогательного времени детали Г

№ операции	Вспомогательное время, мин							На операци ю, Т <sub>в</sub>
	Установка и снятие детали	Связанное с переходом	Смена инструмента	Изменение		Контрольные измерения	Всего	
				подачи	частоты вращения			
10, I позиция	0,25	0,02	0,04	0,04	0,05	—	0,4	1,36
10, II позиция	—	0,02	—	—	—	0,1	0,12	
10, III позиция	—	0,02	—	—	—	—	0,02	
10, IV позиция	—	0,02	—	—	—	—	0,02	
10, V позиция	—	0,02	—	—	—	—	0,02	
10, VI позиция	—	0,02	—	—	—	0,1	0,02	
10, VII позиция	—	0,02	0,04	0,04	0,05	0,23	0,38	
10, VIII позиция	—	0,02	0,04	0,04	0,05	0,23	0,38	
20, I позиция	0,12	0,02	0,04	0,04	0,05	—	0,27	0,79
20, II позиция	—	0,02	—	—	—	—	0,02	
20, III позиция	—	0,02	—	—	—	0,1	0,12	
20, IV позиция	—	0,02	0,04	0,04	0,05	0,23	0,38	
30(1), I позиция	0,12	0,02	0,04	0,04	0,05	—	0,27	1,89
30(1), II позиция	—	0,02	—	—	—	0,1	0,02	
30(1), III позиция	—	0,02	0,04	0,04	0,05	0,1	0,15	
30(1), IV позиция	—	0,02	0,04	0,04	0,05	—	0,15	
30(1), V позиция	—	0,02	—	—	—	—	0,02	
30(1), VI позиция	—	0,02	—	—	—	0,1	0,12	
30(1), VII позиция	—	0,02	0,04	0,04	0,05	0,23	0,38	
30(1), VIII позиция	—	0,02	—	—	—	0,23	0,25	
30(1), VIV позиция	—	0,02	0,04	0,04	0,05	0,38	0,53	
30(2), I позиция	—	0,02	0,04	0,04	0,05	—	0,15	
30(2), II позиция	—	0,02	—	—	—	—	0,02	
30(2), III позиция	—	0,02	0,04	0,04	0,05	0,12	0,27	
30(2), IV позиция	—	0,02	0,04	0,04	0,05	0,23	0,38	
30(2), V позиция	—	0,02	—	—	—	—	0,02	
30(2), VII позиция	—	0,02	—	—	—	0,1	0,02	
30(2), VIII позиция	—	0,02	0,04	0,04	0,05	0,23	0,38	
30(2), IX позиция	—	0,02	0,04	0,04	0,05	0,38	0,53	
30(2), X позиция	—	0,14	0,04	0,04	0,05	0,33	0,13	
40(1), I позиция	0,06	0,02	0,04	0,04	0,05	0,15	0,36	1,18
40(1), II позиция	—	0,02	—	—	—	—	0,02	
40(1), III позиция	—	0,02	0,04	0,04	0,05	0,12	0,27	1
40(1), IV позиция	—	0,02	0,04	0,04	0,05	—	0,15	
40(1), V позиция	—	0,02	0,04	0,04	0,05	0,23	0,38	
40(2), I позиция	—	0,02	0,04	0,04	0,05	—	0,15	1
40(2), II позиция	—	0,02	—	—	—	—	0,02	
40(2), III позиция	—	0,02	0,04	0,04	0,05	0,1	0,15	
40(2), IV позиция	—	0,02	0,04	0,04	0,05	—	0,15	



На вспомогательное время вводится поправочный коэффициент, в зависимости от суммарной продолжительности обработки партии деталей по трудоёмкости [9]. При трудоёмкости обработки партии деталей за пять смен этот коэффициент равен  $K_{ТВ} = 0,76$  [10]. Значения вспомогательного времени детали А с учётом поправочного коэффициента приведены в таблице 2.31. На остальные детали представлены в таблице 2.32.

Таблица 2.31 – Расчет вспомогательного времени детали А с учетом поправочного коэффициента

№ операции	$K_{ТВ}$	$T_{В}$ , мин	$K_{ТВ} \cdot T_{В}$ , мин
10	0,76	0,8	0,61
20		0,77	0,59
30(1)		1,21	0,92
30(2)		0,56	0,43
40(1)		0,65	0,49
40(2)		0,72	0,55

Таблица 2.32 – Расчет вспомогательного времени детали Б, В, Г с учетом поправочного коэффициента

№ операции	Деталь Б			Деталь В			Деталь Г		
	$K_{ТВ}$	$T_{В}$ , мин	$K_{ТВ} \cdot T_{В}$ , мин	$K_{ТВ}$	$T_{В}$ , мин	$K_{ТВ} \cdot T_{В}$ , мин	$K_{ТВ}$	$T_{В}$ , мин	$K_{ТВ} \cdot T_{В}$ , мин
10	0,76	1,18	0,9	0,76	1,34	1,02	0,76	1,36	1,03
20		0,77	0,59		0,77	0,59		0,79	0,6
30(1)		1,59	1,21		1,47	1,12		1,89	1,44
30(2)		0,94	0,71		1,35	1,03		1,9	1,44
40(1)		0,65	0,49		1,18	0,9		1,18	0,9
40(2)		0,72	0,55		1	0,76		1	0,76

Норма штучного времени определяется по формуле [10]

$$T_{шт} = (T_{oi} + T_{В} \cdot k_{ТВ}) \cdot \left(1 + \frac{T_{отд} + T_{обс}}{100}\right), \text{ мин,}$$

где  $T_{обс}$  – время на обслуживание рабочего места, % оперативного времени;

$T_{отд}$  – время перерывов на отдых и личные надобности, % оперативного времени.

Время на обслуживание рабочего места и время перерывов на отдых определяются табличным методом. Для станков с наибольшим диаметром изделия, устанавливаемого над станиной, время обслуживания составляет  $T_{обс} = 4\%$ . Время перерывов на отдых и личные надобности при работе на станке с механической подачей составляет  $T_{отд} = 4\%$  [10].

Определение нормы штучного времени детали А отражено в таблице 2.33.

Таблица 2.33 – Определение нормы штучного времени детали А

№ операции	T <sub>о</sub> , мин	K <sub>тв</sub> ·T <sub>в</sub> , мин	T <sub>обс</sub> , %	T <sub>отд</sub> , %	$1 + \frac{T_{отд} + T_{обс}}{100}$	T <sub>шт</sub> , мин
10	0,28	0,61	4	4	1,08	0,96
20	0,16	0,59				0,81
30(1)	0,41	0,92				1,44
30(2)	0,42	0,43				0,92
40(1)	0,11	0,49				0,65
40(2)	0,21	0,55				0,82

Подготовительно-заключительное время определяется табличным методом и зависит от способа установки детали, количества режущих инструментов, участвующих в операции, наибольшего диаметра изделия, устанавливаемого над станиной [10]. Определение подготовительно-заключительного времени T<sub>пз</sub> приведено в таблице 2.34.

Таблица 2.34 – Определение подготовительно – заключительного времени

№ операции	Способ установки детали	Наибольший диаметр устанавливаемого над станиной изделия, мм	Количество режущих инструментов, шт.	T <sub>пз</sub> , мин
1	2	3	4	5
Деталь А				
10 20 30(1) 30(2)	Приспособление для групповой обработки деталей		3	25
40(1) 40(2)			500	4
Деталь Б				
10 20 30(1) 30(2) 40(1)	Приспособление для групповой обработки деталей	500	3	25
40(2)			4	25

Окончание таблицы 2.34

Деталь В				
№ операции	Способ установки детали	Наибольший диаметр устанавливаемого над станиной изделия, мм	Количество режущих инструментов, шт.	T <sub>пз</sub> , мин
10 20 30(1) 30(2) 40(1)	Приспособление для групповой обработки деталей	500	3	25
40(2)			4	
Деталь Г				
10 20	Приспособление для групповой обработки деталей	500	3	25
30(1) 30(2)			5	25
40(1)			3	25
40(2)			4	25

Норма штучно – калькуляционного времени на операцию определяется по формуле [10]:

$$t_{шт.к.} = t_{шт.} + t_{п.з.} / n_{п, мин},$$

где  $n_{\delta}$  – минимальное число деталей в партии, определяется по формуле [10]

$$n = \frac{N \cdot t}{260}, \text{ шт.},$$

где  $T_{пз}$  – подготовительно–заключительное время на ведущей 30(1) операции,  $T_{пз} = 25$  мин;

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

Подставив значения, получим

$$n = \frac{5000 \cdot 5}{260} = 96,2 \text{ шт.}$$

Принимаем  $n_{\delta} = 96$  шт, что близко к расчетному значению и кратно годовому выпуску.

Находим штучно–калькуляционное время для операции 05 базовой детали группы

$$T_{шт-к} = 1,44 + 25/96 = 1,7 \text{ мин.}$$

Остальные рассчитанные значения сводятся в таблицу 2.35

Таблица 2.35 – Норма штучно-калькуляционного времени

№ операции	10	20	30(1)	30(2)	40(1)	40(2)
T <sub>шт-к</sub> , мин.	0,99	0,84	1,7	0,95	0,68	0,85

На детали Б, В, Г рассчитанные значения нормы штучного и штучно-калькуляционного времени приведены в таблице 2.36.

Таблица 2.36 – Значения норм штучного и штучно-калькуляционного времени

№ операции	T <sub>о</sub> , мин	K <sub>тв</sub> · T <sub>в</sub> , мин	T <sub>ОБС</sub> , %	T <sub>ОТД</sub> , %	$1 + \frac{T_{отд} + T_{обс}}{100}$	T <sub>шт</sub> , мин	T <sub>шт-к</sub> , мин
Деталь Б							
10	0,29	0,22	4	4	1,8	0,55	0,58
20	0,16	0,12				0,3	0,33
30(1)	0,42	0,32				0,8	0,83
30(2)	0,44	0,33				0,83	0,86
40(1)	0,11	0,08				0,21	0,24
40(2)	0,21	0,16				0,4	0,43
Деталь В							
10	0,32	0,24	4	4	1,8	0,6	0,63
20	0,22	0,17				0,42	0,45
30(1)	0,44	0,33				0,83	0,86
30(2)	0,63	0,48				1,2	1,23
40(1)	0,18	0,14				0,35	0,38
40(2)	0,26	0,2				0,5	0,53
Деталь Г							
10	0,34	0,26	4	4	1,8	0,65	0,68
20	0,23	0,17				0,43	0,46
30(1)	0,59	0,45				1,12	1,15
30(2)	0,63	0,48				1,2	1,23
40(1)	0,17	0,13				0,32	0,35

На основании подразделов 2.2 – 2.5 оформляется групповой технологический процесс обработки деталей типа «Штуцер» с учетом ГОСТ 3.1121-84.

Выводы по разделу два

В технологическом разделе выполнены: анализ технологичности деталей и существующего технологического процесса, разработан групповой технологический процесс, размерный анализ для базовой детали группы, расчет режимов резания и нормирование технологического процесса.

### 3 КОНСТРУКТОРСКИЙ РАЗДЕЛ

Производительность и точность обработки деталей на металлорежущих станках в значительной мере зависит от конструкций приспособлений, которые должны обеспечивать получение высококачественных деталей, облегчение условий труда и повышение его производительности за счёт сокращения машинного и вспомогательного времени. Это возможно за счет применения групповой обработки деталей, использования быстродействующих зажимов с механическим, пневматическим, гидравлическим или пневмогидравлическим приводом. А также за счет применения современных видов режущих инструментов и универсальных переналаживаемых средств контроля.

По рекомендациям [11] должна применяться универсальная переналаживаемая оснастка.

Предлагается разработать самоцентрирующийся трехкулачковый патрон с пневмоприводом.

#### 3.1 Проектирование зажимного приспособления – трехкулачкового патрона с пневмоприводом

Производительность и точность обработки деталей на металлорежущих станках в значительной мере зависит от конструкций приспособлений, которые должны обеспечивать получение высококачественных деталей, облегчение условий труда и повышение его производительности за счёт сокращения машинного и вспомогательного времени. Это возможно за счет применения групповой обработки деталей, использования быстродействующих зажимов с механическим, пневматическим, гидравлическим или пневмогидравлическим приводом. А также за счет применения современных видов режущих инструментов и универсальных переналаживаемых средств контроля.

По рекомендациям [11] должна применяться универсальная переналаживаемая оснастка.

Предлагается разработать групповое приспособление – трехкулачковый самоцентрирующийся патрон с пневмоприводом.

##### 3.1.1 Разработка теоретической схемы базирования

Для обеспечения требований к взаимному расположению базовых и обрабатываемых поверхностей, а также для закрепления заготовки в требуемом положении и предотвращения ее смещения от сил резания разрабатываем трехкулачковый самоцентрирующийся патрон с пневмоприводом.

Детали группы базируются в приспособлении по наружным цилиндрическим поверхностям. Теоретическая схема показана на рисунке 3.1. Назначение зажимного приспособления для закрепления заготовок, предназначенных для токарной обработки, состоит в решении следующих задач:

									Лист
									75
Изм.	Лист	№ Документа_	Подпись_	Дата	15.03.05.2018.125.ПЗ				

- точное определение положения заготовки относительно выбранной оси;
- удержание заготовки под действием составляющих силы резания;
- быстрые установка и снятие заготовки.

Первым этапом проектирования зажимного приспособления является разработка теоретической схемы базирования [12].

Для обеспечения требований к взаимному расположению базовых и обрабатываемых поверхностей, а также для закрепления заготовки в требуемом положении и предотвращения ее смещения от сил резания разрабатываем токарное приспособление.

Конструкторскую базу совмещаем с установочной базой приспособления, тогда погрешность базирования равна 0.

На основании схемы базирования разрабатываем схему приспособления.

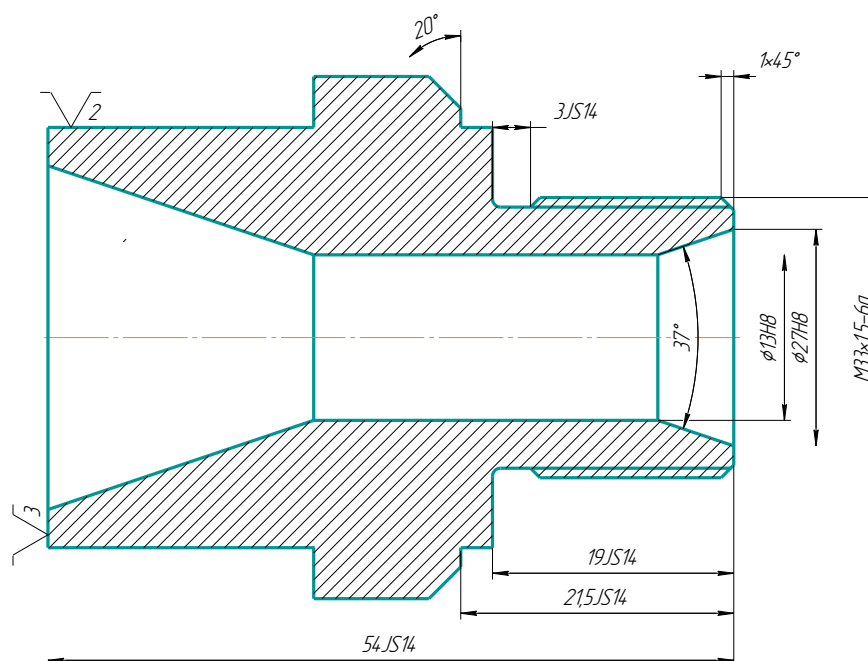


Рисунок 3.1 – Теоретическая схема базирования

### 3.1.2 Проектирование схемы приспособления

Трехкулачковый патрон является одной из разновидностей кулачков для токарных станков. Они предназначены для зажима заготовок различной формы, будь то цилиндрические, прямоугольные или другие варианты. Трехкулачковый патрон с пневмоприводом показан на рисунке 3.2 Используются на мелкосерийных, единичных и серийных производствах. Трехкулачковый самоцентрирующийся патрон не требует времени на переналадку при смене заготовки на другой диаметр [13].

Корпус патронного устройства выполняется из высококачественного чугуна специального изготовления.

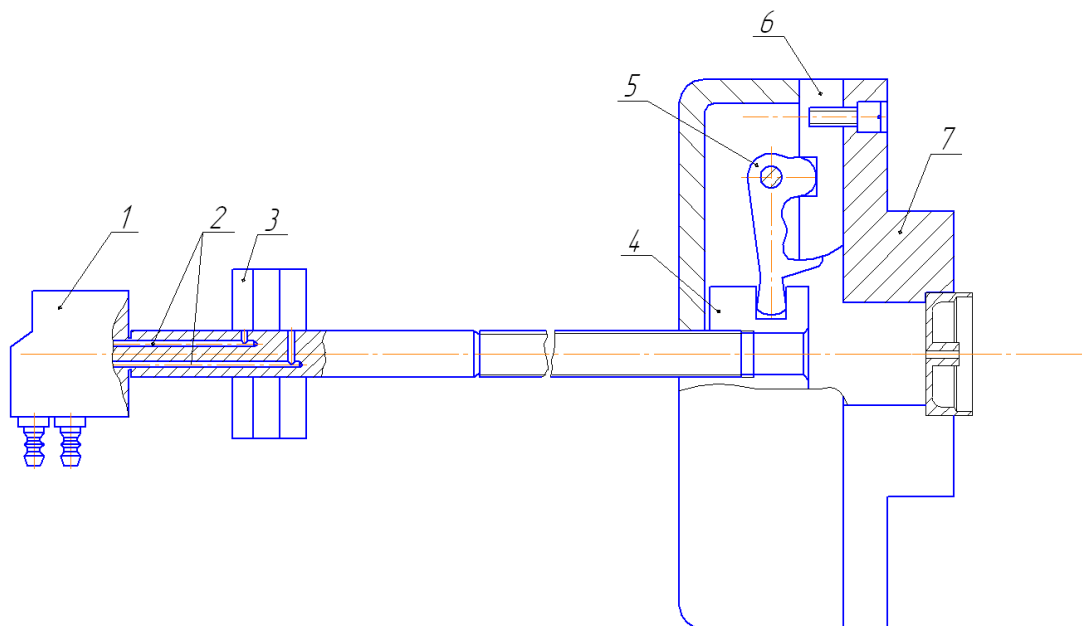


Рисунок 3.2 – Трехкулачковый патрон с пневмоприводом

### 3.1.3 Расчет основных элементов приспособления

Схема зажима представлена на рисунке 3.3

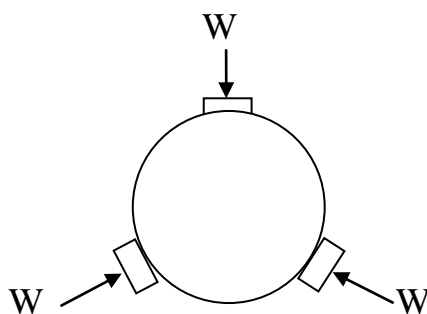


Рисунок 3.3 – Схема зажима

Рассчитываем усилие зажима

$$W = P_z \cdot K,$$

где  $P_z$  – сила резания,  $P_z=108,17$  Н;

$K$  – коэффициент трения;  $K=K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6$ ;

$K_1$  – коэффициент, учитывающий вид обработки,  $K_1=1,5$ ;

$K_2$  – коэффициент, учитывающий влияние режущего инструмента,  $K_2=1$ ;

Изм.	Лист	№ Документа_	Подпись_	Дата
------	------	--------------	----------	------

15.03.05.2018.125.ПЗ

Лист

77

$K_3$  – коэффициент, учитывающий прерывность,  $K_3=1$ ;  
 $K_4$  – коэффициент, учитывающий постоянство сил,  $K_4=1$ ;  
 $K_5$  – коэффициент, учитывающий эргономику,  $K_5=1$ ;  
 $K_6$  – коэффициент, учитывающий наличие сил, стремящихся повернуть заготовку,  $K_6=1,5$ .

Отсюда получаем

$$K=1,5 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,5=2,25;$$

$$W=108,17 \cdot 2,25=243,4 \text{ Н.}$$

Сила тяги рассчитывается по формуле

$$Q = \frac{W \cdot l_1}{l_2 \cdot \sin 40^\circ},$$

где  $l_1, l_2$  – длина по чертежу приспособления.

Рассчитываем силу тяги

$$Q = \frac{243,4 \cdot 20}{83,5 \cdot 0,07} = 832,85 \text{ Н.}$$

При подаче в штоковую полость

$$Q=0,785 \cdot (D^2-d^2) \cdot \eta \cdot p.$$

Выражаем диаметр цилиндра

$$D = \sqrt{\frac{Q}{0,785 \cdot \eta \cdot p} + d^2},$$

где  $D$  – диаметр цилиндра, мм;

$d$  – диаметр штока, мм;

$p$  – давление рабочей среды,  $p=10^5$  Па;

$Q$  – сила тяги, Н;

$\eta$  – КПД цилиндра,  $\eta = 0,9$ .

Определим диаметр

$$D = \sqrt{\frac{832,85}{0,785 \cdot 0,9 \cdot 10^5} + 20^2} = 400,87 \text{ мм.}$$

Принимаем стандартный диаметр цилиндра  $D_{\text{сн}}=400$  мм.

									Лист
									78
Изм.	Лист	№ Документа_	Подпись_	Дата	15.03.05.2018.125.ПЗ				



### 3.1.4 Компоновка зажимного приспособления и принцип его работы

Для того чтобы обработать деталь, можно спроектировать зажимное приспособление, которое облегчит закрепление детали. Для этого можно использовать вместо обычного трёхкулачкового патрона пневматический патрон, представленный на рисунке 3.4, который обеспечит надёжное крепление детали во время её обработки.

Пневмопривод, закрепленный на фланце, установленном на заднем конце шпинделя токарного станка, состоит из пневмокамеры 1 и распределителя 2 с двумя штуцерами для подвода сжатого воздуха.

Не вращающаяся распределительная муфта 2 установлена на наружном кольце шарикоподшипника, внутреннее кольцо которого вращается вместе с хвостовиком.

От распределительного крана сжатый воздух по трубопроводу подводится к левому штуцеру, затем, пройдя по каналам в хвостовике поступает в правую полость пневмокамеры и перемещает поршень со штоком влево. При этом шток через тягу 11 и винт перемещает муфту 5 в корпусе влево. В корпусе патрона на осях установлены три рычага 4. На концах рычагов подвижно установлены сухари, которые входят в пазы муфты 5 и в пазы основания кулачков 8. При движении, влево муфта 5 поворачивает на осях рычаги 4, короткие плечи которых перемещают кулачки к центру, и деталь зажимается.

После обработки детали распределительный кран переключается, сжатый воздух подводится к правому штуцеру и, пройдя по каналу в хвостовике, поступает в левую полость пневмокамеры и перемещает поршень со штоком вправо. При этом шток через тягу 11 перемещает муфту 5 с вертикальными плечами рычагов 4 вправо, а горизонтальные плечи этих рычагов разводят кулачки 8, и деталь разжимается.

Установка кулачков 8 патрона на требуемый размер обрабатываемых деталей производится вращением винта 13, на конце которого имеется втулка 12.

При зажиме деталей по внутреннему диаметру необходимо переставить в пазах патрона кулачки 8, повернув их на 180°. Диаметр зажимаемой детали кулачками патрона 10—240 мм. Диаметр зажимаемого прутка 10—50 мм.

									Лист
									79
Изм.	Лист	№ Документа_	Подпись_	Дата	15.03.05.2018.125.ПЗ				

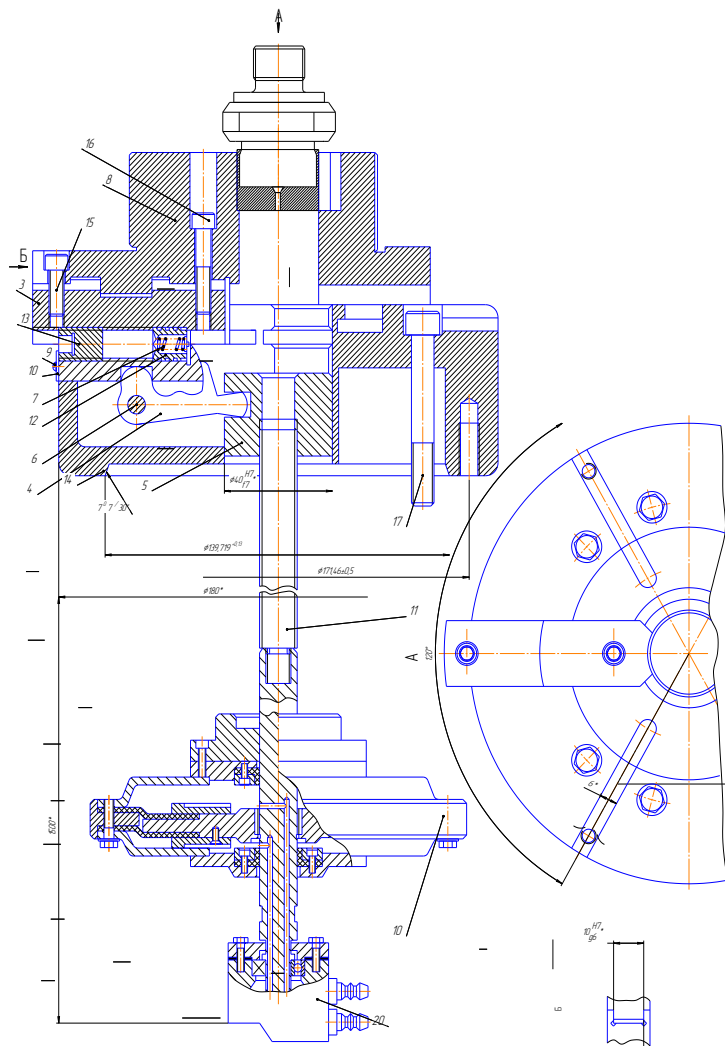


Рисунок 3.4 – Трехкулачковый пневматический патрон

Изм.	Лист	№ Документа_	Подпись_	Дата

15.03.05.2018.125.ПЗ

### 3.2 Проектирование резьбонарезной головки

В качестве специального режущего инструмента в проекте предлагается спроектировать невращающуюся резьбонарезную головку (НРГ). Обуславливается это тем, что резьбонарезные головки имеют большую производительность в работе по сравнению с нарезанием резьбы резцами, фрезами, плашками и др. инструментами. Разрабатываемая резьбонарезная головка будет использоваться на токарном станке с ЧПУ модели 16K20Ф3. Крепление осуществляется в револьверной головке с горизонтальной осью вращения. В качестве режущих элементов предлагается использовать круглые гребенки, так как они просты по конструкции, позволяют работать с большим числом переточек и обладают большой стойкостью. С помощью проектируемой резьбонарезной головки будет производиться обработка наружной метрической резьбы всех деталей группы А, Б, В, Г М22х1,5-6g ; М30х1,5-6g и М33х1,5-6g [14].

Основными этапами проектирования НРГ являются:

- проектирование режущих элементов – круглых гребенок;
- проектирование механизма регулирования диаметра обработки;
- проектирование кулачков.

#### 3.2.1 Проектирование комплекта гребенок

Элементы профиля резьбы гребенок определяют в соответствии с типом и размером обрабатываемой резьбы.

Определяем высоту головки резьбы по формуле [14]

$$h^1 = \frac{d_{2max} - d_{1max}}{2} + \Delta h_{и} + \delta_1, \text{ мм},$$

где  $d_{2max}$  – максимальный средний диаметр обрабатываемой резьбы, мм;

$d_{1max}$  – максимальный внутренний диаметр обрабатываемой резьбы, мм;

$\Delta h_{и}$  – дополнительная величина на износ устанавливается по опытным данным в пределах 0,002.....0,008 мм;

$\delta_1$  – допуск на изготовление для шага нарезаемой резьбы  $P=0,5.....3$  мм, 0,025....0,046 мм.

Комплект гребенок для нарезания резьбы М22х1,5-6g

$$h^1 = \frac{20,502 - 19,420}{2} + 0,004 + 0,03 = 0,575 \text{ мм}.$$

Комплект гребенок для нарезания резьбы М30х1,5-6g

									Лист
									81
Изм.	Лист	№ Документа_	Подпись_	Дата					

15.03.05.2018.125.ПЗ



Принимаем для комплекта гребенок для нарезания резьбы М22х1,5-6g:  $a = 0,15$  мм; для комплект гребенок для нарезания резьбы М30х1,5-6g и М33х1,5-6g  $a = 0,2$  мм.

На калибрующей части образуются нулевые задние углы. Такая закономерность изменения задних углов исключает внедрение гребенок в заготовку при резании и облегчает самозатягивание инструмента.

Угол наклона режущей части по длине гребенки принимаем  $\lambda = 1^{\circ}30' \pm 15'$ .

Угол подъема обрабатываемой резьбы  $\omega = 20^{\circ}$ .

Определяем диаметр режущих гребенок, руководствуясь следующими положениями:

- после раскрытия гребенки, по возможности, не должны выходить за пределы размеров головки;
- раскрытие головок должно быть достаточным, т. е. более высоты профиля резьбы;
- гребенки должны сходиться в рабочее положение, не касаясь друг друга.

Исходя, из этого определяем диаметр гребенок по формуле [14]

$$D = \frac{D_r - 2 \cdot (R1 - R2) - d_1}{2}, \text{ мм,}$$

где  $D_r$  – наружный диаметр нажимного кольца НРГ, мм;

$R1, R2$  – радиусы криволинейных поверхностей кулачка рисунок 3.14 принимаются конструктивно, мм;

$d_1$  – внутренний диаметр нарезаемой резьбы, мм.

Комплект гребенок для нарезания резьбы М22х1,5-6g

$$D = \frac{125 - 2 \cdot (60 - 52) - 19,420}{2} = 44,79 \text{ мм.}$$

Комплект гребенок для нарезания резьбы М30х1,5-6g

$$D = \frac{125 - 2 \cdot (60 - 51) - 27,835}{2} = 40,583 \text{ мм.}$$

Комплект гребенок для нарезания резьбы М33х1,5-6g

$$D = \frac{125 - 2 \cdot (60 - 51) - 30,886}{2} = 39,057 \text{ мм.}$$

По ГОСТ 21761-82 принимаем стандартные диаметры гребенок комплект гребенок для нарезания резьбы М22х1,5-6g ; М30х1,5-6g ; М33х1,5-6g –  $D = 44,14$ мм.

									Лист
									83
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата	15.03.05.2018.125.ПЗ				

### 3.2.2 Проектирование механизма регулирования диаметра обработки

Регулирование диаметра обработки осуществляется за счет изменения относительного положения внешних криволинейных поверхностей кулачков и косых площадок на нажимном кольце. Положение кулачка и гребенки относительно центра головки  $O$  можно определить величиной  $X$  расстояния между центром  $O$  головки и центром  $O_1$  окружности, по которой описана криволинейная опорная поверхность кулачка. Схема расчета регулирования диаметра обработки показана на рисунке 3.5.

Определяем величину регулирования диаметра обрабатываемой резьбы по формуле [14]

$$X = \frac{R_1 - A}{\cos \alpha} - b \cdot \operatorname{tg} \alpha, \text{ мм},$$

где  $R_1$  – радиус криволинейной поверхности кулачка, мм;

$A = R_{\text{вн}}$  – расстояние от центра головки до площадки нажимного, мм;

$R_{\text{вн}}$  – внутренний радиус нажимного кольца головки, мм.

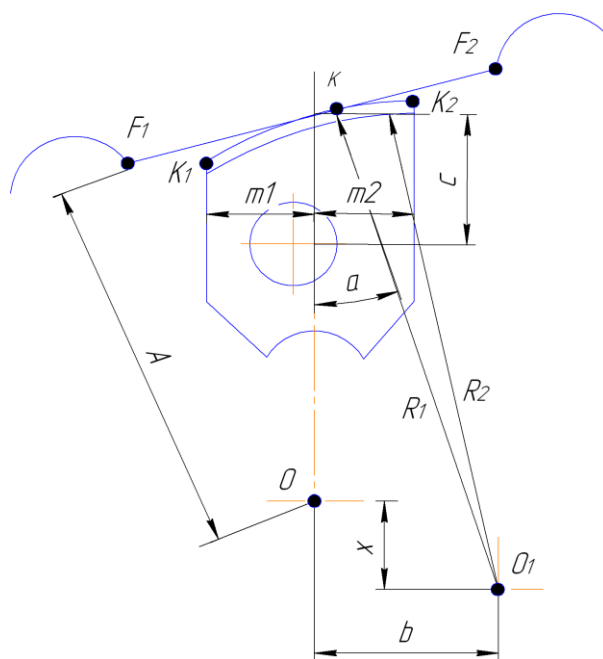


Рисунок 3.5 – Схема расчета регулирования диаметра обработки

$\alpha$  – угол между радиусом  $R_1$  проведенным в точку касания  $K$  площадки с криволинейной поверхностью кулачка и линией  $OE$  радиального перемещения кулачка, град;

$b$  – расстояние от центра головки  $O$  до центра  $O_1$ , мм.

Величины  $R_{\text{вн}}$ ,  $\alpha$ ,  $b$  принимаются из конструктивных соображений.

Подставляя значения определяем величину регулирования диаметра обрабатываемой резьбы

$$X = \frac{60 - 50}{\cos 15^\circ} - 20 \cdot \operatorname{tg} 15^\circ = 5,005 \text{ мм.}$$

Предельные положения кулачка относительно центра головки определяют, когда касание косо́й площадки будет происходить с точками K1 и K2 кулачка. Этими положениями определяется диапазон регулирования  $\Delta r$  головки на сторону.

Определяем диапазон регулирования головки на сторону по формуле [14]

$$\Delta r = X_{\max} - X_{\min};$$

$$X_{\max} - X_{\min} = b \cdot (\operatorname{tg} \alpha_{\max} - \operatorname{tg} \alpha_{\min}) - (R_1 - A) \cdot \left( \frac{1}{\cos \alpha_{\max}} - \frac{1}{\cos \alpha_{\min}} \right),$$

где  $\alpha_{\max}, \alpha_{\min}$  – максимальное и минимальное значения угла  $\alpha$ , определяемые в точках касания K1 и K2, град. [14].

Найдем  $\alpha_{\max}$  и  $\alpha_{\min}$

$$\alpha_{\max} = \arcsin \frac{m_1 + b}{R_1}, \text{ град.};$$

$$\alpha_{\min} = \arcsin \frac{b - m_2}{R_1}, \text{ град.},$$

где  $m_1, m_2$  – конструктивные размеры кулачка, мм.

Подставляя значения получим

$$\alpha_{\max} = \arcsin \frac{6 + 20}{60} = 25^\circ;$$

$$\alpha_{\min} = \arcsin \frac{20 - 9}{60} = 10^\circ;$$

$$\Delta r = 20 \cdot (\operatorname{tg} 25^\circ - \operatorname{tg} 10^\circ) - (60 - 50) \cdot \left( \frac{1}{\cos 25^\circ} - \frac{1}{\cos 10^\circ} \right) = 5 \text{ мм.}$$

По ГОСТ 3307-71 диапазон регулирования  $\Delta r$  для данного вида резьбонарезной головки НРГ должен находиться в пределах  $p = \begin{pmatrix} +0,8 \\ -1,0 \end{pmatrix}$  мм. Расчетом должно обеспечиваться как минимуму его полутора кратное увеличение [14].

$$\Delta r \geq 1,5 \cdot p;$$

$$5 \geq 1,5 \cdot 1,8 = 2,7 \text{ мм.}$$

Условие выполняется диапазон регулирования диаметра обработки резьбы М22х1,5-6г ; М30х1,5-6г и М33х1,5-6г является достаточным.

										Лист
										85
Изм.	Лист	№ Документа_	Подпись_	Дата	15.03.05.2018.125.ПЗ					

Определяем минимальную величину площадки нажимного кольца по формуле [14]

$$F_1 F_2 = (R_1 - A) \cdot (tg\alpha_{max} - tg\alpha_{min} - b \cdot \left( \frac{1}{\cos\alpha_{max}} - \frac{1}{\cos\alpha_{min}} \right)), \text{ мм};$$

$$F_1 F_2 = (60 - 50) \cdot (tg25^0 - tg10^0) - b \cdot \left( \frac{1}{\cos25^0} - \frac{1}{\cos10^0} \right) = 14 \text{ мм.}$$

### 3.2.3 Проектирование кулачков

Основным параметром кулачков является величина  $C$  (рисунок 3.15) расстояние от центра цилиндрической цапфы кулачка, на которой базируется гребенка, до средней точки на внешней криволинейной поверхности [14]

$$C = B - \frac{d_1}{2} - \frac{D}{2}, \text{ мм,}$$

где  $B$  – расстояние от точки касания криволинейной поверхности с косой площадкой до центра головки, мм;

$d_1$  – внутренний диаметр нарезаемой длины, мм;

$D$  – наружный диаметр гребенок, мм.

Определяем расстояние от точки касания криволинейной поверхности с косой площадкой до центра головки по формуле [14]

$$B = R_1 \cdot \frac{\cos(\alpha_{max} + \alpha_{min})}{2} - \frac{R_1 - A}{\cos(\alpha_{max} + \alpha_{min})/2} + b \cdot \frac{tg(\alpha_{max})}{2};$$

$$B = 60 \cdot \frac{\cos(25^0 + 10^0)}{2} - \frac{60 - 50}{\cos(25^0 + 10^0)/2} + 20 \cdot \frac{tg(25^0 + 10^0)}{2} = 58,78.$$

Комплект кулачков для нарезания резьбы М22х1,5-6

$$C = 58,78 - \frac{19,420}{2} - \frac{44,14}{2} = 27 \text{ мм.}$$

Комплект кулачков для нарезания резьбы М30х1,5-6г

$$C = 58,78 - \frac{27,835}{2} - \frac{44,14}{2} = 22,793 \text{ мм.}$$



Комплект кулачков для нарезания резьбы М33х1,5-6g

$$C = 58,78 - \frac{30,886}{2} - \frac{44,14}{2} = 21,277 \text{ мм.}$$

Передняя опорная плоскость кулачков выполняется наклонной под углом  $\omega = 20^\circ$ , который может быть унифицирован для ряда резьб в пределах  $\pm 15'$ .

По ГОСТ 21761–76 устанавливаем длины режущих гребенок:  
комплект гребенок для нарезания резьбы М22х1,5,5-6g; М30х1,5,5-6g;  
М33х1,5,5-6g ( $L = 12,6_{-0,3}$  мм.;  $l_1 + l_2 = 12,6$  мм).

где  $l_1, l_2$  – длины режущей и калибрующей части гребенки, мм.

Определяем длину режущей части гребенки по формуле [14]

$$l_1 = (t_2 + a) \cdot ctg\varphi, \text{ мм}$$

где  $t_2$  – высота профиля резьбы, мм;

$a$  – дополнительная величина, необходимая для обеспечения захвата детали зубьями режущей части, мм;

$\varphi$  – угол заборной части гребенки, град.

Определяем высоту профиля резьбы [14]

$$t_2 = h^1 + h^{11}, \text{ мм.}$$

где  $h^1$  – высота головки резьбы, мм;

$h^{11}$  – высота ножки резьбы, мм.

Комплект гребенок для нарезания резьбы М22х1,5-6g

$$t_2 = 0,575 + 0,829 = 1,404 \text{ мм.}$$

Комплект гребенок для нарезания резьбы М30х1,5-6g

$$t_2 = 0,467 + 0,729 = 1,196 \text{ мм.}$$

Комплект гребенок для нарезания резьбы М33х1,5-6g

$$t_2 = 0,453 + 0,718 = 1,171 \text{ мм.}$$

Определяем длину режущей части гребенки

– комплект гребенок для нарезания резьбы М22х1,5,5-6g

$$l_1 = (1,404 + 0,5) \cdot ctg20^\circ = 5,3 \text{ мм;}$$

									Лист
									87
Изм.	Лист	№ Документа_	Подпись_	Дата	15.03.05.2018.125.ПЗ				

– комплект гребенок для нарезания резьбы М30х1,5-6g

$$l_1 = (1,196 + 0,5) \cdot ctg20^0 = 4,7 \text{ мм};$$

– комплект гребенок для нарезания резьбы М33х1,5-6g

$$l_1 = (1,171 + 0,5) \cdot ctg20^0 = 4,6 \text{ мм}.$$

Определяем длину калибрующей части гребенки

– комплект гребенок для нарезания резьбы М22х1,5-6g:  $l_1 + l_2 = 12,6 \text{ мм}$ ;  $l_2 = 7,3 \text{ мм}$  ;

– комплект гребенок для нарезания резьбы М30х1,5-6g:  $l_1 + l_2 = 12,6 \text{ мм}$ ;  $l_2 = 7,9 \text{ мм}$  ;

– комплект гребенок для нарезания резьбы М33х1,5-6g:  $l_1 + l_2 = 12,6 \text{ мм}$ ;  $l_2 = 8 \text{ мм}$ .

Устанавливаем количество зубьев на внутренней части гребенок и звездочки, обеспечивающие поворот гребенки после заточки ее режущей части относительно корпуса кулачка.

По ГОСТ 21761 – 76 для всех комплектов гребенок и кулачков принимаем  $Z_1=27$ ,  $Z_2=26$ .

На рисунке 3.6 представлены комплекты режущих гребенок НРГ для образования резьбы М16х1,5–6g – М33х1,5–6g.

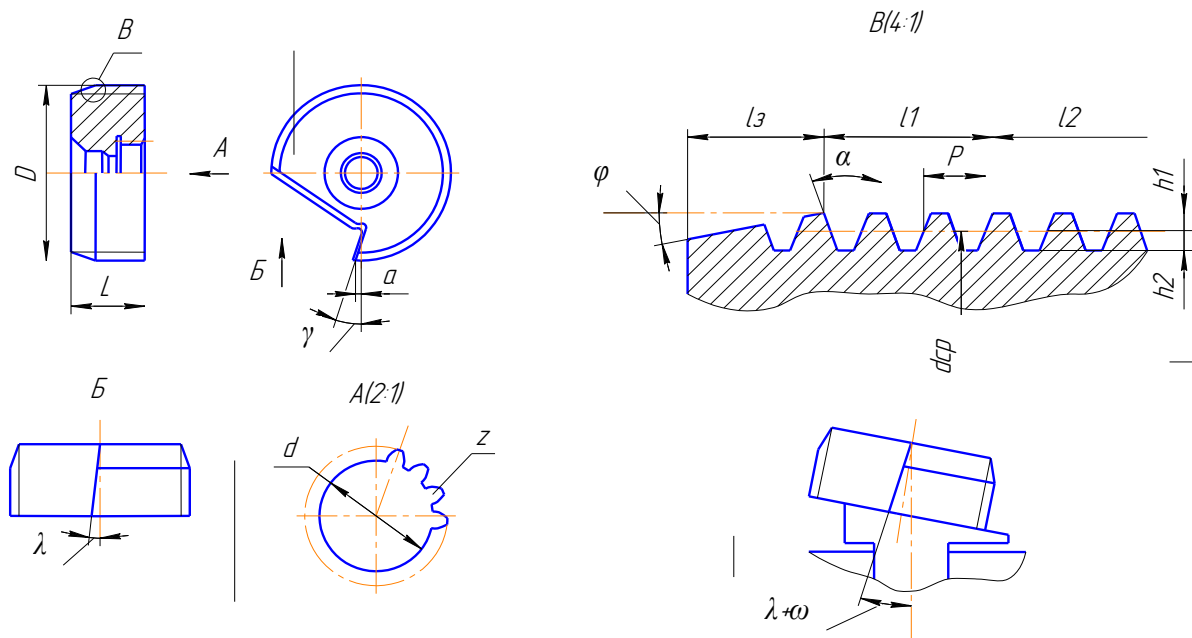


Рисунок 3.6 – Геометрические параметры гребенок

### 3.2.4 Компоновка резьбонарезной головки

Резьбонарезная невращающаяся головка, представленная на рисунках 3.7; 3.8.

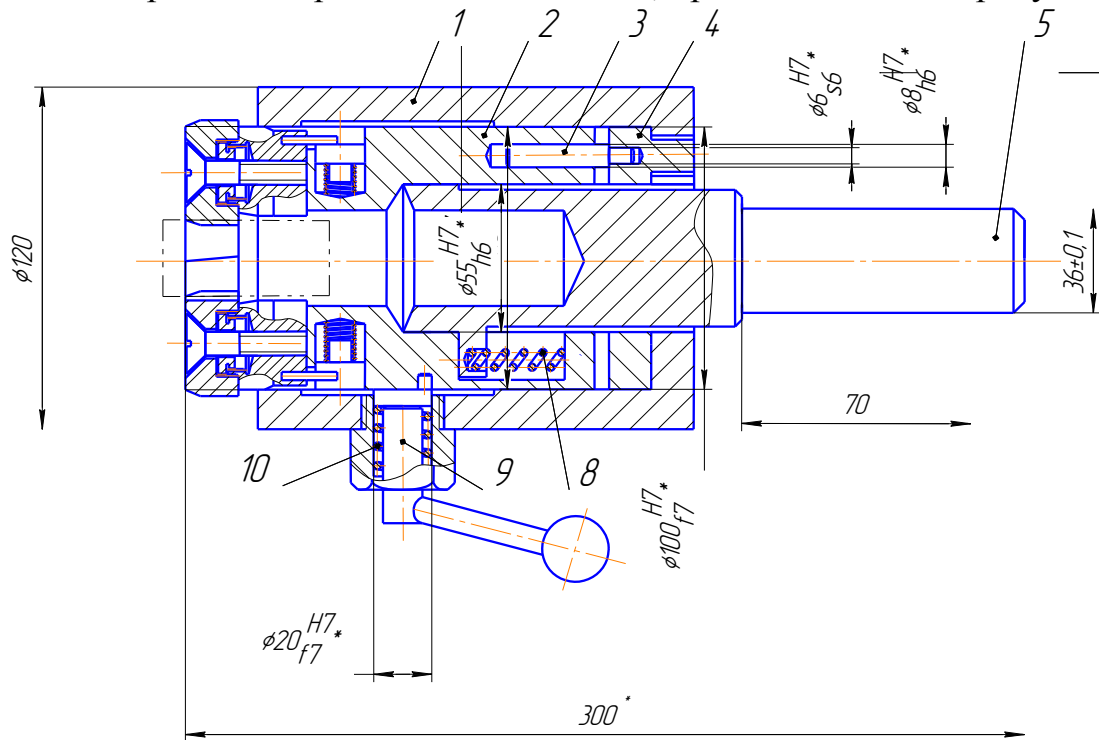


Рисунок 3.7 – Резьбонарезная головка

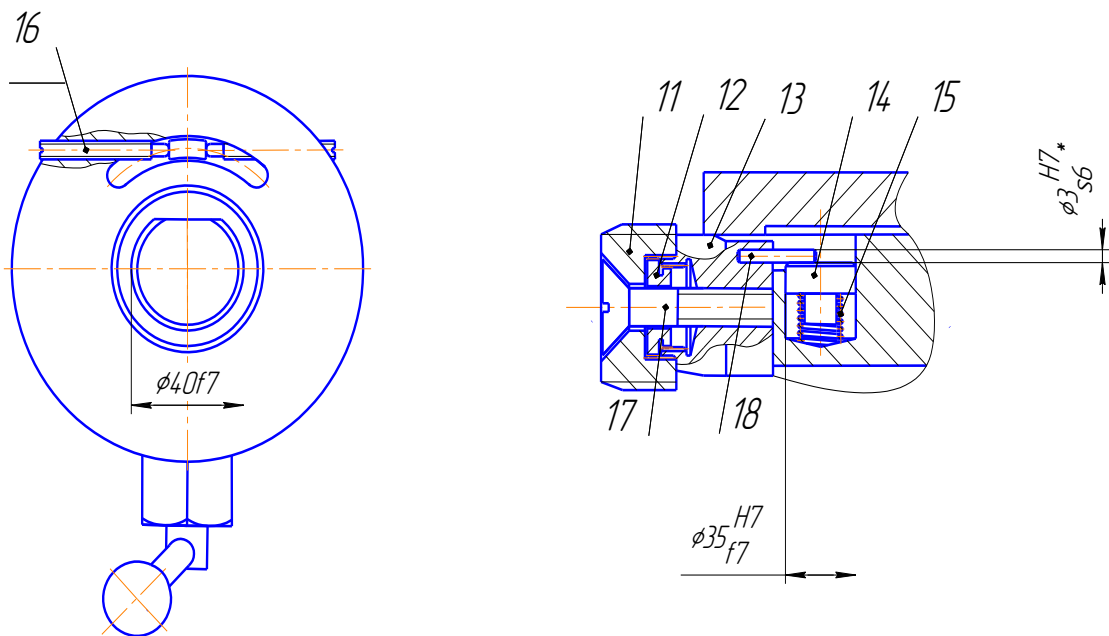


Рисунок 3.8 – Резьбонарезная головка (вид справа)

Изм.	Лист	№ Документа_	Подпись_	Дата

15.03.05.2018.125.ПЗ

Лист

89

Резьбонарезная головка предназначена для нарезания наружной метрической резьбы всех деталей группы А, Б, В, Г М22х1,5-6g ; М30х1,5-6g и М33х1,5-6g , на токарном станке С ЧПУ модели PUMA 240MB. Крепление осуществляется в револьверной двенадцати позиционной головке с горизонтальной осью вращения модели ВМТ55Р.

Нарезание резьбы производят круглыми гребенками 11 с кольцевой нарезкой, которые устанавливают на кулачках 13 с помощью звездочек 12, равномерно по окружности на равном расстоянии от центра, зависящем от диаметра нарезаемой резьбы, и крепят винтами 17. Пружинами 15 через штифты 18 кулачки 13 прижимаются к обойме 1, которая посредством рукоятки 7 может перемещаться вдоль корпуса 2. В рабочем положении резьбонарезные гребенки сведены, так как кулачки 13 своими выступами упираются в обойму 1. Наладку резьбонарезных гребенок на размер производят по годной детали или по проходному рабочему резьбовому калибру, которые устанавливают в рабочую зону. Изменение размера производят поворотом кольца 4 винтами 16. Вместе с кольцом 4 посредством пальца 3 поворачивается корпус 2 с кулачками 13, которые перемещаясь по скошенным поверхностям обоймы 1, удаляются или приближаются к оси головки. На станок головку устанавливают и закрепляют хвостовиком 5. Зазор между корпусом 2 и обоймой 1 выбирается пружиной 8. Резьбу нарезают с принудительной подачей головки, равной шагу нарезаемой резьбы. На определенном расстоянии до конца рабочего хода подача прекращается и головка останавливается. При этом останавливается хвостовик 5 и обойма 1, а корпус 2, увлекаемый резьбой детали, продолжает перемещаться. В результате выступы кулачков 13 выходят из обоймы 1 и кулачки вместе с гребенками 11 под действием пружины 15 расходятся, освобождая обрабатываемую деталь. Возврат резьбонарезных головок в исходное положение производят поворотом рукоятки 7.

Крепление резьбонарезной головки осуществляется в револьверной двенадцатипозиционной головке с горизонтальной осью вращения модели ВМТ55Р. Наружный диаметр резьбонарезной головки 125мм при установке в револьверную головку перекрывает две соседние позиции ВМТ55Р. Доступными остаются 9 позиций головки, что является достаточным при установке других инструментов при обработке всех деталей группы А, Б, В, Г на всех токарных операциях при использовании оборудования – станка с ЧПУ PUMA 240MB.

										Лист
										90
Изм.	Лист	№ Документа_	Подпись_	Дата	15.03.05.2018.125.ПЗ					

### 3.3 Проектирование приспособления для контроля параметров метрической резьбы

Разработка контрольных приспособлений, обеспечивающих контроль параметров всех деталей группы является одной из первостепенных задач данного раздела [4].

#### 3.3.1 Разработка схемы приспособления для контроля параметров метрической резьбы

Разрабатываемое контрольное приспособление предназначено для контроля метрической резьбы. Контрольное приспособление должно обеспечивать контроль метрической резьбы всех деталей входящих в группу. Контроль резьбы основан на комплексном контроле, а именно замере приведенного среднего диаметра резьбы и шага. Схема контрольного приспособления показана на рисунке 3.9.

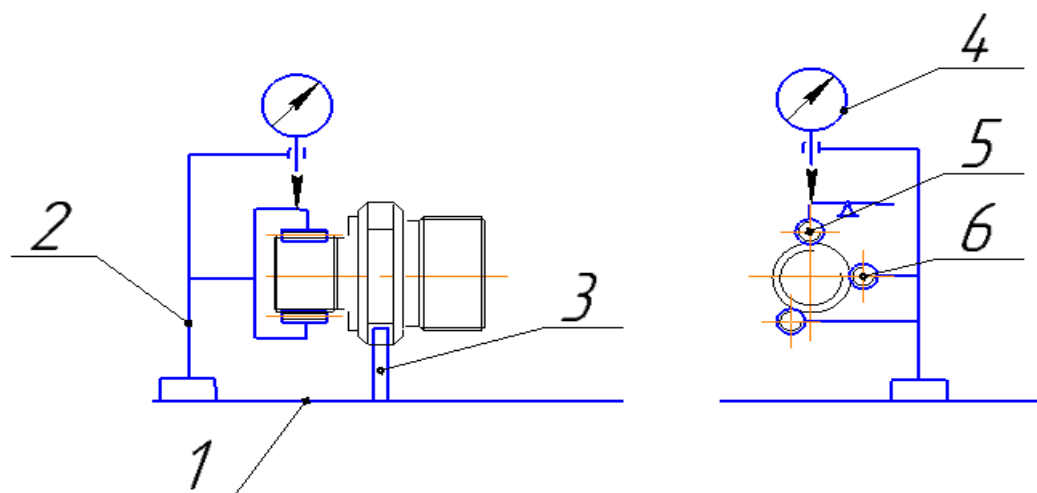


Рисунок 3.9 – Схема контрольного приспособления

Деталь устанавливается на призму 3, которая смонтирована на основании 1. Для контроля параметров резьбы служат резьбовые ролики 6, которые перемещаются в радиальном направлении для контроля резьбы различных параметров, замер приведенного диаметра резьбы и соответственно шага осуществляется посредством индикатора 4, который связан с резьбовым роликом 5. Ролик 5 связан шарнирно с корпусом приспособления 2.

Изм.	Лист	№ Документа_	Подпись_	Дата

15.03.05.2018.125.ПЗ

Лист

91

### 3.3.2 Компоновка приспособления для контроля параметров метрической резьбы

Приспособление предназначено для контроля метрической резьбы всех деталей группы А, Б, В, Г, М22х1,5-6g ; М30х1,5-6g и М33х1,5-6g . Измерение резьбы основано на комплексном методе сравнения приведенных диаметров контролируемой резьбы с размерами образцовых калибров, по которым приспособление настраивается и периодически проверяется в процессе эксплуатации.

Детали в приспособлении устанавливаются на опорную призму 7, которая в свою очередь подпружинена. Призма устанавливается на подвижную опору 9, которая перемещается по Т-образному пазу на основании 1 в зависимости от длины детали. Опора 9 крепится к основанию при помощи прихватов 11.

Контроль резьбы производится резьбовыми роликами 6. Ролики являются сменными и подвижными элементами и устанавливаются на втулках 12, которые в свою очередь крепятся на угольниках 13. Один из измерительных роликов 6 является подвижным при контроле резьбы и устанавливается на втулку 5 и измерительную планку 4. Планка связана с измерительным подпружиненным наконечником индикатора часового типа. Все измерительное устройство монтируется на регулируемой скобе 3.

Контроль параметров резьбы производится следующим образом. Деталь устанавливается на призму 7 и подводится к двум измерительным роликам 6. Контролируемая часть резьбы устанавливается на неподвижные ролики 6 и поджимается подвижным, который связан с измерительным наконечником индикатора. При измерении приведенного среднего диаметра резьбы детали, приспособление настраивается по резьбовым пробкам-калибрам. На индикаторе обеспечивается натяг, фиксируется его величина. Индикатор устанавливается на «ноль». И при контроле параметров резьбы, по показаниям индикатора судят о годности параметров резьбы и соответственно детали.

Приспособление для контроля параметров метрической резьбы представлено в соответствии с рисунками 3.10; 3.11.

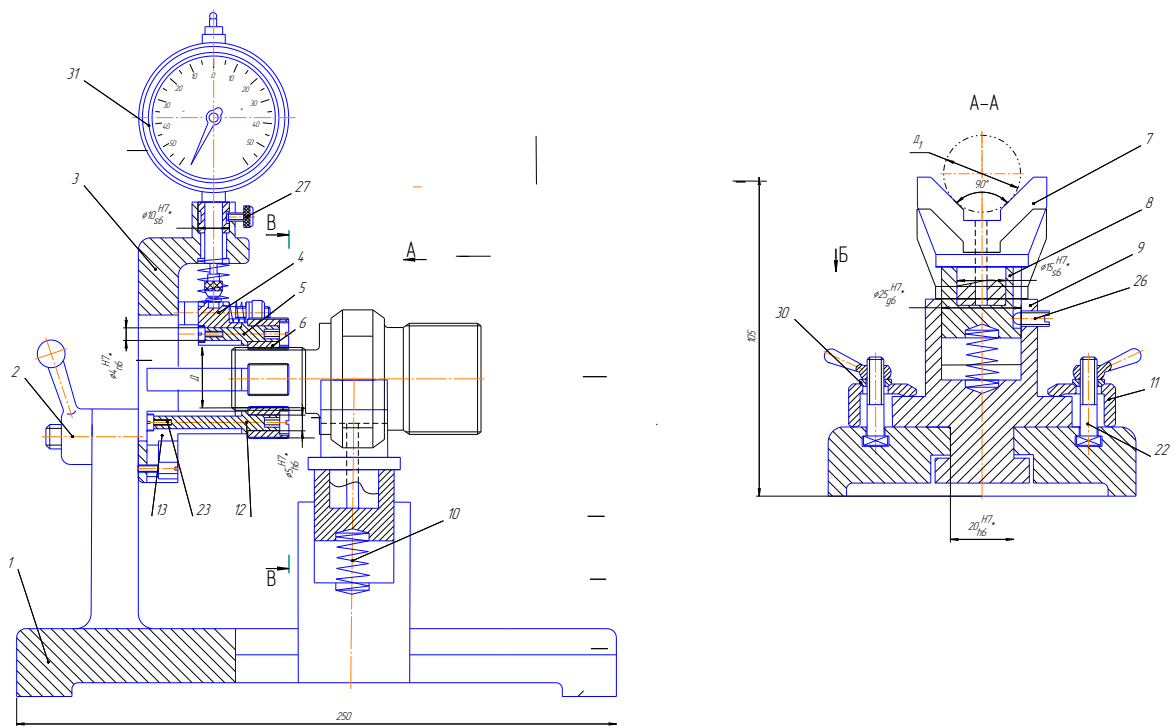


Рисунок 3.10 – Приспособление для контроля метрической резьбы

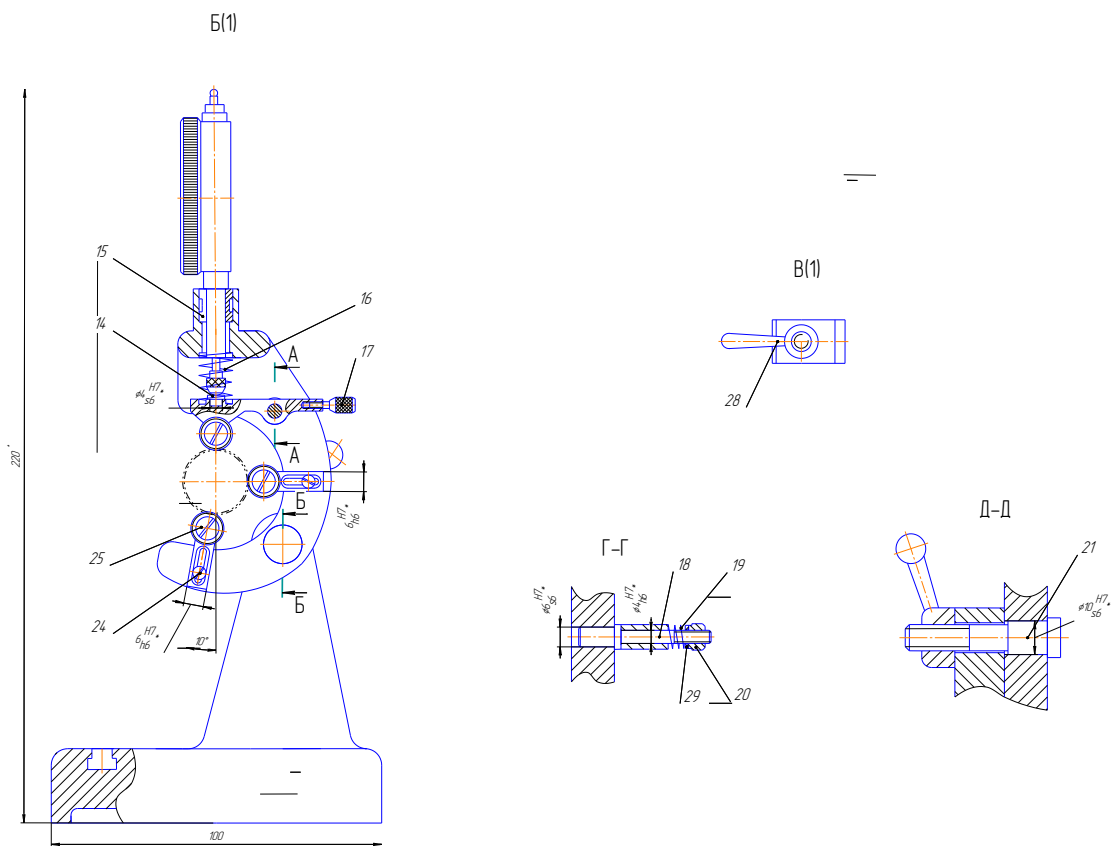


Рисунок 3.11 – Приспособление для контроля метрической резьбы (вид справа)

Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата

15.03.05.2018.125.ПЗ

Лист

93

### 3.3.3 Расчет приспособления для контроля параметров метрической резьбы на точность

Для обеспечения точности контролируемого параметра резьбы в приспособлении определим допуски на средние диаметры контролируемой резьбы.

Определяем допуск на средний диаметр резьбы для 6 степени точности согласно ГОСТ 16093-2004 по формуле

$$T_{d2} = 90 \cdot P^{0,4} \cdot d^{0,1}, \text{ мкм,}$$

где  $P$  – шаг резьбы, мм;

$d$  – номинальный диаметр резьбы, мм.

Допуск на средний диаметр для резьбы М22х1,5-6g 6

$$T_{d2} = 90 \cdot 1,5^{0,4} \cdot 22^{0,1} = 144 \text{ мкм.}$$

Допуск на средний диаметр для резьбы М30х1,5-6g 6

$$T_{d2} = 90 \cdot 1,5^{0,4} \cdot 30^{0,1} = 148 \text{ мкм.}$$

Допуск на средний диаметр для резьбы М33х1,5-6g 6

$$T_{d2} = 90 \cdot 1,5^{0,4} \cdot 33^{0,1} = 152 \text{ мкм.}$$

Следовательно расчет контрольного приспособления на точность будем производить по допуску на средний диаметр для резьбы М30х1,5-6g;

$$T_{d2} = 148 \text{ мкм.}$$

Погрешность измерения приведенного среднего диаметра резьбы на данном приспособлении складывается из следующих погрешностей.

Погрешности установки промежуточных установочных втулок 12

$$\text{Ø}4 \frac{H7}{h6} \left( \begin{array}{c} +0,012 \\ 0 \\ +0,016 \\ +0,008 \end{array} \right); \Delta_1 = 0,004 \text{ мм.}$$

Погрешности установки измерительных резьбовых роликов 6 на

$$\text{промежуточные втулки 5 и 12 } \text{Ø}5 \frac{H7}{h6} \left( \begin{array}{c} +0,012 \\ 0 \\ 0 \\ -0,008 \end{array} \right); \Delta_2 = 0,002 \text{ мм.}$$

Погрешности установки подвижной измерительной планки 4 на оси 18

$$\text{Ø}4 \frac{H7}{h6} \left( \begin{array}{c} +0,012 \\ 0 \\ 0 \\ -0,008 \end{array} \right); \Delta_3 = 0,02 \text{ мм.}$$

									Лист
									94
Изм.	Лист	№ Документа_	Подпись_	Дата	15.03.05.2018.125.ПЗ				



Погрешность установки угольников 13 в корпусе 3,  $6 \frac{H7}{h6} \left( \begin{array}{c} +0,012 \\ 0 \\ -0,008 \end{array} \right); \Delta_4 = 0,02 \text{ мм.}$

Погрешность, вызываемая вариациями в показаниях индикатора, величина которых составляет  $\Delta_5 = 0,001 \text{ мм.}$

Каждая погрешность из вышеперечисленных, приспособления определяется как максимальный зазор в посадке. Кроме того, необходимо учесть увеличения погрешности в два раза в посадках  $\varnothing 5 \frac{H7}{h6} \left( \begin{array}{c} +0,012 \\ 0 \\ -0,008 \end{array} \right)$  и  $6 \frac{H7}{h6} \left( \begin{array}{c} +0,012 \\ 0 \\ -0,008 \end{array} \right)$ , из-за наличия двух промежуточных втулок 5 и одной втулки 12 и трех угольников 13.

Предельная суммарная погрешность измерения среднего диаметра деталей определяется по формуле [7]

$$\Delta_{\text{СУМ}} = \sqrt{\Delta_1^2 + \Delta_2^2 + \Delta_3^2 + \Delta_4^2 + \Delta_5^2}, \text{ мм;}$$

$$\Delta_{\text{СУМ}} = \sqrt{0,004^2 + (2 \cdot 0,002)^2 + 0,02^2 + (2 \cdot 0,02)^2 + 0,001^2} = 0,053 \text{ мм.}$$

Зная величину предельно допустимого замера детали, то есть допуск среднего диаметра резьбы можно определить величину относительной погрешности

$$\Delta_{\text{ОТН}} = \frac{\Sigma_{\text{СУМ}}}{T_{d2}} \cdot 100\%, \%$$

$$\Delta_{\text{ОТН}} = \frac{0,053}{0,148} \cdot 100 = 35,8\%$$

Выводы по разделу три

В конструкторском разделе была спроектирована и рассчитана групповая быстропереналаживаемая технологическая оснастка:

- трехкулачковый самоцентрирующийся патрон с пневмоприводом;
- резьбонарезная головка;
- контрольное приспособление для контроля параметров метрической резьбы

									Лист
									95
Изм.	Лист	№ Документа_	Подпись_	Дата	15.03.05.2018.125.ПЗ				

## 4 СТРОИТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ

### 4.1 Выбор и определение количества оборудования и работающих

Предлагается выполнить рациональную планировку участка групповой механической обработки деталей типа «Штуцер».

#### 4.1.1 Исходные данные

Планируется спроектировать поточную линию. Работа линии будет осуществляться в одну смену, так как в реальных условиях в будущем объём выпуска продукции увеличится, и на спроектированном участке возможно увеличение объёма выпуска за счёт увеличения количества рабочих смен. Расчёт производится по базовой детали группы Г, как наиболее трудоёмкой.

Деталь – Штуцер: масса детали – 0,13 кг; масса заготовки – 0,15 кг; годовая программа выпуска,  $N_{год}$  – 5000 шт.

Исходными данными, показанными в таблице 4.1 для выполнения работы являются технологический процесс механической обработки детали «Штуцер», представленный в виде технологического маршрута, и годовая программа выпуска деталей.

Таблица 4.1 – Исходные данные

Номер операции	Наименование операции	Модель станка	Нормы времени, мин			
			$T_0$	$T_B$	$T_{шт}$	$T_{шт-к}$
10	Токарная с ЧПУ	PUMA 240 MB	0,34	1,36	0,65	0,68
20	Токарная с ЧПУ	PUMA 240 MB	0,23	0,79	0,43	0,46
30(1)	Токарная с ЧПУ	PUMA 240 MB	0,59	1,89	1,12	1,15
30(2)	Токарная с ЧПУ	PUMA 240 MB	0,63	1,9	1,2	1,23
40(1)	Токарная с ЧПУ	PUMA 240 MB	0,17	1,18	0,32	0,35
40(2)	Токарная с ЧПУ	PUMA 240 MB	0,21	1	0,5	0,53

50 Слесарная

Зачистить заусенцы, притупить острые кромки.

60 Маркирование

70 Получение покрытия

80 Контрольная

Заготовка на участок обработки поступает в виде горячекатаного прутка ГОСТ 2590–88 круглого сечения  $\varnothing 44_{-0,7}^{+0,4}$  из стали 40X ГОСТ 4543 – 71 .

Согласно массе детали 0,13 кг и годовой программе 5000 шт. в год, тип производства – среднесерийное [15].

#### 4.1.2 Выбор и определение количества оборудования

Число станков определяется по каждой операции по формуле

$$C_p = \frac{T_{шт}}{\tau},$$

где  $\tau$  – такт выпуска деталей , мин.

При поточной форме организации технологического процесса определяем такт выпуска деталей , который рассчитывается по формуле

$$\tau_v = \frac{\Phi_{доб} \cdot 60}{N},$$

где  $\Phi_{доб}$ - действительный фонд рабочего времени оборудования,ч.(при односменном режиме работы  $\Phi_{доб} = 2040$ );

$N$  – годовой объём выпуска детали Г группы, шт.

Определим такт выпуска деталей

$$\tau_v = \frac{\Phi_{доб} \cdot 60}{N} = \frac{2040 \cdot 60}{5000} = 24,48 \text{ мин.}$$

При расчёте необходимого количества оборудования полученное число станков  $C_p$  округляется до ближайшего большего числа, получая при этом расчётное число станков для данной операции.

Для токарной операции 30(1) :

$$C_p = \frac{1,12}{24,48} = 0,045,$$

Принимаем  $C_{пр}=1$ .

После этого определяется коэффициент загрузки станков для каждой операции, который равен

$$K_з = \frac{C_p}{C_{пр}}$$

									Лист
									97
Изм.	Лист	№ Документа_	Подпись_	Дата	15.03.05.2018.125.ПЗ				

$$K_3 = \frac{0,045}{1} = 0,045$$

Принятое число станков  $C_n$  определяется с учетом коэффициента использования оборудования  $K_u$ , учитывающий наложенные потери времени.

Так как коэффициент загрузки  $K_3$  меньше значений, допускаемых в таблице 2, коэффициент использования  $K_u$  в расчет принимаемого количества оборудования не вводят и в проекте принимают расчетное количество оборудования [16].

Расчет необходимого количества оборудования представлен в таблице 4.2

Таблица 4.2 – Расчет количества станков

Операция	$\tau$	$C_p$ , шт.	$C'_{пр}$ , шт.	$K_3$	$K_u$	$C_p$ , шт.
10	24,48	0,026	1	0,026	0,85	1
20		0,017	1	0,017	0,85	1
30		0,094	1	0,094	0,85	1
40		0,033	1	0,033	0,85	1
$\Sigma$			4			4

Средний коэффициент загрузки станков проектируемого участка рассчитывается по формуле

$$K_{з.ср} = \frac{\sum C_p}{\sum C_{пр}};$$

$$K_{з.ср} = \frac{\sum C_p}{\sum C_{пр}} = \frac{0,026 + 0,017 + 0,094 + 0,033}{1 + 1 + 1 + 1} = 0,04.$$

После механической обработки, на слесарной операции 50, с поверхности деталей зачищаются заусенцы, притупляются кромки. Ввиду того, что основное время обработки мало, то для этой операции принимается один вид оборудования (слесарный верстак), с возможностью оснащения его энергоресурсами и использования его на других участках.

Таким образом, на разрабатываемом участке принятое число станков равно 4 штуки.

Разрабатываемая поточная линия предназначена для групповой обработки деталей. Составим схему движения деталей, показанную на рисунке 4.1. Чтобы проверить отсутствие встречных потоков [15].

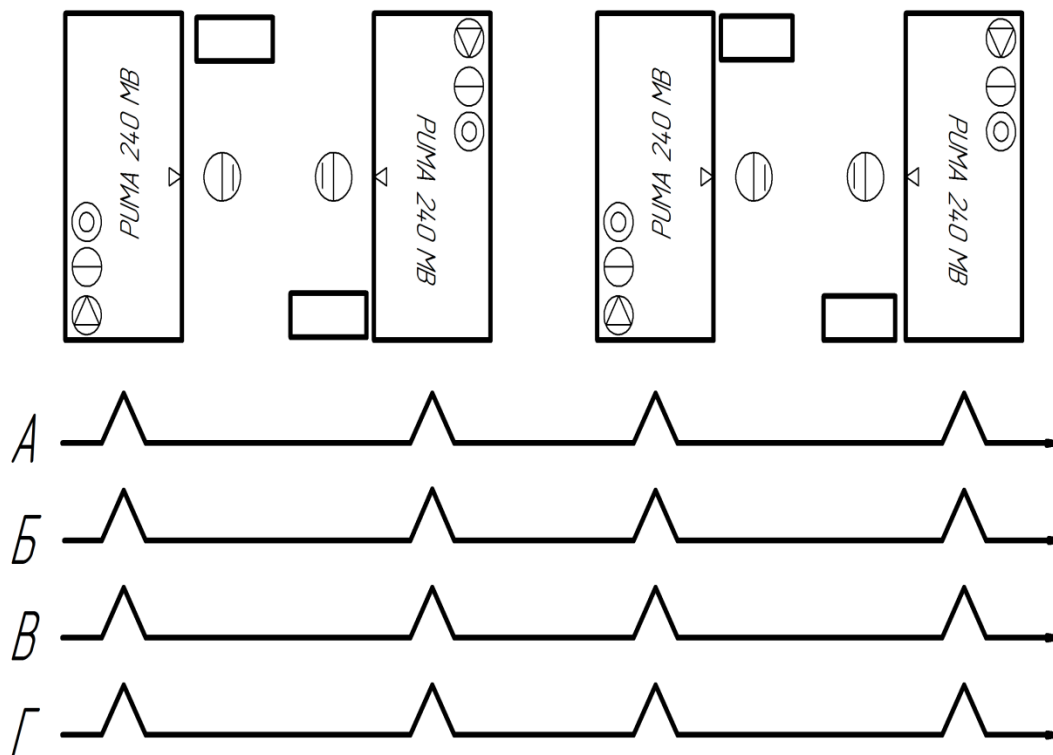


Рисунок 4.1 – Схема движения деталей группы по операциям

Из схемы движения деталей видно, что встречных потоков нет, следовательно, разработанный порядок операций в групповом технологическом процессе обработки можно принять за окончательный вариант.

#### 4.1.3 Определение состава и количества работающих

Число производственных рабочих определяется с учётом анализа условий многостаночного обслуживания. Основное условие для использования многостаночного обслуживания на операции заключается в том, чтобы за время автоматической работы одного станка рабочий мог выполнить работу по обслуживанию других станков.

При обслуживании станков-дублеров, число станочников рассчитывается по формуле

$$K_m = \frac{T_o + T_B}{T_B + t_B},$$

где  $T_o$  – основное время;

$T_B$  – вспомогательное время;

$t_B$  – вспомогательное время на установку детали.

Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата

15.03.05.2018.125.ПЗ

Лист

99

$$K_m = \frac{0,34 + 1,36}{1,36 + 0,25} = 1,06$$

Принимаем для обслуживания одного станка одного рабочего. Таким образом, для обслуживания четырех станков потребуется четыре основных рабочих. Принимаем  $P_c = 4$  человека.

Численность вспомогательных рабочих определяется в зависимости от числа основных рабочих по рекомендациям [15].

$$P_{всп} = 25\%P_c, \text{ чел.};$$

$$P_{всп} = 25\% \cdot 4 = 1 \text{ чел.}$$

Численность инженерно-технических работников определяется в зависимости от числа станков

$$P_{итр} = 22\% \cdot 4 = 0,88 \text{ чел.}$$

Принимаем численность инженерно-технических работников  $P_{итр} = 1$  человек.

Число служащих механических цехов определяется от числа основных рабочих

$$P_{сл} = 1,9\% \cdot P_c, \text{ чел.};$$

$$P_{сл} = 1,9\% \cdot 4 = 0,076 \text{ чел.}$$

Принимаем численность служащих механических цехов  $P_{сл} = 1$  человек. Количество младшего обслуживающего персонала принимаем – 1 человека.

Количество рабочих на механическом участке приведено в таблице 4.3.

Таблица 4.3 – Численность работающих участка

Наименование рабочих	Численность, чел.
Основные рабочие (станочники)	4
Вспомогательные рабочие	1
Инженерно-технические работники	1
Служащие	1
Младший обслуживающий персонал	1
Всего работающих	8

## 4.2 Выбор типов и определение количества транспортных средств

В качестве погрузочного и транспортного устройства на участке применяется кран однобалочный мостовой грузоподъёмностью 5т, с кабиной управления.

### 4.2.1 Определение потребного количества мостовых кранов

Расчёт потребного количества мостовых кранов проводится на основе веса перемещаемых грузов и количества крановых операций [16]. Потребное количество кранов определяется по формуле

$$K_m = \frac{D \cdot i}{\Phi \cdot m} \cdot \frac{\left( \frac{l_{cp}}{V_{cp}} + t_3 + t_p \right)}{\Phi_H \cdot K_1}, \text{ шт.},$$

где  $D$  – количество перевезенных грузов (контейнеров) на годовую программу выпуска деталей;

$i$  – количество крановых операций на один перевезенный груз;

$\Phi$  – количество рабочих дней в году;

$m$  – количество рабочих смен в сутки;

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

$V_{cp}$  – средняя скорость движения крана, м/мин;

$t_3$  – время на одну загрузку, мин;

$t_p$  – время на одну разгрузку, мин;

$\Phi_H$  – номинальный фонд времени работы крана;

$K_1$  – коэффициент, учитывающий простои крана.

Количество перевезенных грузов определяется по формуле

$$D = \frac{N^{\text{год}} \cdot G_1}{G_K},$$

где  $N^{\text{год}}$  – годовая программа выпуска деталей  $A$ , шт;

$G_1$  – вес одной детали, кг;

$G_K$  – вес контейнера с деталями, кг.

Вес одной детали принимается равным весу заготовки для детали  $\Gamma$ , то есть  $G_1 = 0,2$  кг. Вес контейнера с деталями принимается  $G_K = 200$  кг. Тогда с учётом принятых данных количество перевезённых грузов равно

$$D = \frac{20000 \cdot 0,2}{200} = 20 \text{ шт.}$$

									Лист
									101
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата	15.03.05.2018.125.ПЗ				

Количество крановых операций (загрузок и разгрузок) на один перевезённый груз  $i=1$ . Средняя длина пути на одну крановую операцию принимается равной половине длины участка, то есть  $l_{cp} = 12$  м. Тогда требуемое количество кранов равно

$$K_m = \frac{20 \cdot 1}{240 \cdot 1} \cdot \frac{\left(\frac{12}{30} + 2 + 2\right)}{480 \cdot 0,85} = 0,0008 \text{ шт}$$

Принимаем  $K_m = 1$  шт.

#### 4.2.2 Определение требуемого количества тележек

Тележки используются для межоперационного транспортирования деталей. Требуемое количество тележек определяется по формуле

$$T = \frac{Q \cdot i}{q \cdot 60 \cdot \Phi_n \cdot m \cdot K} \cdot \left( \frac{l_{cp}}{V_{cp}} + t_3 + t_p \right), \text{ шт},$$

где  $Q$  – годовой грузопоток заготовок, шт;

$q$  – заполнение тележки за один рейс, шт;

$i$  – количество транспортных операций с грузом на один рейс;

$\Phi_n$  – номинальный годовой фонд времени работы тележки, мин;

$K$  – коэффициент, учитывающий простои тележки;

$l_{cp}$  – средний пробег тележки за один рейс, м;

$V_{cp}$  – средняя скорость тележки, м/мин;

$m$  – количество рабочих смен в сутки;

$t_3$  – время одной загрузки тележки, мин;

$t_p$  – время одной разгрузки тележки, мин.

Количество транспортных операций на один рейс  $i=1$ . За один рейс тележка заполняется 50 деталями, то есть  $q = 50$  шт. Средний пробег тележки принимается равным половине длине участка, то есть  $l_{cp} = 12$  м. Скорость тележки равна  $V_{cp} = 116,67$  м/мин (7 км/ч). Тогда количество тележек будет равно

$$T = \frac{20000 \cdot 1}{50 \cdot 60 \cdot 2070 \cdot 1 \cdot 0,85} \cdot \left( \frac{12}{116,7} + 5 + 5 \right) = 0,038 \text{ шт}.$$

Принимаем  $T = 1$  шт.

									Лист
									102
Изм.	Лист	№ Документа_	Подпись_	Дата	15.03.05.2018.125.ПЗ				



#### 4.3 Расчет площадей для складирования заготовок и деталей

Площадь склада материалов и заготовок или дооперационного задела определяется по формуле

$$\Phi_{\text{оз}} = \frac{Q_{\text{чер}}}{260 \cdot q \cdot K_{\text{и}}}, \text{ м}^2,$$

где  $Q_{\text{чер}}$  – масса заготовок годового объема выпуска, т;

$q$  – средняя допустимая нагрузка на 1 м<sup>2</sup> полезной площади пола, т;

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

$K_{\text{и}}$  – коэффициент использования площади складирования.

Отсюда

$$Q_{\text{чер}} = N \cdot m_{\text{заг}}, \text{ т};$$

$$Q_{\text{чер}} = 20000 \cdot 0,2 = 4 \text{ т}$$

Тогда площадь склада заготовок равна

$$\Phi_{\text{оз}} = \frac{4}{260 \cdot 1 \cdot 0,3} = 0,05 \text{ м}^2$$

Принимаем 1 м<sup>2</sup>.

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

Потребную площадь для промежуточного склада рассчитывают по формуле

$$F_{\text{с.д.}} = \frac{Q \cdot t_1}{260 \cdot q_1 \cdot K_{\text{и}}}, \text{ м}^2,$$

где  $Q$  – масса деталей годового объема выпуска, подлежащих хранению, т;

$q_1$  – средняя допустимая нагрузка на 1 м<sup>2</sup>,  $q_1 = 1$  т;

$t_1$  – число рабочих дней запаса,  $t_1 = 6$  дней;

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

$$Q_{\text{чер}} = N \cdot m_{\text{дет}}, \text{ т};$$

$$Q_{\text{чер}} = 20000 \cdot 0,13 = 2,6 \text{ т}$$

Тогда площадь склада готовых деталей равна

$$F_{\text{с.д.}} = \frac{2,6 \cdot 6}{260 \cdot 1 \cdot 0,3} = 0,2 \text{ м}^2$$

Принимаем 1 м<sup>2</sup>.

									Лист
									103
Изм.	Лист	№ Документа_	Подпись_	Дата	15.03.05.2018.125.ПЗ				

#### 4.3.1 Расчет основной, вспомогательной и полной площади участка

Площадь цеха определяется по удельной площади, приходящейся на единицу оборудования. [15].

Нормы удельных площадей назначаются в зависимости от наибольшего габаритного размера оборудования. Расчет удельной площади цеха представлен в таблице 4.4.

Таблица 4.4– Расчет удельной площади цеха

Модель станка	Габаритные размеры, мм			Количество станков, шт	Удельная площадь, м <sup>2</sup>	
	Длина	Ширина	Высота		на один станок	на все станки
PUMA 240 MB	3000	1592	1740	4	25	200
Верстак	1080	1275	1510	1	12	12
Стол контрольный	1300	825	1510	1	12	12
$\Sigma(S_{уд})$						224

#### 4.4 Выбор способа транспортирования стружки

В результате механической обработки образуется значительное количество стружки, которую необходимо удалять с территории участка. Для выбора способа транспортирования стружки определяется количество стружки на 1 м<sup>2</sup> площади цеха. Первым этапом рассчитывается масса стружки

$$m_{стр} = \frac{(m_{заг}^{\Gamma} - m_{дет}^{\Gamma}) \cdot N^{гр}}{1000}, \text{ т,}$$

где  $m_{дет}^{\Gamma}$  – масса детали  $\Gamma$ , кг;

$m_{заг}^{\Gamma}$  – масса заготовки для  $\Gamma$ , кг.

Тогда масса стружки равна

$$m_{стр} = \frac{(0,2 - 0,13) \cdot 5000}{1000} = 0,35, \text{ т}$$

Тогда количество стружки, приходящейся на 1 м<sup>2</sup> площади цеха будет равно

$$\frac{m_{стр}}{S_{уд}} = \frac{0,35}{212} = 0,002 \frac{\text{т}}{\text{м}^2}.$$

Так как  $0,002 < 0,3 \text{ т/м}^2$  , то назначается система уборки стружки – механизированная с использованием ручного труда [15].

М

#### 4.5 Планировка оборудования

Для проектирования планировки оборудования нужно выполнить планирование рабочих мест.

##### 4.5.1 Разработка планировки рабочего места для токарной операции

Рабочее место – это первичное звено производства, от качества работы которого, зависят результаты деятельности всего завода.

Задачей организации рабочего места является создание такой конструкции оснастки и такого расположения оборудования, заготовок, готовых деталей, при которых отсутствуют лишние и нерациональные движения и приемы (повороты, нагибания, приседания и т.д.), максимально сокращаются расстояния перемещения рабочего.

Схема организации рабочего места должна соответствовать характеру производства. В нашем случае характер производства среднесерийный, поэтому применяется только специализированный инструмент и приспособления. Планировка рабочего места показана на рисунке 4.2.

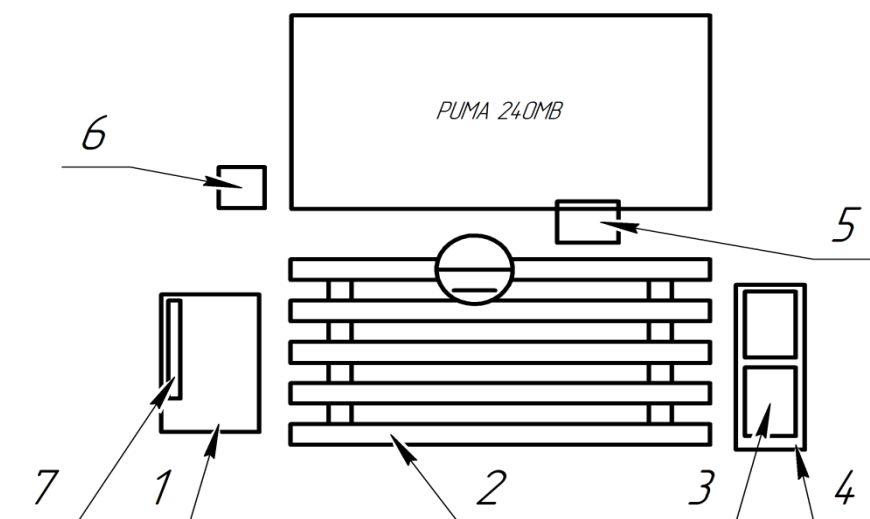


Рисунок 4.2 – Планировка рабочего места

Изм.	Лист	№ Документа_	Подпись_	Дата

15.03.05.2018.125.ПЗ

Лист

105

Возле каждого рабочего места предусмотрены 1 – инструментальный столик, 2 – решетка под ноги, 3 – тара с обрабатываемыми деталями, 4 – приемный стол, 5 – планшет для измерительного инструмента, 6 – урна, 7 – подставка для чертежей. Ширина рабочего места принимается равной 500 мм, рабочей зоны - 800 мм (по рекомендациям [15]).

#### 4.5.2 Разработка планировки механического участка

При проектировании и планировке механического участка применяемое оборудование сведем в таблицу 4.5.

Таблица 4.5 – Применяемое оборудования и его габариты

Номер операции	Наименование операции	Наименование оборудования	Кол-во, шт	Габариты оборудования, длина×ширина×высота, мм×мм×мм
10	Токарная с ЧПУ	PUMA 240 MB	1	3000×1592×1740
20	Токарная с ЧПУ	PUMA 240 MB	1	3000×1592×1740
30	Токарная с ЧПУ	PUMA 240 MB	1	3000×1592×1740
40	Токарная с ЧПУ	PUMA 240 MB	1	3000×1592×1740
50	Слесарная	Верстак слесарный	1	1080×1275×1510
80	Контрольная	Стол контрольный	1	1300×825×1510

Планировка оборудования (см.рисунок 4.1) и рабочих мест на участке осуществляется в порядке технологических операций.

Станки на участке, начиная с операции 10, располагаются перпендикулярно проезду. На этих станках каждый рабочий обслуживает один станок. Расстояние между станками выбирается по рекомендациям [15]: фронтальными сторонами и обслуживании одним рабочим одного станка – 2500 мм ; при расположении станков « в затылок » – 1500 мм. Для каждого станка показаны места подвода электроэнергии, средства охлаждения и вентиляции.

В начале участка предусмотрено место складирования заготовок, в конце участка – место складирования деталей. Межоперационное транспортирование деталей осуществляется в рельсовой тележке, расположенной вдоль поточной линии. Вдоль рельсового пути возле станков установлены столы для приёма

заготовок. Приёмные столы установлены из расчёта один стол на каждую операцию.

На участке предусмотрены контрольный стол и кафедра мастера, на которой находятся телефон и аптечка.

Для уборки стружки с рабочих мест предусмотрена механизированная система: стружка с рабочих мест собирается в специальные контейнеры, после заполнения которых стружка вывозится с территории участка автомобильным транспортом. Для транспортировки контейнеров используется кран однобалочный мостовой грузоподъёмностью 5 т, управляемый при помощи пульта.

Разработанная планировка показана на рисунке 4.3.

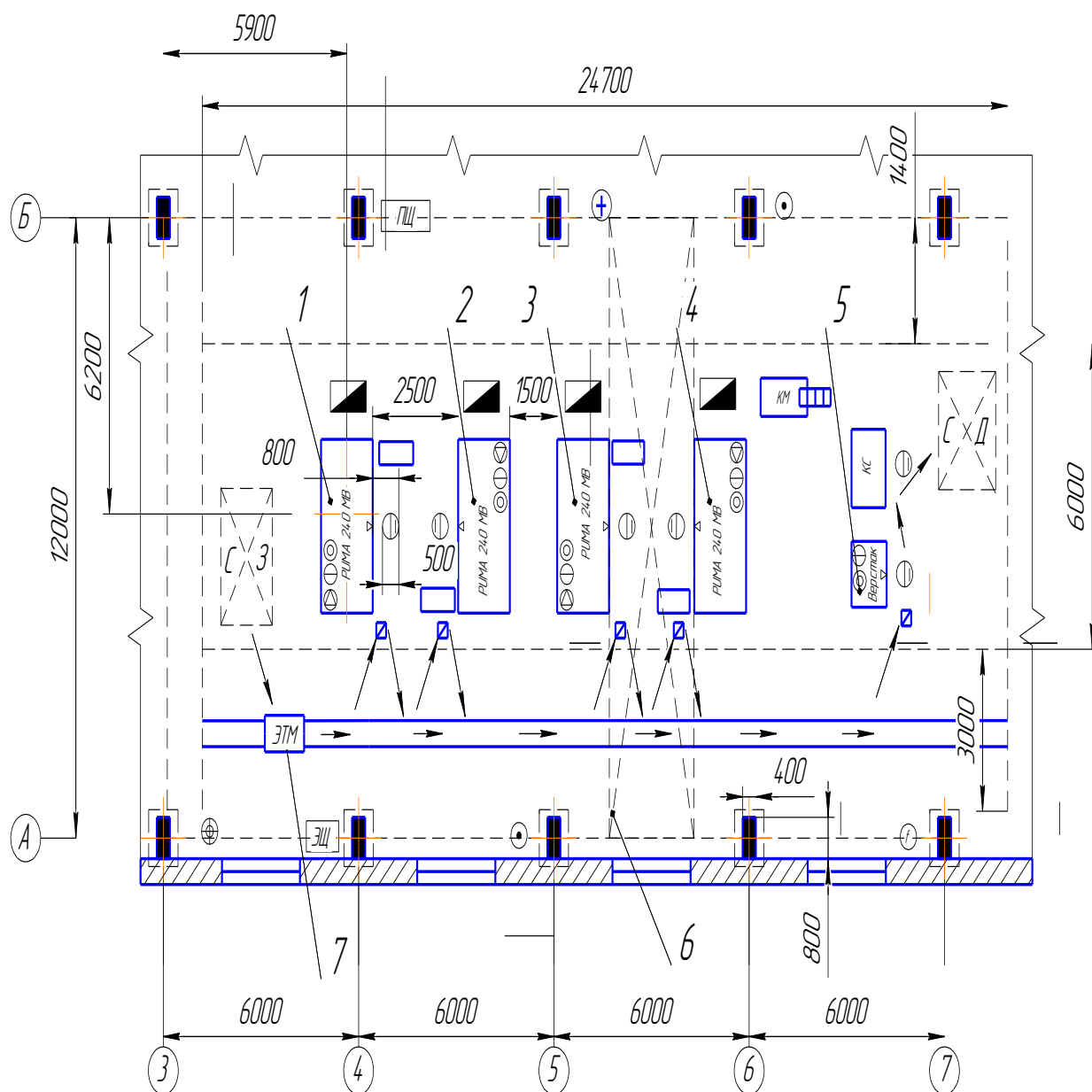


Рисунок 4.3 – Планировка участка

В качестве противопожарных мероприятий на участке предусмотрены щит пожарного обеспечения, ящик с песком, пожарный кран, имеются свободными пешеходный проход и проезд, все двери при входе на участок открываются наружу.

Участок групповой обработки располагается вдоль пролёта между пешеходным проходом шириной 1400 мм и проездом шириной 3000 мм, расположенным вдоль наружной стены здания. Проезд предназначен для одностороннего движения автомобильного транспорта. Пешеходный проход предназначен для свободного доступа к рабочим местам.

Из рисунка 4.3 видно, что длина участка  $A = 24,7$  м, ширина участка  $B = 6$  м. Тогда площадь участка равна [16]

$$S_{\text{уч}} = A \cdot B, \text{ м}^2 ;$$

$$S_{\text{уч}} = 24,7 \cdot 6 = 148,2 \text{ м}^2.$$

Сравним площадь разработанного участка и удельную площадь цеха

$$S_{\text{уч}} = 148,2 \text{ м}^2 \leq S_{\text{уд}} = 224 \text{ м}^2.$$

Планировка участка считается выполненной рационально, потому что площадь разработанного участка меньше удельной площади цеха.

#### 4.6 Выбор типов , формы и определение размеров здания

Высота кранового пролета  $H$  складывается из высоты подкранового пути  $H_1$  и высоты  $H_2$ , которая включает габаритные размеры крана от головки подкранового рельса до верхней точки тележки крана с учетом добавочного зазора 100 мм между верхней точкой тележки крана и нижней точкой покрытия и 200-400 мм .

$$H = H_1 + H_2, \text{ мм.}$$

Минимальная высота пролёта определяется по высоте до головки подкранового рельса. Высота до головки подкранового рельса рассчитывается по формуле:

$$H_1 = k + z + e + f + c ,$$

где  $k$  – максимальная высота оборудования, м;

$z$  – минимальное расстояние между оборудованием и перемещаемым грузом;  
 $z = 0,5 - 1$  м ;

$e$  – высота транспортируемых грузов, м;

									Лист
									108
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата	15.03.05.2018.125.ПЗ				

$f$  – высота стропальных устройств ;  $f = 1$  м ;  
 $c$  – расстояние от предельного верхнего положения крюка до линии, проходящей через головки подкрановых рельсов ;  $c = 0,5$  м.

Схема расчета высоты кранового пролета представлена на рисунке 4.4.

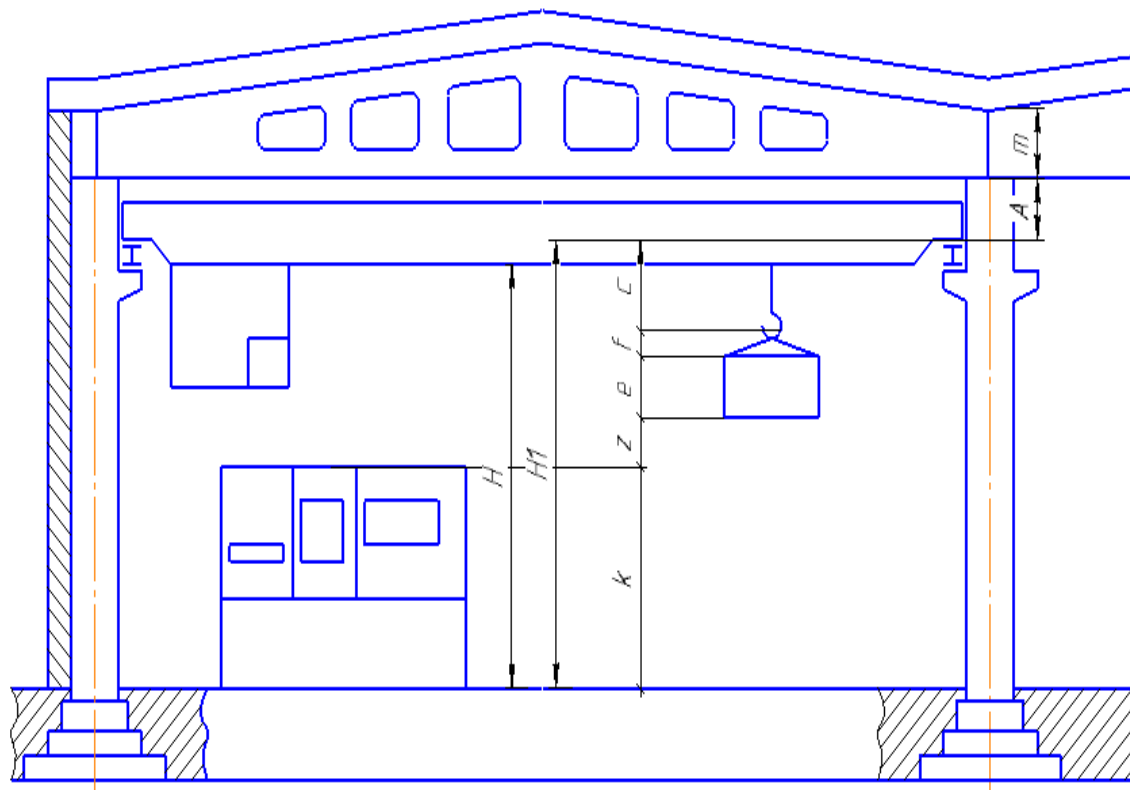


Рисунок 4.4 – Схема расчета высоты кранового пролета

Высота станка PUMA 240 MB 1,74 м, по рекомендациям [1] высота  $k$  назначается не менее 2,3 м. Принимаем  $k = 2,3$  м. Высота транспортирования грузов принимается равной  $e = 2$  м, высота  $f = 0,9$  м. С учётом принятых данных

$$H_1 = 2,3 + 1 + 2 + 0,9 + 0,5 = 6,7 \text{ м.}$$

Расчётное значение корректируется до ближайшего стандартного. Принимаем  $H_1 = 6,95$  м.

$$H_2 = A + m + (200 \dots 400) \text{ мм ,}$$

где  $A$  – габаритная высота крана;  $A = 2100$  мм ;

$m$  – расстояние между верхней точкой крана и нижней поверхностью покрытия.

$$H_2 = 2100 + 100 + 300 = 2500 \text{ мм.}$$

Отсюда

$$H = 6700 + 2500 = 9200 \text{ мм.}$$

									Лист
									109
Изм.	Лист	№ Документа_	Подпись_	Дата	15.03.05.2018.125.ПЗ				

Принимаем ближайшее стандартное значение  $H = 9,6$  м.

Колонны здания железобетонные серии КЭ-01-49 с консолями прямоугольного сечения  $400 \times 800$  мм, представленные в соответствии с рисунком 4.5. Торцовые колонны здания смещены внутрь относительно разбивочной оси на 500 мм. Это необходимо для того, чтобы пропустить колонны фахверка.

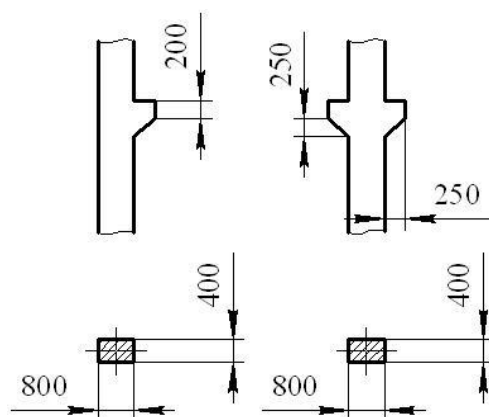


Рисунок 4.5 – Колонны крайних и средних пролетов

Фундамент под колонны показан на рисунке 4.6. 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.

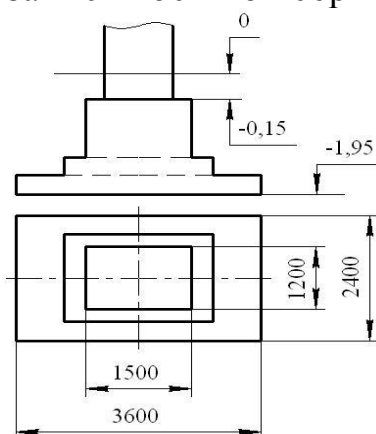


Рисунок 4.6 – Фундамент под колонны

Несущей конструкцией здания являются железобетонные решётчатые фермы серии 1.462–3. Габаритные размеры фермы: длина 11960 мм, высота 1390 мм, толщина 200 мм. Железобетонная ферма серии 1.462–3 представлена на рисунке 4.7.







## 5 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

### 5.1 Оценка опасных и вредных факторов на участке групповой механической обработки деталей типа «Штуцер»

Обработка деталей типа "Штуцер" производится на участке групповой механической обработки общей площадью 296,4 м<sup>2</sup>, где применяется стационарное оборудование с постоянно установленными ограждениями и предохранительными устройствами (экраны, кожуха, пылеотсасывающие устройства). Для погрузки, разгрузки и транспортировки материалов, оборудования, приспособлений по массе больших, чем допустимые значения норм поднимаемых тяжестей вручную, на участке предусмотрены однобалочный кран с электроталью грузоподъемностью 5 т. и электротележка. Оборудование располагается в той же последовательности, что и операции в разработанном технологическом процессе. Контроль параметров производят унифицированным инструментом на контрольных точках. На участке также предусмотрены места для курения, приема пищи, раздевалка. Планировка участка обеспечивает беспрепятственный путь как к эвакуации работников во время чрезвычайных ситуациях, так и прибытию на место возникновения ЧС команд МЧС, пожарных команд и скорой медицинской помощи. Согласно ГОСТ 12.1.005-88 сложность выполняемой работы на разрабатываемом участке можно отнести к категории Пб. К данной категории относятся работы с интенсивностью энергозатрат 201...250 ккал/ч (233...290 Вт), связанные с ходьбой, перемещением и переноской тяжестей до 10 кг и сопровождающиеся умеренным физическим напряжением [17].

К потенциально опасным факторам на участке станков с ЧПУ относятся:

- острые кромки инструментов;
- шероховатость, острые края заготовок, стружка, опилки.
- неровность и скользкость пола участка и подножных трапов.

В ГОСТ 12.0.002-80 техника безопасности определена как система организационных мероприятий и технических средств, предотвращающих воздействие на работающих опасных производственных факторов, а производственная санитария – как система организационных, технических средств, предотвращающих или уменьшающих воздействие на работающих вредных производственных факторов.

Основным руководством по обеспечению безопасности при проектировании станков и их модернизации является ГОСТ ЕН 12478-2006 «Станки токарные с числовым программным управлением».

При проектировании станков конструкторы должны уделять основное внимание опасностям, которым могут подвергаться операторы или другие люди,

									Лист
									113
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата	15.03.05.2018.125.ПЗ				





Огнестойкость конструкции характеризуется пределом огнестойкости. Предел огнестойкости должен быть таким, чтобы конструкция сохраняла несущую способность в течение всей эвакуации людей.

Условия безопасного применения электрооборудования регламентируются ПУЭ. Во всех помещениях искрящие части машин заключают в пыленепроницаемые колпаки. В помещениях класса П-Па допускаются открытые светильники. Выбор типа производственного помещения определяется технологическим процессом, возможностью борьбы с шумом вибрациями и загрязнениями воздуха. Объем и площадь производственного помещения, которые должны приходиться на каждого работающего по санитарным нормам, должны быть не менее 15 м<sup>3</sup> и 4,5 м<sup>2</sup> соответственно. Оптимальные нормы обязательны для всех рабочих зон. Допустимые устанавливаются тогда, когда по технологическим, техническим или экономическим причинам невозможно создать оптимальные нормы. При нормировании микроклимата учитывается время года и тяжесть выполняемой работы.

Чистота на рабочем месте. Рабочее место оснащено соответствующим оборудованием, инструментом и приспособлениями, при помощи которых выполняется отдельная операция или комплекс операций. На рабочем месте не должно быть ни чего лишнего. Каждая вещь должна иметь свое определенное место.

Нормирование естественного освещения производится в соответствии со СНиП 23–05–95 (строительные нормы и правила). В качестве критерия оценки естественного освещения принята относительная величина: коэффициент естественной освещенности КЕО равно отношению освещенности внутри помещения к освещенности точки на наружной горизонтальной поверхности в процентах.

Искусственное освещение нормируется от вида выполняемых работ (размер объекта различения), от системы освещения, от применяемых источников света. Осветительные установки должны обеспечивать хорошее, равномерное освещение рабочих мест и проходов. Нормальное освещение создает благоприятные условия для труда рабочего, сохраняет его зрение и снижает случаи травматизма.

Рабочая зона станков должна быть освещена сзади, слева и сверху от рабочего. Менее желателен свет справа и ни в коем случае недопустим направленный прямо в глаза. При местном освещении, во избежание раздражения глаз рабочего, на всех лампочках должны быть отражатели. Наличие больших оконных проемов и фонарей должно обеспечивать хорошую естественную освещенность. Стекла световых фонарей и электрические лампочки необходимо содержать в чистоте.

Вентиляция – это организованный и регулируемый воздухообмен в помещении. В помещении обязательно устройство вентиляции. Чистый воздух в рабочем помещении способствует сохранению здоровья повышению производительности труда. Температура зимой воздуха на механических

										Лист
										116
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата	15.03.05.2018.125.ПЗ					

участках должна быть 15-20°C. Летом и зимой производственные цехи необходимо хорошо проветривать. Самая лучшая вентиляция в механических цехах естественная: через световые фонари в крыше или открывающиеся части окон.

## 5.2 Расчет условий эвакуации людей при пожаре

Характерная особенность современного строительства на промышленных предприятиях это увеличение количества производственных зданий с массовым пребыванием людей. Пожары в таких помещениях нередко сопровождаются травмированием и гибелью людей. В первую очередь это относится к быстроразвивающимся пожарам, представляющим реальную опасность для человека уже через несколько минут после их возникновения и отличающимся интенсивным воздействием на людей опасных факторов пожара (МП). Наиболее надежный способ обеспечения безопасности людей в таких условиях – своевременная эвакуация из помещения, в котором возник пожар[18].

В соответствии с ГОСТ 12.1.004-85. ССБТ. "Пожарная безопасность. Общие требования", каждый объект должен иметь такое объемно-планировочное и техническое исполнение, чтобы эвакуация людей из помещения была завершена до момента достижения ОФП предельно допустимых значений. В связи с этим количество, размеры и конструктивное исполнение эвакуационных путей и выходов определяются в зависимости от необходимого времени эвакуации, т.е. времени, в течение которого люди должны покинуть помещение, не подвергаясь опасному для жизни и здоровья воздействию пожара. Данные по необходимому времени эвакуации являются также исходной информацией для расчета уровня

- обеспечения безопасности людей при пожарах в зданиях;
- необходимого времени эвакуации может привести к принятию неправильных;
- проектных решений и увеличению стоимости зданий или к недостаточному обеспечению безопасности людей в случае возникновения пожара.

Для безопасной эвакуации людей при пожаре должны соблюдаться нормы и правила при проектировании производственных зданий а также проведены необходимые расчеты условий эвакуации. В соответствии со СНиП 2.01.02-89 устанавливаются следующие нормы и правила эвакуаций людей при пожаре в производственном помещении.

Из производственного помещения следует предусматривать не менее двух основных эвакуационных выходов. На рисунке 5.1 представлен план эвакуации производственного персонала при возникновении пожара на участке.

									Лист
									117
Изм.	Лист	№ Документа_	Подпись_	Дата	15.03.05.2018.125.ПЗ				

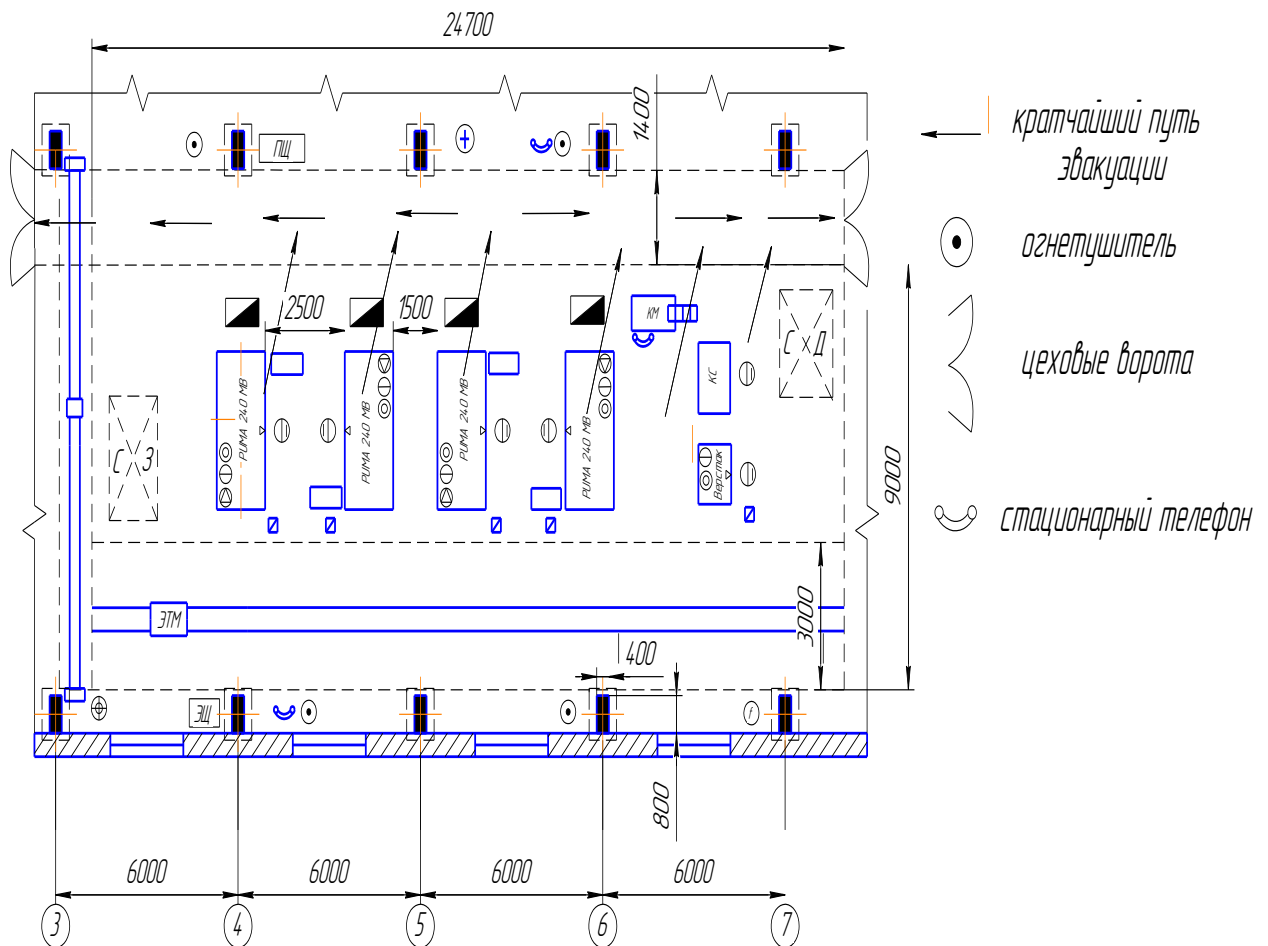


Рисунок 5.1 – План эвакуации людей и имущества при пожаре на участке

Эвакуационные выходы должны располагаться рассредоточено. Минимальное расстояние  $l$  между наиболее удаленными один от другого эвакуационными выходами из помещения следует определять по формуле

$$l \geq 1,5\sqrt{\Pi}, \text{ м,}$$

где  $\Pi$  – периметр участка, м.

$$l \geq 1,5\sqrt{24,7 + 24,7 + 12 + 12} = 12,85 \text{ м.}$$

Принимаем минимальное расстояние между эвакуационными выходами  $l = 12 \text{ м.}$

Ширина путей эвакуации в свету должна быть не менее 1 м, дверей – не менее 0,8 м.

При работе участка групповой механической обработки, следует учесть наличия на нем работы инженерно-технического, обслуживающего и вспомогательного персонала. Присутствие, которых предусмотрено на антресолях производственного здания.



При дверях, открывающихся из помещений на антресолях участка в общий коридор, за ширину эвакуационного пути по коридору следует принимать ширину коридора не менее 1 м.

Высота прохода на путях эвакуации должна быть не менее 2 м.

В полу на путях эвакуации не допускаются перепады высот менее 45 см и выступы. В местах перепада высот следует предусматривать лестницы с числом ступеней не менее трех или пандусы с уклоном не более 1:6.

Двери на путях эвакуации должны открываться по направлению выхода из здания.

Наружные эвакуационные двери зданий не должны иметь запоров, которые не могут быть открыты изнутри без ключа.

Ширина проступи на лестнице должна быть как правило, не менее 25 см, а высота ступени - не более 22 см.

Наиболее важным и первостепенным условием при эвакуации людей из производственного помещения при пожаре является расчет необходимого времени эвакуации.

В соответствии с ГОСТ 12.01.004-91 о «Пожарной безопасности» и «Методом необходимого уровня обеспечения пожарной безопасности при эвакуации людей» необходимо выполнения следующего условия эвакуации людей при пожаре

$$t_p \leq t_n ,$$

где  $t_p$  – расчетное время эвакуации людей, мин;

$t_n$  – необходимое время эвакуации людей, мин.

Определяем расчетное время эвакуации людей на участке по формуле:

$$t_p = t_1 + t_2 , \text{ мин} ,$$

где  $t_1$  – расчетное время эвакуации основных рабочих на участке, мин;

$t_2$  – расчетное время эвакуации инженерно-технических работников на участке антресоли, мин;

Скорость движения потока людей определяется по формуле:

$$t_i = \frac{l}{V_i} , \frac{\text{м}}{\text{мин}} ,$$

где  $l$  – минимально расстояние между эвакуационными выходами , м;

$V_i$  – скорость движения людского потока, в зависимости от плотности, м/мин.

Плотность людского потока при эвакуации людей определяется по формуле

$$D_i = \frac{N_i}{f \cdot b_i} , \frac{\text{м}^2}{\text{м}^2} ,$$

где  $N_i$  – число рабочих на участках, чел;

									Лист
									119
Изм.	Лист	№ Документа_	Подпись_	Дата	15.03.05.2018.125.ПЗ				

$f$  – средняя площадь горизонтальной проекции человека,  $\text{м}^2$ ;

$b_i$  – ширина участков, м.

Определяем плотности потоков основных рабочих на участке и вспомогательных рабочих на антресоли по лестнице вниз :

$$D1 = \frac{4}{0,1 \cdot 12} = 3,3 \frac{\text{м}^2}{\text{м}^2}; \quad D2 = \frac{3}{0,1 \cdot 4} = 7,5 \frac{\text{м}^2}{\text{м}^2}$$

В зависимости от плотности потока людей  $D_i$  в соответствии с рекомендациями ГОСТ 12.1.004-91 принимаем скорости  $V_i$  движения людских потоков. Принимаем  $V1=60$  м/мин;  $V2=80$  м/мин.

Определяем время движения потоков людей:

$$t1 = \frac{12}{60} = 0,2 \frac{\text{м}}{\text{мин}};$$

$$t2 = \frac{12}{60} = 0,15 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

Определяем расчетное время эвакуации людей при пожаре

$$t_p = 0,2 + 0,15 = 0,35 \text{ мин}$$

Для расчета необходимого времени эвакуации людей при пожаре  $t_n$  и проверки условия, установим реальные условия возникновения пожара на разрабатываемом участке. Потенциально опасными веществами возгорания на участке являются: масло гидроприводов исполнительных механизмов станков, промасляная ветошь, хранящаяся в открытой таре, а также такие вещества как нефрас, ацетон, используемые для очистки движущихся частей оборудования.

Определяем необходимое время эвакуации людей  $t_n$  из участка групповой механической обработки размером  $24,7 \times 12 \times 9,6$ , в котором произошла утечка масла с оборудования и его возгорание на площади  $F= 50 \text{ м}^2$ . Время установления стационарного режима выгорания масла составляет  $t_{ст}=900 \text{ с}$ .

Определяем характеристики горения масла:

- низшая теплота сгорания -  $Q = 41,9 \text{ МДж} \cdot \text{кг}^{-1}$ ;
- дымообразующая способность -  $D = 243 \text{ Нп} \cdot \text{м}^2 \cdot \text{кг}^{-1}$ ;
- удельная массовая скорость выгорания -  $\psi = 0,03 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{с}^{-1}$ ;
- удельный выход (потребление) кислорода -  $LO_2 = 0,282 \text{ кг} \cdot \text{кг}^{-1}$ ;
- удельный выход (потребление) углекислого газа -  $LCO_2 = 0,7 \text{ кг} \cdot \text{кг}^{-1}$ .

Определяем геометрические параметры участка (высоту и объем):  $h = 9,6 \text{ м}$ ;

$$V = 0,8 \cdot 24,7 \cdot 12 \cdot 9,6 = 2276 \text{ м}^3.$$

									Лист
									120
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата	15.03.05.2018.125.ПЗ				

Для нестационарного горения жидкости на постоянной площади находим параметр возгорания

$$A = 0,67 \cdot \frac{\psi}{\sqrt{\tau_{ст}}} \cdot F; n = 1,5;$$

$$A = 0,67 \cdot \frac{0,03}{\sqrt{900}} \cdot 50 = 0,034; n = 1,5.$$

Определяем критическое время эвакуации людей при пожаре.  
При повышенной температуре

$$t_{крj}^T = \left\{ \frac{B}{A_j} \cdot \ln \left[ 1 + \frac{70 - t_0}{(273 + t_0) \cdot z} \right] \right\}^{1/n_j};$$

при потере видимости

$$t_{крj}^{ПВ} = \left\{ B/A_j \cdot \ln \left[ 1 - \frac{V \cdot \ln(1,05 \cdot \alpha \cdot E)}{20 \cdot B \cdot D \cdot z} \right]^{-1} \right\}^{1/n_j};$$

при пониженном содержании кислорода

$$t_{крj}^{O_2} = \left\{ B/A_j \cdot \ln \left[ 1 - \frac{0,044}{\left( \frac{B \cdot L_{O_2}}{V} + 0,27 \right) \cdot z} \right]^{-1} \right\}^{1/n_j};$$

при повышении газообразных токсичных продуктов горения

$$t_{крj}^{ПГ} = \left\{ B/A_j \cdot \ln \left[ 1 - \frac{V \cdot x}{B \cdot L \cdot z} \right]^{-1} \right\}^{1/n_j};$$

где В – значения комплекса, кг; определяемый из зависимости

z – значение параметра возгорания продуктов в заданном объеме;

α - коэффициент отражения (альbedo) предметов на путях эвакуации; α=0,3;

E - начальная освещенность путей эвакуации, лк; E=40 лк ;

x - предельно допустимое содержание данного газа в атмосфере помещения, кг·м-3 ; xCO2 = 0,11 кг·м-3;

									Лист
									121
Изм.	Лист	№ Документа_	Подпись_	Дата	15.03.05.2018.125.ПЗ				

Определяем значения комплекса В по зависимости

$$B = f(V, Q);$$

$$z = \frac{h}{H} \cdot \exp\left(1,4 \cdot \frac{h}{H}\right).$$

Устанавливаем параметр значения комплекса В по зависимости и принимаем его равным 2136 кг.

Определяем параметр возгорания z

$$z = \frac{9,6}{2276/27,4 \cdot 12} \cdot \exp\left(1,4 \cdot \frac{9,6}{2276/27,4 \cdot 12}\right) = 1,32.$$

Определяем критическое время эвакуации людей :

$$t_{кр}^T = \left\{ \frac{2136}{0,034} \cdot \ln \left[ 1 + \frac{70 - 20}{(273 + 20) \cdot 1,32} \right] \right\}^{1/1,5} = 364 \text{ с};$$

$$t_{крj}^{ПВ} = \left\{ 2136/0,034 \cdot \ln \left[ 1 - \frac{2276 \cdot \ln(1,05 \cdot 0,3 \cdot 40)}{20 \cdot 2136 \cdot 243 \cdot 1,32} \right]^{-1} \right\}^{1/1,5} = 138 \text{ с};$$

$$t_{крj}^{O_2} = \left\{ 2136/0,034 \cdot \ln \left[ 1 - \frac{0,044}{\left( \frac{2136 \cdot 0,282}{2276} + 0,27 \right) \cdot 1,32} \right]^{-1} \right\}^{1/n_j} = 233 \text{ с};$$

$$t_{крj}^{ПГ} = \left\{ 2136/0,034 \cdot \ln \left[ 1 - \frac{2276 \cdot 0,11}{2136 \cdot 0,7 \cdot 1,32} \right]^{-1} \right\}^{1/1,5} = 377 \text{ с}.$$

Выбираем минимальное рассчитанное критическое время  
 $t_{кр} = \min\{364, 138, 233, 377\} = 138 \text{ с}.$

Рассчитываем необходимое время эвакуации людей  $t_H$

$$t_H = k_6 \cdot t_{кр} ,$$

где  $k_6$  – коэффициент безопасности,  $k_6 = 0,8$  ;

$$t_H = 0,8 \cdot 110 \text{ с}.$$

Проверяем выполнение условия  $t_p \leq t_n$

$$21 \text{ с} \leq 110 \text{ с}$$

Таким образом, условие эвакуации людей при пожаре выполняется, обеспечивается безопасная эвакуация рабочих на участке при возникновении пожара, по принятым по нормам эвакуационным выходам и путей эвакуации.

### 5.3 Планирование мероприятий безопасности жизнедеятельности по ее обеспечению в ЧС

Одним из важнейших условий обеспечения безопасности жизнедеятельности производственного персонала и объектов экономики (предприятий, учреждений, организаций) является их устойчивая работа при чрезвычайных ситуациях невоенного и военного характера: природных, экологических и других бедствиях, техногенных авариях, применении вероятным противником оружия обычного, массового или глобального поражения. А также планированием мероприятий по обеспечению безопасных условий эвакуации людей во время ЧС и нормальных условий труда [19].

Устойчивость производственной деятельности объектов и их структурных подразделений в условия чрезвычайных ситуациях определяется по воздействию ударной волны, светотеплового излучения, проникающей радиации, радиоактивного, химического и бактериологического заражения местности. При этом мероприятия по обеспечению безопасности жизнедеятельности и определения устойчивости элементов производственной деятельности различны.

Так, устойчивость управления объектом и его структурными подразделениями определяется:

- структурой системы управления;
- организацией дублирования руководящего состава;
- оснащением объекта средствами связи, управления, оповещения;
- компьютеризацией процесса управления и др.

Устойчивость защиты производственного персонала объекта определяется:

- наличием необходимого количества и качества средств коллективной и индивидуальной защиты;
- соответствием средств защиты требованиям нормативных документов;
- наличием планов рассредоточения и эвакуации производственного персонала и членов их семей при угрозе ЧС;
- наличием расчетных режимов работы структурных подразделений объектов.

Устойчивость технологических процессов на объекте определяется возможностями:

									Лист
									123
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата	15.03.05.2018.125.ПЗ				





## 6 ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

Предлагается провести экономические расчёты для оценки целесообразности внедрения группового технологического процесса [4].

Общая экономия по всей группе определяется по формуле

$$\Delta C^{gp} = \sum_{i=1}^n \Delta C_i, \text{ руб.},$$

где  $n$  – количество наименований деталей в группе;

$\Delta C_i$  – экономия по  $i$ -той детали.

Экономия себестоимости перевода детали каждого наименования в плановом периоде на групповую обработку складывается из следующих трёх величин

$$\Delta C_i = \Delta C_{штi} + \Delta C_{Hi} + \Delta C_{Ti}, \text{ руб.},$$

где  $\Delta C_{штi}$  – изменение в себестоимости обработки деталей вследствие изменения штучного времени, руб;

$\Delta C_{Hi}$  – изменение себестоимости наладки станка в результате изменения подготовительно-заключительного времени, руб;

$\Delta C_{Ti}$  – изменение в затратах на технологическую подготовку производства, отнесённое к плановому периоду вследствие изменения трудоёмкости проектирования технологического процесса и изготовления оснастки, руб.

Величина  $\Delta C_{штi}$  при неизменной себестоимости работы станка и рабочего определяется следующим образом [3]:

$$\Delta C_{штi} = a \cdot (t_{штi} - t_i^{rp}) \cdot N_i, \text{ руб.},$$

где  $a$  – себестоимость одной минуты работы станка и рабочего, руб;

$t_{штi}$  – штучное время обработки детали по базовому техпроцессу, мин;

$t_i^{rp}$  – штучное время обработки на деталь при обработке детали группы, мин;

$N_i$  – объём выпуска детали в рассматриваемый период, шт.

Величина  $\Delta C_{fi}$  рассчитывается по формуле [3]

$$\Delta C_{Hi} = (C_{Hi} - C_{пнi}) \cdot p_i - \frac{C_{Hj} - C_{пнj}}{\sum_{i=1}^n N_i} \cdot N_i, \text{ руб.},$$

где  $C_{Hi}$  – себестоимость наладки станка при единичной обработке детали, руб;

$C_{пнi}$  – себестоимость наладки станка на обработку последующих деталей группы по старому варианту обработки, руб;

$p_i$  – число запусков деталей в рассматриваемый плановый период, шт;



$C_{Hj}$  – себестоимость наладки станка на обработку детали-представителя группы по новому варианту обработки, руб.;

$C_{ПHj}$  – себестоимость наладки станка на обработку последующих деталей группы по новому варианту обработки, руб.

Число запусков деталей определяется по формуле [3]

$$p_i = \frac{N_i}{q}, \text{ шт,}$$

где  $q$  – средний размер партии запуска деталей, шт.

Величина  $\Delta C_{Ti}$  определяется по формуле [3]

$$\Delta C_{Ti} = C_{Ti} - C_{ПTi} - \frac{C_{Tj} - C_{ПТj}}{\sum_{i=1}^n N_i} \cdot N_i, \text{ руб.,}$$

где  $C_{Ti}$  – себестоимость технологической подготовки производства детали-представителя группы, отнесённая к рассматриваемому плановому периоду по старому варианту обработки, руб;

$C_{ПTi}$  – себестоимость технологической подготовки производства каждой из остальных деталей группы, отнесённая к рассматриваемому плановому периоду по новому варианту обработки, руб;

$C_{Tj}$  – себестоимость технологической подготовки производства детали-представителя группы, отнесённая к рассматриваемому плановому периоду по новому варианту обработки, руб.

Исходные данные для расчёта:

– рассматриваемый период – 1 год;

– количество деталей в группе  $n=4$ ;

– годовой объём выпуска деталей группы  $N^{ГР} = 20000$  шт, из них объём выпуска деталей А, Б, В, Г:  $N_A = N_B = N_V = N_\Gamma = 5000$  шт .

## 6.1 Оценка целесообразности внедрения группового технологического процесса.

Введённые новшества отражены в таблице 6.1.

Таблица 6.1 – Введённые новшества в технологический процесс

Новшества	Деталь			
	А	Б	В	Г
1. Трехкулачковый патрон с пневмоприводом	+	+	+	–
2. Резьбонарезная головка	+	+	+	+
3. Приспособление для контроля метрической резьбы	+	+	+	+



Себестоимость минуты работы станка и рабочего берётся по факту и составит  $a = 2,0$  руб. Тогда изменение в себестоимости обработки детали А за счет внедрения зажимного приспособления будет равна

$$\Delta 1C_{\text{шт}}^A = a \cdot \Delta t_{\text{шт}}^{A.H1} \cdot N_A, \text{руб};$$

$$\Delta 1C_{\text{шт}}^A = 2 \cdot 0,58 \cdot 5000 = 5800 \text{ руб.}$$

Для других деталей группы аналогично

$$\Delta 1C_{\text{шт}}^B = 2 \cdot 0,60 \cdot 5000 = 6000 \text{ руб};$$

$$\Delta 1C_{\text{шт}}^B = 2 \cdot 0,60 \cdot 5000 = 6000 \text{ руб};$$

$$\Delta 1C_{\text{шт}}^Г = 2 \cdot 0,84 \cdot 5000 = 8400 \text{ руб.}$$

Изменение штучного времени при внедрении резьбонарезной головки (новое №2) рассчитывается, как разность в штучном времени между точением резьбы резцом на станке PUMA 240MB и резьбонарезной головкой на этом же станке. Рассчитаем основное время, затрачиваемое на процесс точение резьбы. Исходные данные для расчёта указаны в таблице 6.2.

Таблица 6.2 – Исходные данные для расчета основного времени точения резьбы.

Деталь	Параметр нарезаемой резьбы,	Длина резьбы L, мм	Число оборотов шпинделя, n, об/мин	Число проходов при точении резьбы, i		
				резцом		Резьбонарезной головкой
				черновых	чистовых	
А	M33x1,5-6g	16	315	4	2	1
Б	M30x1,5-6g	16		4	2	1
В	M22x1,5-6g	16		4	2	1
	M33x1,5-6g	18				
Г	M22x1,5-6g	16	4	2	1	
	M33x1,5-6g	18				

Скорость резания при точении резьбы деталей группы рассчитывается по формуле [6]

$$v_{\text{РЕЗ}}^i = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} \frac{\text{м}}{\text{мин}},$$

где  $D$  – диаметр нарезаемой резьбы, мм;  
 $n$  – частота вращения шпинделя, об/мин.



Таблица 6.3 – Расчёт вспомогательного времени для детали А, Б, В, Г при точении резьбы

Инструмент	Вспомогательное время, мин.								
	Установка и снятие детали	Связанное с переходом	Вкл./откл. гайку ходового винта	Включить тормоз шпинделя	Смена инструмента	Изменение		Контрольные измерения	Всего на переход, $T_B^i$
						подачи	частоты вращения		
Резец	0,5	1,47	0,42	0,21	0,07	0,05	0,06	–	2,78
Резьбонарез. головка	0,3	0,09	–	–	0,05	0,04	0,05	–	0,33

Изменение штучного времени вследствие замены процесса точения резьбы резцом на точение резьбонарезной головкой определяется по формуле [10]

$$\Delta t_{шт}^{i.H2} = \left( (T_{ОР}^i + T_{ОГ}^i \cdot 0,12 + 0,04) + K_{ТВ} \cdot (T_{ВР}^i - T_{ВГ}^i) \right) \cdot \left( 1 + \frac{T_{ОБС} + T_{ОТД}}{100} \right), \text{ мин.}$$

где  $T_{ОР}^i$  – основное время точения резьбы резцом деталей группы, мин;

$T_{ОГ}^i$  – основное время точения резьбы резьбонарезной головкой деталей группы, мин;

$T_{ВР}^i$  – вспомогательное время при точении резьбы резцом, мин;

$T_{ВГ}^i$  – вспомогательное время при точении резьбы резьбонарезной головкой, мин.

$$\Delta t_{шт}^{A.H2} = ((0,12 + 0,04) + 0,76 \cdot (2,78 - 0,33)) \cdot \left( 1 + \frac{4 + 4}{100} \right) = 2,17 \text{ мин.}$$

$$\Delta t_{шт}^{B.H2} = ((0,12 + 0,03) + 0,76 \cdot (2,78 - 0,33)) \cdot \left( 1 + \frac{4 + 4}{100} \right) = 2,16 \text{ мин.}$$

$$\Delta t_{шт}^{B.H2} = ((0,26 + 0,09) + 0,76 \cdot (2,78 - 0,33)) \cdot \left( 1 + \frac{4 + 4}{100} \right) = 2,36 \text{ мин.}$$

$$\Delta t_{шт}^{Г.H2} = ((0,26 + 0,09) + 0,76 \cdot (2,78 - 0,33)) \cdot \left( 1 + \frac{4 + 4}{100} \right) = 2,36 \text{ мин.}$$

Себестоимость минуты работы станка и рабочего берётся по факту и составит  $a = 2,0$  руб.

Тогда изменение в себестоимости обработки деталей группы за счет внедрения резьбонарезной головки составит:

$$\begin{aligned}\Delta 2C_{\text{шт}}^A &= a \cdot \Delta t_{\text{шт}}^{A.H2} \cdot N_A, \text{ руб;} \\ \Delta 2C_{\text{шт}}^A &= 2 \cdot 2,17 \cdot 5000 = 21700 \text{ руб;} \\ \Delta 2C_{\text{шт}}^B &= 2 \cdot 2,16 \cdot 5000 = 21600 \text{ руб;} \\ \Delta 2C_{\text{шт}}^B &= 2 \cdot 2,36 \cdot 5000 = 23600 \text{ руб;} \\ \Delta 2C_{\text{шт}}^Г &= 2 \cdot 2,36 \cdot 5000 = 23600 \text{ руб.}\end{aligned}$$

Изменение штучного времени при внедрении контрольного приспособления рассчитывается как разность в штучном времени между контролем отклонения приведенного среднего диаметра резьбы вручную и с использованием переналаживаемого приспособления.

Время контроля вручную берётся по факту и составляет  $t_{\text{шт.р}} = 0,61$  мин.

При контроле с использованием приспособления время контроля параметра резьбы для деталей А, Б, В, Г составит  $t_{\text{шт.пр}} = 0,4$  мин.

Изменение штучного времени при использовании контрольного приспособления (новое №3) определяется по формуле:

$$\begin{aligned}t_{\text{шт}}^{iH3} &= t_{\text{шт.р}}^i - t_{\text{шт.пр}}^i, \text{ мин;} \\ t_{\text{шт}}^{iH3} &= 0,61 - 0,4 = 0,21 \text{ мин.}\end{aligned}$$

Себестоимость минуты работы приспособления и контролёра составляет  $a^{\text{КОНТР.}} = 1,0$  руб. Изменение в себестоимости обработки деталей группы определяется по формуле:

$$\begin{aligned}\Delta 3C_{\text{шт}}^{\text{гр}} &= (a^{\text{КОНТР.}} \cdot \Delta t_{\text{шт}}^{iH3}) \cdot N_{\text{гр}}, \text{ руб;} \\ \Delta 3C_{\text{шт}}^{\text{гр}} &= (1,0 \cdot 0,21) \cdot 20000 = 4200 \text{ руб.}\end{aligned}$$

Определим общую выгоду изготовления детали А вследствие изменения штучного времени по формуле:

$$\begin{aligned}\Delta C_{i\text{шт}} &= \Delta 1C_{\text{шт}i} + \Delta 2C_{\text{шт}i} + \Delta 3C_{\text{шт}i}, \text{ руб.;} \\ \Delta C_{A\text{шт}} &= 5800 + 21700 + 1050 = 28550 \text{ руб.}\end{aligned}$$

Общая выгода изготовления деталей Б, В, Г рассчитывается аналогично

$$\Delta C_{B\text{шт}} = 6000 + 21600 + 1050 = 28650 \text{ руб.};$$

$$\Delta C_{\text{ВШТ}} = 6000 + 23600 + 1050 = 30650 \text{ руб};$$

$$\Delta C_{\text{ГШТ}} = 8400 + 23600 + 1050 = 33050 \text{ руб.}$$

Себестоимость изготовления группы деталей вследствие изменения штучного времени представлена в таблице 6.4

Таблица 6.4 – Изменение в себестоимости обработки деталей вследствие изменения штучного времени

Деталь			
А	Б	В	Г
28550	28650	30650	33050

Себестоимость наладки станка изменится в результате изменения подготовительно заключительного времени.

Средний размер партии запуска деталей берётся по факту и составляет  $q = 40$  шт.

Определяем число запусков деталей по формуле, при этом расчётное число запусков округляется до большего целого

$$p^{A,B,B,\Gamma} = \frac{20000}{40} = \frac{500}{4} = 125 \text{ шт.}$$

Время на наладку (переналадку) станка берётся по факту и составляет:

- время на наладку станка при единичной обработке  $t_H = 112$  мин;
- время на наладку станка для обработки последующих деталей группы по старому варианту обработки  $t_{\text{ПН}}^{\text{СТ}} = 30$  мин;
- время на наладку станка для обработки последующих деталей группы по новому варианту обработки  $t_{\text{ПН}}^{\text{НЛ}} = 40$  мин;

При расчёте себестоимости стоимость минуты наладки принимается равной  $a^{\text{НАЛ}} = 0,83$  руб.

Себестоимость наладки будет равна:

- себестоимость наладки станка при единичной обработке

$$C_{\text{Н}i} = a^{\text{НАЛ}} \cdot t_H, \text{ руб};$$

$$C_{\text{Н}i} = 0,83 \cdot 112 = 92,96 \text{ руб.}$$

- себестоимость наладки станка на обработку последующих деталей группы по старому варианту обработки

$$C_{\text{ПН}i} = a^{\text{НАЛ}} \cdot t_{\text{Н}}^{\text{СТ}}, \text{ руб};$$

$$C_{\text{ПН}i} = 0,83 \cdot 30 = 24,9 \text{ руб.}$$

– себестоимость наладки станка на обработку последующих деталей группы по новому варианту обработки

$$C_{\text{ПН}j} = a^{\text{НАЛ}} \cdot t_{\text{ПН}}^{\text{НОВ}}, \text{руб};$$

$$C_{\text{ПН}j} = 0,83 \cdot 40 = 33,2 \text{ руб.}$$

Рассчитаем изменение себестоимости наладки станка для каждой детали группы

$$\Delta C_{\text{Н}i} = (92,96 - 24,29) \cdot 125 - \frac{92,96 - 33,2}{20000} \cdot 5000 = \frac{8568,81}{4} = 2142 \text{ руб.}$$

Затраты на технологическую подготовку изменятся вследствие изменения трудоёмкости проектирования технологического процесса и изготовления оснастки.

Средний оклад инженера первой категории составляет 7 600 руб. В 2017 году количество рабочих часов в месяц равно 164 ч. Время работы составило 300 ч. Итого заработная плата инженера составила

$$Z_{\text{СР.М.}} = \frac{T_{\text{РАБ.}}}{T_{\text{РАБ.М.}}} \cdot Z_{\text{СР.О.}}, \text{руб},$$

где  $T_{\text{РАБ.}}$  – время работы на проектирование группового технологического процесса и технической документации, мин;

$T_{\text{РАБ.М.}}$  – количество часов в месяц на проектирование группового технологического процесса и технической документации, мин;

$Z_{\text{СР.О.}}$  – средняя месячная заработная плата технолога по окладу, руб.

$$Z_{\text{СР.М.}} = \frac{300}{164} \cdot 7600 = 13902 \text{ руб.}$$

Себестоимость технологической подготовки производства берётся по факту и составляет  $C_{\text{Т}i} = 1909,09$  руб;  $C_{\text{ПТ}j} = 727,27$  руб. Составляющие затрат  $C_{\text{Т}j}$  приведены в таблице 6.8

Таблица 6.8 – Составляющие затрат  $C_{\text{Т}j}$

Составляющие затрат	Величина затрат, руб.
Оснащение зажимным приспособлением	19300
Оснащение резьбонарезной головкой	17710
Комплекты резьбонарезных гребенок	3600
Оснащение контрольным приспособлением	7800
Комплекты резьбовых роликов	1800
Заработная плата ИТР	13902
Всего	64112



Рассчитаем изменение в затратах на технологическую подготовку производства для каждой детали

$$\Delta C_{Ti} = (1909,09 - 727,27) - \frac{45073 - 727,27}{20000} \cdot 5000 = -9904,61 \text{ руб.}$$

Рассчитаем себестоимость перевода детали каждого наименования на групповую обработку

$$\Delta C^A = 28550 + 2142 - 9904,61 = 20787 \text{ руб.};$$

$$\Delta C^B = 28650 + 2142 - 9904,61 = 20887 \text{ руб.};$$

$$\Delta C^B = 30650 + 2142 - 9904,61 = 22888 \text{ руб.};$$

$$\Delta C^Г = 33050 + 2142 - 9904,61 = 25288 \text{ руб.}$$

Из расчётов видно, что для каждой детали  $\Delta C > 0$ , следовательно, для всех деталей группы выгодна групповая обработка [3]. Определим общую экономию по всей группе

$$\Delta C^{ГР} = 20787 + 20887 + 22888 + 25288 = 89850 \text{ руб.}$$

Исходя из того, что экономия за год составит 89850 руб., суммарные издержки на разработку 64112 руб., можно рассчитать срок окупаемости. Опираясь на методику расчета экономической эффективности применения группового метода обработки [1], производительность труда должна увеличиться в 2,3 раза, снижение цеховых расходов на 42,5%, снижение затрат на проектирование технологических процессов на 50%, снижение затрат времени на проектирование технологической оснастки на 30%.

Срок окупаемости проекта (количество лет) рассчитывается по формуле [3]

$$T_{OK} = \frac{K}{\Delta Г}, \text{ лет,}$$

где  $K$  – величина капитальных затрат, руб;

$\Delta Г$  – годовая экономия, руб.

Подставив значения, получим срок окупаемости

$$T_{OK} = \frac{64112}{89850} = 0,7 \text{ лет.}$$

Выводы по разделу шесть

В результате расчетов определения экономического эффекта от перевода деталей на групповую обработку, себестоимость для каждой детали больше нуля, общая экономия по всей группе составила 89850 рублей со сроком окупаемости 0,7 лет, следовательно, для всех деталей группы выгодна групповая обработка.

									Лист
									135
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата	15.03.05.2018.125.ПЗ				

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенной работы был разработан участок групповой механической обработки деталей типа «Штуцер».

Проведен анализ исходных данных и сравнение отечественных и зарубежных технологий. Из четырех деталей выбрана деталь с большим количеством поверхностей, она является базовой деталью группы. В данном случае это деталь Г. Для этой детали составлен размерный анализ с целью определения оптимального размера заготовки и межоперационных размеров. В качестве заготовки выбран сортовой прокат. Сформированы операции и назначены режимы резания, нормированы технологические операции, разработан групповой технологический процесс механической обработки.

В конструкторском разделе разработаны: зажимное приспособление, резьбонарезная головка для точения метрической резьбы, контрольное приспособление для контроля параметров метрической резьбы.

В строительном разделе спроектирован участок с оптимальным расположением оборудования. Спроектировано средство удаления стружки. Определено количество рабочих и оборудования. Рассчитана производственная площадь. Определены тип, форма и размер здания.

В разделе безопасности жизнедеятельности была проведена оценка опасных и вредных факторов на участке групповой механической обработки деталей типа «Штуцер», определена категория тяжести труда на участке; рассчитано время эвакуации производственного персонала вследствие возникновения пожара на участке. Полученный результат рассчитанного времени является достаточным в сравнении с необходимым (нормативным) временем эвакуации. Также в данном вопросе представлен план эвакуации людей при возникновении пожара на участке; определен план мероприятий по обеспечению безопасности жизнедеятельности в условиях возникновения чрезвычайных ситуаций на предприятии.

В экономической части определен экономический эффект от перевода деталей на метод групповой механической обработки.

Таким образом, цель работы достигнута, задачи – решены.

Результаты работы рекомендуется использовать при изготовлении деталей типа «Штуцер».

									Лист
									136
Изм.	Лист	№ Документа_	Подпись_	Дата	15.03.05.2018.125.ПЗ				

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1 Новиков, М. П. Основы технологии сборки машин и механизмов / М. П. Новиков. – М.: Машиностроение, 1969. – 382 с.
- 2 Дунаев, П.Ф. Конструирование узлов и деталей машин: учеб, пособие / Дунаев, П.Ф. Дальский, О.В. Леликов. – 7-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 2001. –123 с.
- 3 Митрофанов, С.П. Групповая технология машиностроительного производства: в 2 кн. / С.П. Митрофанов. – 3-е изд., перераб. и доп. – Л.: Машиностроение, 1983. – Т. 1. – 407 с.
- 4 Митрофанов, С.П. Групповая технология машиностроительного производства: в 2 кн. / С.П. Митрофанов. – 3-е изд., перераб. и доп. – Л.; Машиностроение, 1983. – Т. 2. – 432 с.
- 5 Матвеев, В. В. Размерный анализ технологических процессов / В.В. Матвеев. – М.: Машиностроение, 1982. – 264 с.
- 6 Справочник технолога-машиностроителя: в 2 кн. Т.1. / под ред. А.Г.Косиловой, Р.К.Мещерякова, – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1986. –656 с.
- 7 Справочник технолога-машиностроителя в 2 кн. Т.2. / под ред. А.Г.Косиловой, Р.К. Мещерякова, – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1985. – 496 с.
- 8 Баранчиков, В.И. Прогрессивные режущие инструменты и режимы резания металлов: справочник / В.И. Баранчиков, А.В. Жаринов, Н.Д. Юдина, и др.– М.: Машиностроение, 1990. – 400 с.
- 9 Барановский, Ю.В. Режимы резания металлов: справочник / под ред. Ю.В. Барановского, – 3-еизд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1972. – 408 с.
- 10 Гришин, Р. Г. Нормирование станочных работ. Определение основного и вспомогательного времени при механической обработке заготовок: учебное пособие / Р. Г. Гришин, Н. В Лысенко, Н. В. Носов. – Самара, 2008. – 135 с.
- 11 Чинёнов, С.Г, Расчёт и проектирование станочных приспособлений: учеб, пособие / С.Г.Чинёнов, Т.П. Чинёнова, М.В. Губин, и др. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2003. – 78 с.
- 12 Ансеров, М. А. Приспособления для металлорежущих станков / М. А. Ансёров. – М.: Машиностроение, 1964. – 650 с.
- 13 Семенченко, И. И. Проектирование металлорежущих инструментов / И. И. Семенченко, В. М. Матюшин, Г. Н. Сахаров. – Машиностроение, 1973. – 930 с.
- 14 Фрумин, Ю. Л. Высокопроизводительный резьбообразующий инструмент / Ю. Л. Фрумин. – М.: МАШГИЗ, 1963. – 278 с.
- 15 Решетников, Б.А. Проектирование механосборочных цехов: учеб, пособие/ Б.А. Решетников, В.Ю. Рогинский, С.В. Сергеев. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 1999. – 82 с.
- 16 Егоров, М. Е. Основы проектирования машиностроительных заводов / М. Е. Егоров. – 6-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 1969. – 480 с.

					<i>15.03.05.2018.125.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ Документа</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		137

