

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Южно-Уральский государственный университет
(национальный исследовательский университет)»
Политехнический институт
Факультет «Механико-технологический»
Кафедра «Машиностроение, автоматика и электроэнергетика»

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ
Заведующий кафедрой,
к.т.н, доцент
_____ В.Г. Некрутов
_____ 2017 г.

Участок механической обработки детали «Крышка 610.0.01.03.08.01»

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ
ЮУрГУ–15.03.05.2017.094.000 ПЗ ВКР

Консультанты
Безопасность жизнедеятельности,
к.т.н, доцент
_____ В.Г. Некрутов
_____ 2017 г.

Руководитель работы,
к.т.н, доцент
_____ А.В. Бобылев
_____ 2017 г.

Строительный раздел,
к.т.н, доцент
_____ Е.Н. Гордеев
_____ 2017 г.

Автор работы
студент группы ДО-410
_____ К.В. Рябов
_____ 2017 г.

Нормоконтролер,
профессор
_____ Б.А. Решетников
_____ 2017 г.

Челябинск 2017

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....		7
1 АНАЛИЗ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ		
1.1 Описание узла изделия. Служебное назначение детали.....		8
1.2 Анализ соответствия требований чертежа детали требованиям ее назначения.....		8
1.3 Сравнение отечественных и передовых зарубежных технологий и решений.....		8
1.4 Задачи проектирования.....		11
2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ		
2.1 Анализ технологичности детали и существующего техпроцесса.....		12
2.2 Разработка предлагаемого варианта техпроцесса		
2.2.1 Выбор вида и метода получения заготовки.....		13
2.2.2 Определение последовательности обработки поверхностей деталей.....		13
2.2.3 Выбор метода и определение количества переходов для обработки поверхностей детали.....		16
2.2.4 Формирование операций и составление маршрутной технологии.....		18
2.3 Размерный анализ разработанного технологического процесса..		22
2.4 Расчет режимов резания и нормирование технологических операций.....		56
3 КОНСТРУКТОРСКИЙ РАЗДЕЛ		
3.1 Проектирование сверлильного приспособления		
3.1.1 Разработка теоретической схемы базирования.....		70
3.1.2 Проектирование схемы приспособления.....		70
3.1.3 Расчёт элементов приспособления		71
3.1.4 Компоновка сверлильного приспособления		71
3.1.5 Расчет приспособления на точность.....		75
3.2 Проектирование фасонного резца.....		77
3.3 Проектирование приспособления для контроля торцового биения		
3.3.1 Разработка схемы замера.....		80
3.3.2 Проектирование схемы контрольного приспособления.....		80
3.3.3 Компоновка контрольного приспособления		81
3.3.4 Расчет контрольного приспособления на точность		81
4 СТРОИТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ		
4.1 Выбор и определение количества оборудования.....		84
4.2 Определение состава и количества работающих.....		86
4.3 Выбор типов транспортных средств.....		87
4.4 Расчет площадей для складирования заготовок и деталей.....		89
4.5 Выбор способа транспортирования стружки.....		90

					15.03.05.2017.094.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		5

4.6 Планировка оборудования и определение производственной площади.....	91
4.7 Выбор типа, формы и определение размеров здания.....	94
5 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ	
5.1 Определение категории тяжести труда при работе на проектируемом участке.....	98
5.2 Расчет естественного освещения участка	99
5.3 Мероприятия Организация средств коллективной защиты при чрезвычайных ситуациях.....	100
6 ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ.....	102
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	106
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	107

					15.03.05.2017.094.00.00 ПЗ	Лист
						6
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы

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

Цель проекта:

Сокращение времени обработки, повышение качества продукции, внедрение передовых современных технологий.

Задачами проектирования являются:

- разработать технологический процесс;
- спроектировать приспособление для сверления 8 отверстий;
- спроектировать фасонный резец;
- спроектировать приспособление для контроля торцового биения;
- определить категорию тяжести труда при работе на проектируемом участке;
- рассчитать естественное участка;
- рассмотреть организацию средств коллективной защиты при чрезвычайной ситуации;
- спроектировать участок механической обработки;
- рассчитать себестоимость изготовления детали.

Объект работы – создание участка механической обработки детали «Клапан».

Предмет работы – процесс проектирования участка механической обработки детали «Крышка».

									Лист
									7
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.05.2017.094.00.00 ПЗ				

1 АНАЛИЗ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ

1.1 Описание узла изделия. Служебное назначение детали

1.1.1 Назначение детали в узле

Деталь «Крышка», представленная на рисунке 1,1, входит в состав редуктора. Крышка защищает рабочий механизм редуктора от различных негативных воздействий.

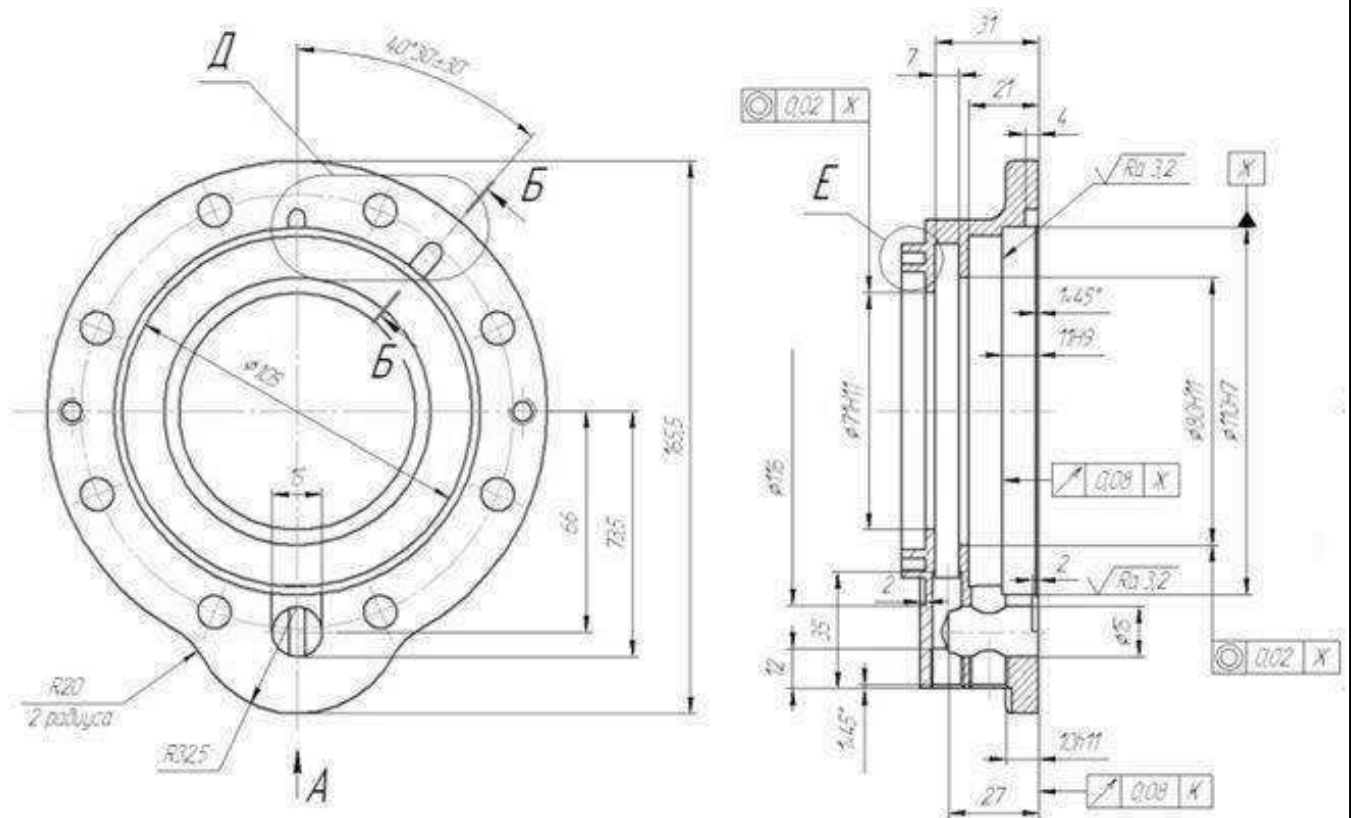


Рисунок 1.1 – Деталь

1.2 Анализ соответствия требований чертежа деталей требованиям ее назначения

Проанализировав диаметральные параметры деталей можно сделать вывод, что требования чертежей деталей соответствуют требованиям их назначения.

1.3 Сравнение отечественных и передовых зарубежных технологий и решений

Для обработки детали «Крышка» можно применить токарный станок с ЧПУ серии Microcut Challenger модели BNC-1840 компании BUFFALO MACHINERY CO., LTD (Тайвань). Станок изображен на рисунке 1.2, он имеет:

- горизонтальную станину из высококачественного чугуна марки «Механит», которая гарантирует высокую жесткость и виброустойчивость;
- прямоугольную форму направляющих;
- жесткость шпинделя обеспечивается 4-мя коническими двухрядными роликовыми подшипниками;
- высокоточные ШВП класса точности С3 со сдвоенной гайкой гарантируют высокую жесткость и точность;
- увеличенный диаметр ШВП по оси Z до 40 мм гарантирует стабильную работу станка на максимальных режимах резания;
- выемку в станине (ГАП) для обработки крупногабаритных деталей типа «диск»;
- высокую скорость вращения шпинделя – 4500 об/мин;
- большое отверстие в шпинделе;
- большой выбор револьверных головок;
- ось «С» и фрезерная функция значительно расширяют технологические возможности станка, позволяют производить фрезерование, осевое сверление и растачивание, нарезание резьбы и другие операции;
- все элементы электрического шкафа отвечают европейским нормам СЕ.



Рисунок 1.2 – Токарный станок с ЧПУ серии Microcut Challenger модели BNC-1840

Стандартная комплектация:

- Русифицированная система ЧПУ Siemens 802DSL;
- Горизонтальная 8-ми позиционная револьверная головка;
- 3-х кулачковый ручной патрон Ш200 мм (Ш отверстия в патроне – 55 мм);
- Порт RS-232 и слот для карты памяти;

										Лист
										9
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.05.2017.094.00.00 ПЗ					

- Электронные штурвалы осей X и Z;
- Задняя бабка с ручным приводом выдвижения пиноли;
- Автоматическая система смазки направляющих;
- Теплообменник электрошкафа;
- Система подачи СОЖ;
- Защитные кожуха для ограждения рабочей зоны;
- Поддон для сбора стружки;
- Комплект выравнивающих опор;
- Комплект инструмента для обслуживания станка;
- Руководство по эксплуатации станка на русском языке.

Дополнительные аксессуары:

- Люнет (20 ~ 200 мм);
- Люнет (10 ~ 100 мм);
- Гидравлический патрон и системы;
- Электронный 4-х инструмент сообщение;
- Конвейер и записывающее устройства;
- 11/16 кВт мотор шпинделя;
- V8 башни (25 мм инструментов);
- Гидравлика.

Передняя бабка, как и станина, спроектирована с использованием систем САЕ таким образом, чтобы обеспечить наилучший отвод тепла. Для обеспечения высокой жесткости и стабильной работы, шпиндель устанавливается на усиленные двух рядные роликовые подшипники. Через внутренне отверстие шпинделя возможна подача прутков диаметром Ø76 мм. Точность вращения по окружности 0,62 мкм.

Цельная, литая станина из мелкозернистого чугуна МЕЕНАНТЕ имеет специфическую конструкцию, дополненную ребрами жесткости, для обеспечения высокой стабильности и износостойкости. Для снижения действия силы резания на инструмент, револьверную головку и станину, последняя спроектирована под углом 45°.

Приводная 12-ти позиционная револьверная головка BARUFFALDI (опция), оснащенная высокоскоростным серво приводом мощностью 3,7 кВт. Гидравлическая система поворот револьверной головки, выполняющая смену соседних инструментов - 0,2 сек; на смену противоположных инструментов - 0,9 сек. Револьверная головка соединяется с магнитным датчиком С8 для возможности выполнения операций фрезерования, сверления, нарезания резьбы за одну установку детали. Револьверная головка имеет функцию подачи СОЖ через инструмент.

Гидравлическая револьверная головка на 10-ть позиций за счет применения высокомоментного гидравлического мотора DANFOSS поворачивает и позиционирует инструмент за 0,3 секунды.

Как опция, возможна установка 12-ти позиционной револьверной головкой с сервоприводом (дополнительная ось С).

											15.03.05.2017.094.00.00 ПЗ	Лист
												10
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата								

Привод осей X/2 осуществляется через усиленную высокоточную шарико-винтовую пару С2 производства Германии, установленную на шариковых подшипниках класса Р4, обеспечивая высокую точность позиционирования до 5 мкм и шероховатость поверхности Ка 0,27 мкм. Станок оснащен системой автоматической смазки направляющих всех осей.

Задняя бабка имеет жесткую конструкцию и оснащается пинолью диаметром 85 мм и конусом МТ-5. Для повышения эффективности станка, задняя бабка имеет возможность перемещаться по направляющим - 580 мм. Перемещение пиноли осуществляется при помощи гидравлики, обеспечивая надежное закрепление длинных заготовок.

Подача смазочной охлаждающей жидкости осуществляется через инструмент от помпы высокого давления (Европейского производства), что позволяет достигнуть мощного напора, постоянное давление, и как следствие, высокую эффективность охлаждения.

Стоимость станка составляет 2,5 млн.руб. Приобретение данного станка является не целесообразным, в связи с высокой стоимостью. Поэтому для групповой обработки данной детали используем станки отечественных производителей.

1.4 Задачи проектирования

Задачами проектирования являются:

- разработать технологический процесс;
- спроектировать приспособление сверлильное;
- спроектировать фасонный призматический резец
- спроектировать приспособление для контроля торцового биения;
- спроектировать участок механической обработки;
- разработать мероприятия по оздоровлению воздушной среды на производственном участке;
- произвести расчет условий эвакуации людей при пожаре;
- разработать мероприятия по уменьшению последствий ураганов и бурь;
- рассчитать себестоимость изготовления детали.

									Лист
									11
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.05.2017.094.00.00 ПЗ				

2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

2.1 Анализ технологичности детали и существующего технологического процесса

В результате анализа технологичности детали, в соответствии с рисунком 2.1, не выявлено возможных трудностей обеспечения параметров шероховатости поверхностей, размеров, форм и расположения поверхностей.

Требования точности заданы обосновано. В целом деталь технологична, конфигурация детали дает возможность применения высокопроизводительных технологических методов, возможность нормального входа и выхода режущего инструмента.

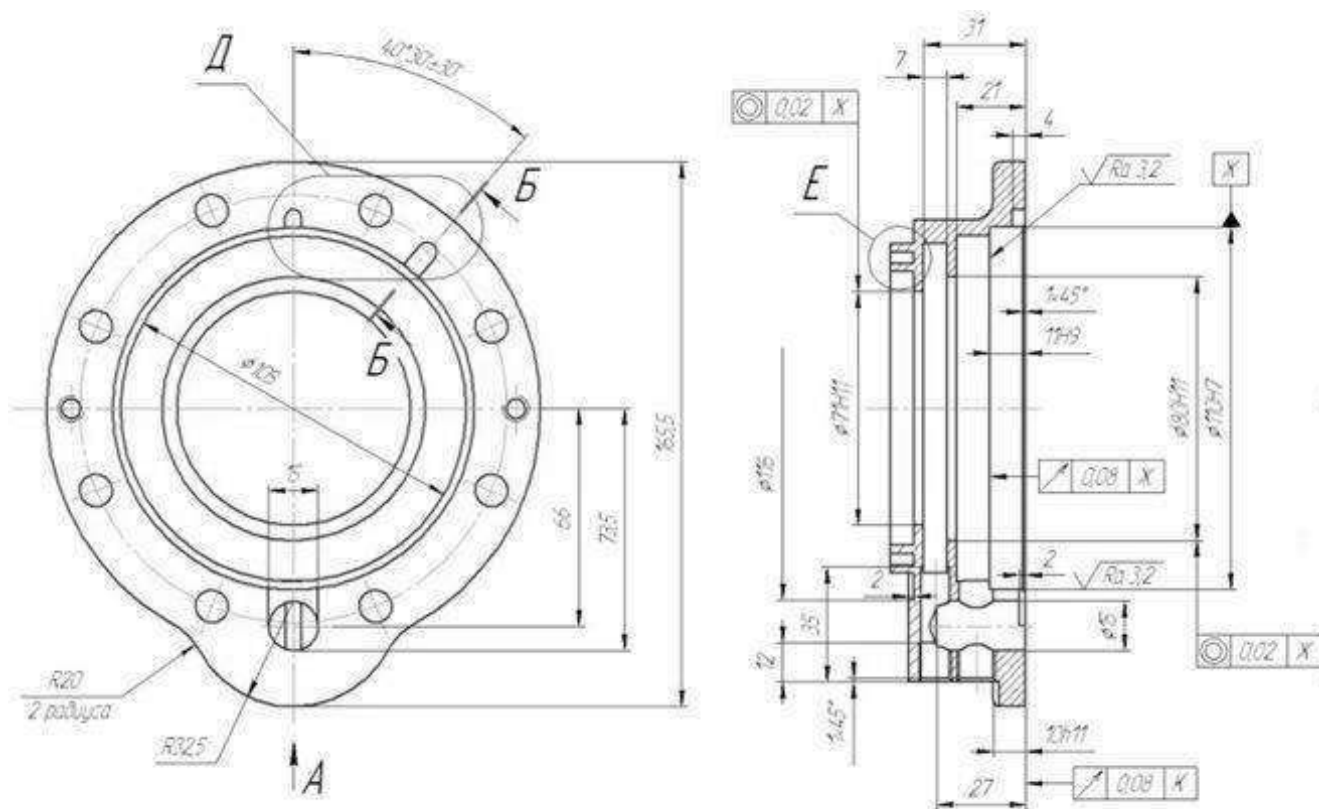


Рисунок 2.1 – Деталь

В ходе анализа технологического процесса выявлены следующие недостатки:

- использование универсального оборудования;
- применение универсальной оснастки.

Для устранения существующих недостатков предлагается:

- применить для закрепления заготовок сверлильное приспособление;
- использовать для контроля торцового биения специальное приспособление.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

15.03.05.2017.094.00.00 ПЗ

Лист

12

2.2 Разработка предлагаемого варианта технологического процесса

2.2.1 Выбор вида и метода получения заготовки

Выбор заготовки для дальнейшей механической обработки является одним из главных вопросов проектирования процесса изготовления детали.

В качестве заготовки для детали «Крышка» выбираем поковку, полученную на молоте. Это связано с тем, что для изготовления данной детали не целесообразно применять такие виды заготовок как: пруток, отливка.

Квалитет допуска размера поковки IT14, шероховатость заготовки $Rz^{заг} = 200$ мкм, дефектный слой $\Gamma^{заг} = 250$ мкм [1].

Поковка позволяет получить заготовки близкие по конфигурации к готовой детали. Поковку производят, как правило, из проката круглого профиля повышенной точности.

Форма заготовки приведена в соответствии с рисунком 2.2.

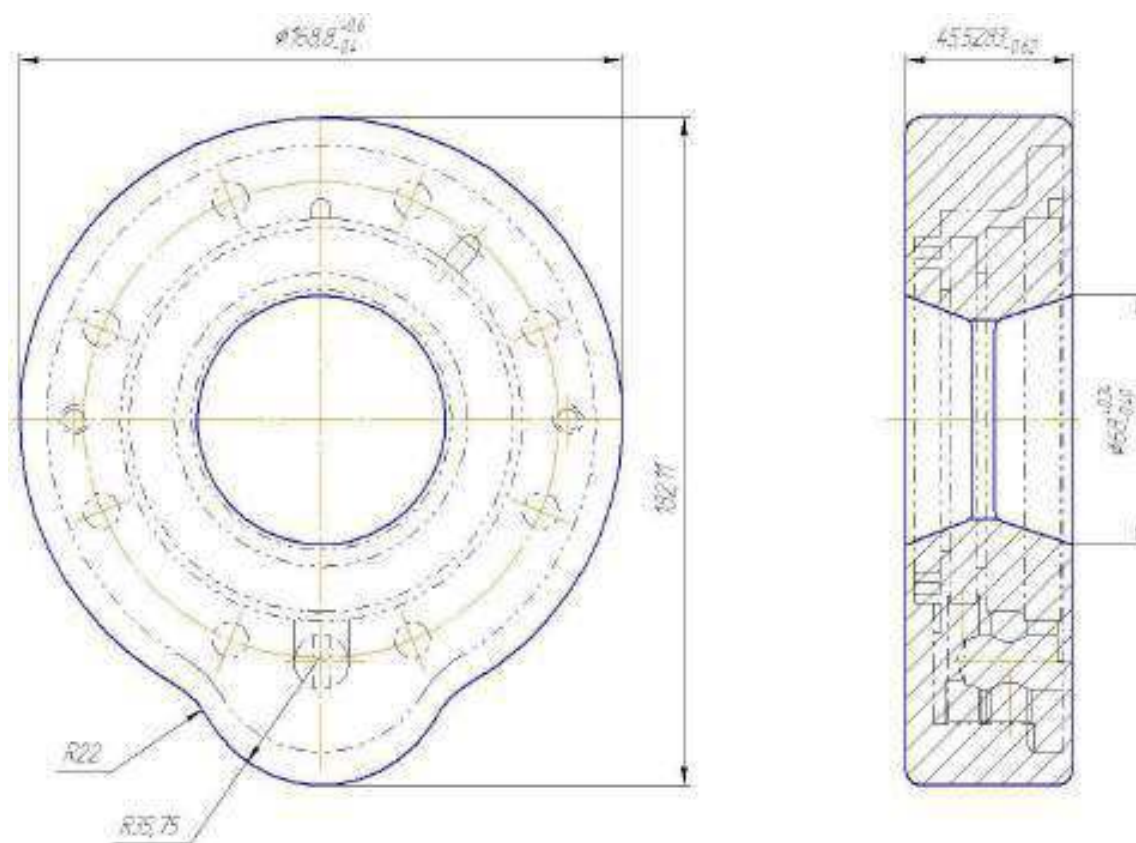


Рисунок 2.2 – Форма заготовки

2.2.2 Определение последовательности обработки поверхностей деталей

На первых операциях необходимо обработать поверхности, которые используются в качестве основных технологических баз на следующих операциях.

									Лист
									13
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.05.2017.094.00.00 ПЗ				

Сначала производим черновую обработку поверхностей, получистовые и чистовые переходы совмещаем в одной операции.

Для определения последовательности обработки принимаются базовые поверхности. Принятые базовые поверхности для детали «Крышка» показаны в таблице 2.1.

Таблица 2.1 – Определение базовых поверхностей

Основная поверхность	Функциональная поверхность	Вспомогательная поверхность
Отверстие $\varnothing 110H7$, правый торец размера $41h14$	Отверстие $\varnothing 110H7$	Остальные поверхности

Последовательность обработки детали «Крышка» [1], с учетом принятых базовых поверхностей, отражена в таблице 2.2.

Таблица 2.2 – Последовательность обработки детали «Крышка»

Порядок операций	Базовые поверхности	Содержание операции
1	$\varnothing 71H11$ и правый торец размера $41h14$	Предварительная обработка левого торца размера $41h14$, $\varnothing 165,5h14$
2	$\varnothing 165,5h14$ и левый торец размера $41h14$	Предварительная обработка правого торца размера $41h14$, $\varnothing 110H7$, $\varnothing 80H11$, $\varnothing 105H14$, $\varnothing 71H11$, $\varnothing 100H14$, левого торца размера $11H9$, левого торца размера $21\pm 0,2$, левого и правого торцев размера $7\pm 0,2$, левого торца размера $31\pm 0,3$
3	$\varnothing 71H11$ и правый торец размера $41h14$	Окончательная обработка левого торца размера $41h14$, $\varnothing 165,5h14$
4	$\varnothing 165,5h14$ и правый торец размера $41h14$	Предварительная обработка $\varnothing 116H14$, $\varnothing 101h11$, $\varnothing 95H11$, $\varnothing 89h11$, $\varnothing 83H11$, правого торца размера $2\pm 0,1$, правого торца размера $7\pm 0,2$, левого торца размера $34h14$

Продолжение таблицы 2.2

5	Ø165,5h14 и левый торец размера 41h14	Окончательная обработка правого торца размера 41h14, Ø110H7, Ø80H11, Ø105H14, Ø71H11, Ø100H14, левого торца размера 11H9, левого торца размера 21±0,2, левого и правого торцев размера 7±0,2, левого торца размера 31±0,3, фаски 1x45 ⁰
6	Ø165,5h14 и правый торец размера 41h14	Окончательная обработка Ø116H14, Ø101h11, Ø95H11, Ø89h11, Ø83H11, правого торца размера 2±0,1, правого торца размера 7±0,2, левого торца размера 34h14
7	Ø83H11 и левый торец размера 34h14	Обработка отверстия Ø15H14, левого торца размера 27±0,2
8	Ø165,5 и левый торец размера 34h14	Обработка паза 15±0,2, левого торца размера 2±0,1, левого торца размера 73,5±0,3. Обработка паза 5±0,1, радиуса R2,5, правого торца размера 5,5±0,1, левого торца размера 4±0,1. Обработка паза 6±0,1, радиуса R3, правого торца размера 10,5±0,2, правого торца размера 4±0,1
9	Ø110H7 и правый торец размера 41h14, Ø15H14	Обработка контура в размеры Ø150h14, 2-х радиусов R20, радиуса R32,5. Обработка контура в размеры Ø114,5h14, 4-х радиусов R6, 23h14, 26±1, 10h11. Обработка левого торца размера 83±0,3, левого торца размера 8±0,2. Сверлить 8 отверстий Ø9H13. Обработка левого размера 0,5, Ø15H14.

										Лист
										15
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.05.2017.094.00.00 ПЗ					

Продолжение таблицы 2.2

		Сверлить и нарезать резьбу в 2-х отверстиях М8-6Н, фаску 1x45°.
10	Ø114,5h14 и левый торец размера 41h14	Сверление и нарезание резьбы в в отверстиях М12x1,5-6Н. Сверление и нарезание резьбы в в отверстиях М10x1-6Н. Обработка правого торца размера 35±0,3, обработка правого торца размера 12±0,2. Обработка фаски 1x45.

2.2.3 Определение количества переходов для обработки поверхностей детали, количество переходов представлено в таблице 2.3.

Таблица 2.3 – Количество переходов для обработки поверхностей детали «Крышка»

Поверхность	Шероховатость Ra, мкм.	Переходы		
		Наименование	Квалитет допуска	Шероховатость, Ra, мкм.
Плоские поверхности				
1. Размер 83±0,3 (правый торец)	12,5	Фрезерование: черновое чистовое	13 10	25 6,3
2. Размер 41h14 (правый торец)	12,5	Торцевое точение: черновое получистовое чистовое	14 12 9	50 25 6,3
3. Размер 41h14 (левый торец)	12,5	См. п. 2		
4. Размер 34 ±0,3 (левый торец)	12,5	См. п. 2		
5. Размер 26±1 (левый торец)	12,5	См. п. 1		
6. Размер 23h14 (правый торец)	12,5	См. п. 1		
7. Размер 23h14 (левый торец)	12,5	См. п. 1		
8. Размер 21±0,2 (левый торец)	12,5	См. п. 2		

Продолжение таблицы 2.3

9. Размер 15±0,2 (левый и правый торцы)	12,5	См. п. 1		
10. Размер 11Н9 (левый торец)	3,2	Торцевое точение: черновое получистовое чистовое тонкое	14 12 9 7	50 25 6,3 1,6
11. Размер 10h11 (левый торец)	12,5	См. п. 1		
12. Размер 8±0,2 (левый торец)	12,5	См. п. 1		
13. Размер 7±0,2 (правый торец) (для Ø100)	12,5	См. п. 2		
14. Размер 7±0,2 (левый торец) (для Ø100)	12,5	См. п. 2		
15. Размер 7±0,2 (правый торец) (для Ø95, Ø89, Ø83)	12,5	См. п. 2		
16. Размер 6±0,1 (левый и правый торцы)	12,5	См. п. 1		
17. Размер 5±0,1 (левый и правый торцы)	12,5	См. п. 1		
18. Размер 2±0,1 (правый торец) (для Ø116)	12,5	См. п. 2		
Наружные цилиндрические поверхности				
19. 165,5±0,5	12,5	Обтачивание: черновое получистовое	12 11	25 12,5
20. Ø150h14	12,5	См. п. 1		
21. Ø114,5h14	12,5	См. п. 1		
22. Ø101h11	12,5	См. п. 19		
Отверстия				

Продолжение таблицы 2.3

23. $\varnothing 116H14$	12,5	Растачивание: черновое получистовое	12 10	25 6,3
24. $\varnothing 110H7$	3,2	Растачивание: черновое получистовое чистовое тонкое	12 10 9 7	25 6,3 3,2 0,8
25. 105H14	12,5	См. п. 23		
26. $\varnothing 100H14$	12,5	См. п. 23		
27. $\varnothing 95H11$ и $\varnothing 89h11$	12,5	См. п. 23		
28. $\varnothing 83H11$	12,5	См. п. 23		
29. $\varnothing 80H11$	12,5	См. п. 23		
30. $\varnothing 71H11$	12,5	См. п. 23		
31. $\varnothing 15H14$ (для паза $15\pm 0,2$)	12,5	Сверление	12	25
32. $\varnothing 15H14$ (для паза 0,5)	12,5	Фрезерование: черновое	13	25
33. M12x1,5-6H	12,5	Сверление Нарезание резьбы метчиком	12 7	25 12,5
34. M10x1-6H	12,5	Сверление Нарезание резьбы метчиком	12 7	25 12,5
35. $\varnothing 9H13$	12,5	Сверление	12	25
36. M8-6H	6,3	Сверление Нарезание резьбы метчиком	12 7	25 12,5

2.2.4 Формирование операций

Формирование операций для детали «Крышка» приведено в таблице 2.4 [2].

					15.03.05.2017.094.00.00 ПЗ	Лист
						18
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Таблица 2.4 - Формирование операций

№ операции	Код	Наименование операции, мод. оборудования	Содержание операции
05	4233	Токарная с ЧПУ, мод. NEF 400	Позиция I
			Точение черновое левого торца размера 41, обтачивание черновое поверхности 165,5
10	4233	Токарная с ЧПУ, мод. NEF 400	Позиция I
			Точение черновое правого торца размера 41
			Позиция II
			Растачивание черновое отверстий $\varnothing 110$, $\varnothing 105$, $\varnothing 71$, точение черновое левого торца размера 11, левого торца размера 21
			Позиция III
			Растачивание черновое отверстия $\varnothing 100$, точение черновое левого и правого торцев размера 7, растачивание черновое отверстия $\varnothing 80$, точение черновое левого торца размера 31
15	4233	Токарная с ЧПУ, мод. NEF 400	Позиция I
			Точение получистовое и чистовое левого торца размера 41, обтачивание получистовое поверхности 165,5
20	4233	Токарная с ЧПУ, мод. NEF 400	Позиция I
			Обтачивание черновое поверхности $\varnothing 101$, точение черновое левого торца размера 34
			Позиция II
			Растачивание черновое выточки $\varnothing 116$, точение черновое правого торца размера 2, растачивание черновое отверстия $\varnothing 83$, точение черновое правого торца размера 7
			Позиция III
			Точение черновое выточки $\varnothing 95$ и $\varnothing 89$, точение черновое правого торца размера 7

Продолжение таблицы 2.4

25	4233	Токарная с ЧПУ, мод. NEF 400	Позиция I
			Точение получистовое и чистовое правого торца размера 41
			Позиция II
			Растачивание получистовое и чистовое отверстия $\varnothing 110$, растачивание получистовое отверстия $\varnothing 105$, растачивание получистовое отверстия $\varnothing 80$, точение получистовое и чистовое левого торца размера 11, точение получистовое и чистовое левого торца размера 21
			Позиция III
			Растачивание получистовое отверстия $\varnothing 100$, точение получистовое и чистовое левого и правого торцев размера 7, получистовое и чистовое левого торца размера 31
30	4233	Токарная с ЧПУ, мод. NEF 400	Позиция I
			Обтачивание получистовое поверхности $\varnothing 101$, точение получистовое и чистовое левого торца размера 34
			Позиция II
			Растачивание получистовое выточки $\varnothing 116$, точение получистовое правого торца размера 2, растачивание получистовое отверстия $\varnothing 83$, точение получистовое и чистовое правого торца размера 7, растачивание получистовое отверстия $\varnothing 71$
			Позиция III
			Точение получистовое выточки $\varnothing 95$ и $\varnothing 89$, точение получистовое и чистовое правого торца размера 7
35	4233	Токарная с ЧПУ, мод. NEF 400	Позиция I
			Растачивание тонкое отверстия $\varnothing 110$, точение тонкое левого торца размера 11, точение фаски 1×45^0

Продолжение таблицы 2.4

40	4214	Сверлиль- ная, мод.2170	1. Сверление отверстия $\varnothing 15$
45	4234	Фрезерная с ЧПУ, Обрабатывающий центр СПФ- 500AB	Позиция I
			Фрезерование черновое паза 15
			Позиция II
			Фрезерование чистовое паза 15
			Позиция III
			Фрезерование черновое паза 5
			Позиция IV
			Фрезерование чистовое паза 5
			Позиция V
			Фрезерование черновое паза 6
			Позиция VI
Фрезерование чистовое паза 6			
50	4234	Фрезерная с ЧПУ, Обрабатывающий центр СПФ-500AB	Позиция I
			Фрезерование черновое $\varnothing 150$
			Позиция II
			Фрезерование чистовое $\varnothing 150$
			Позиция III
			Фрезерование черновое $\varnothing 114,5$, левого и правого торцев размера 23, левого торца размера 26, левого торца размера 10, правого торца размера 83, левого торца размера 8
			Позиция IV
			Фрезерование чистовое $\varnothing 114,5$, левого и правого торцев размера 23, левого торца размера 26, левого торца размера 10, правого торца размера 83, левого торца размера 8
			Позиция V
			Сверление 8-ми отверстий $\varnothing 9$
			Позиция VI
			Фрезерование черновое 8-ми отверстий до $\varnothing 15$
			Позиция VII
			Сверление 2-х отверстий $\varnothing 6,7$ (под резьбу М8), зенкование 2-х фасок 1x45
Позиция VIII			
Нарезание резьбы метчиком М8 в двух отверстиях			

Продолжение таблицы 2.4

55	4232	Сверлильная с ЧПУ, Обрабатывающий центр СПФ- 500AB	Позиция I
			1. Сверление отверстия $\varnothing 9$ (под резьбу M10)
			Позиция II
			2. Сверление отверстия $\varnothing 10,5$ (под резьбу M12)
			Позиция III
			3. Зенкование 2-х фасок 1x45
			Позиция IV
			4. Нарезание резьбы метчиком M10
			Позиция V
5. Нарезание резьбы метчиком M12			
60	0108	Слесарная, верстак слесарный	
65	0180	Маркировка, верстак слесарный	
70	0260	Контро льная	

2.3 Размерный анализ технологического процесса

Размерный анализ выполняют в следующей последовательности [3]:

а) преобразование чертежа детали в двух проекциях, на ось OX и ось OZ в системе координат XOZ;

б) намечаем маршрут обработки детали по операциям;

в) вычерчиваем размерные схемы;

д) записываем уравнения размерных цепей и производим их расчет.

Преобразованный чертеж детали показан в трех проекциях: по оси OX – в соответствии с рисунком 2.3, по оси OZ – в соответствии с рисунком 2.4.

Технологический маршрут обработки детали представлен в таблице 2.5.

На основании таблицы 2.5 вычерчиваем размерные схемы в соответствии с рисунками 2.5, 2.6, а так же схему пространственных отклонений в соответствии с рисунком 2.7.

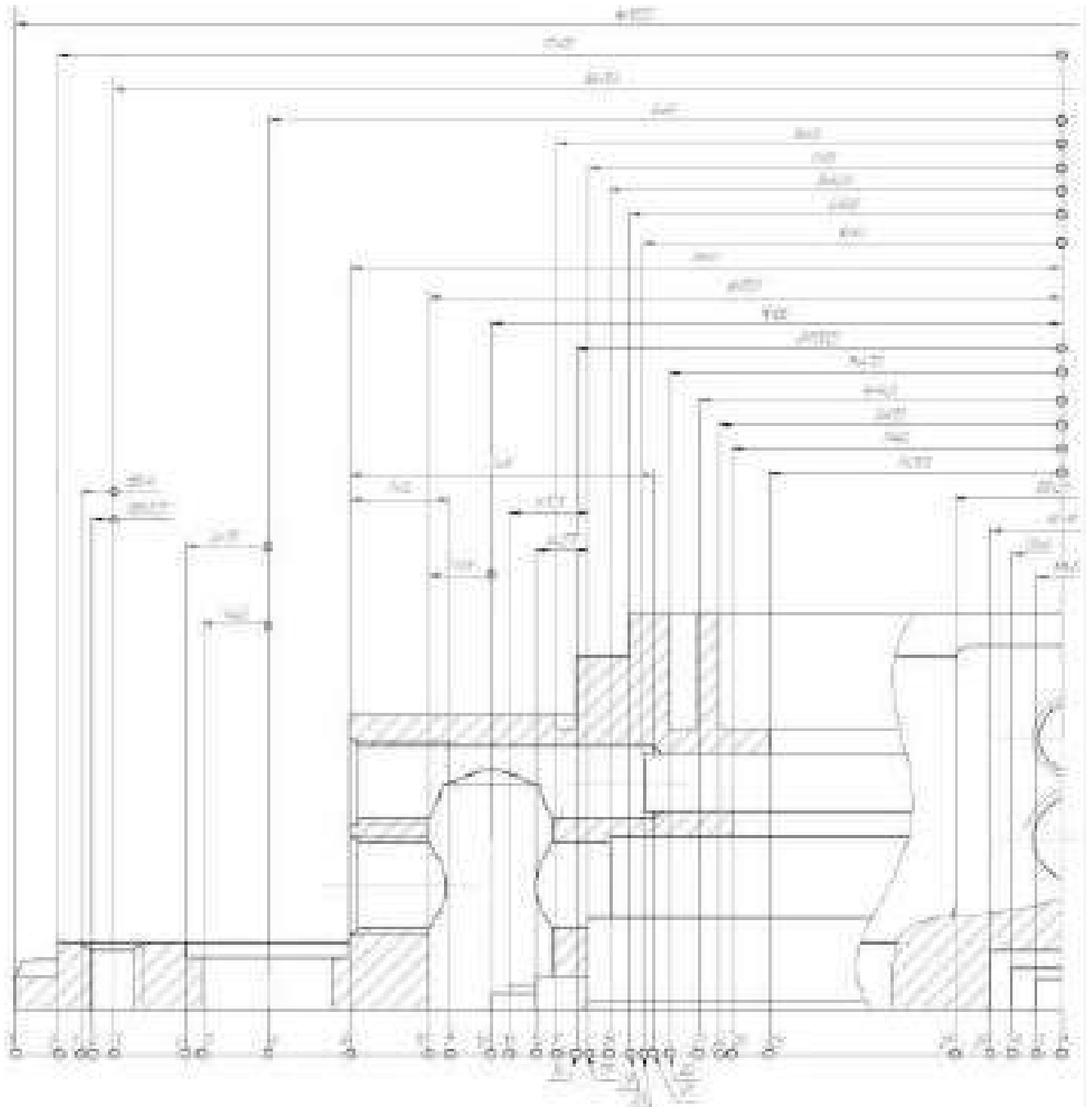


Рисунок 2.3 – Преобразованный чертёж детали на ось OX

					15.03.05.2017.094.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		23

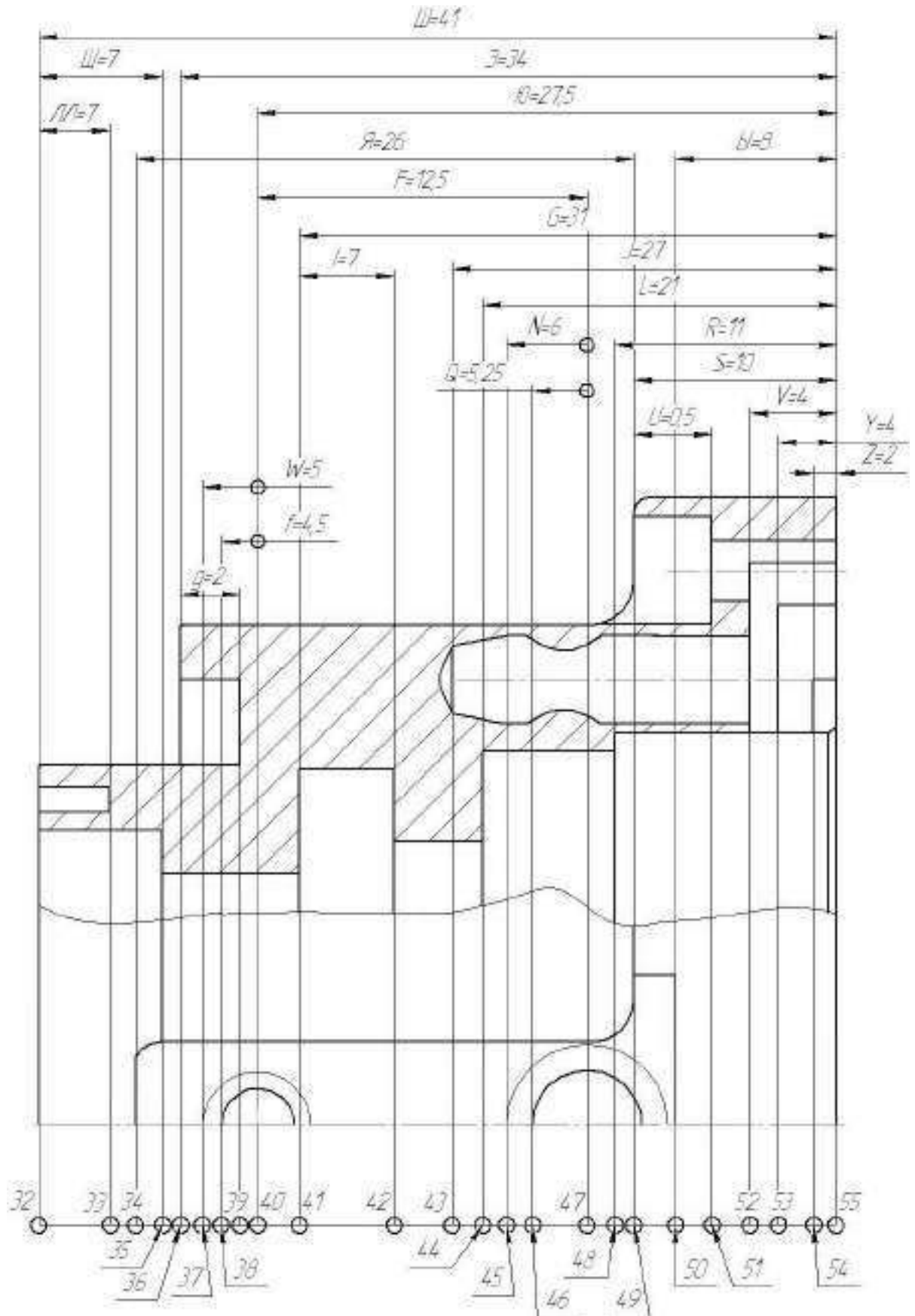


Рисунок 2.4 – Преобразованный чертёж детали на ось OZ

				Лист
				24
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

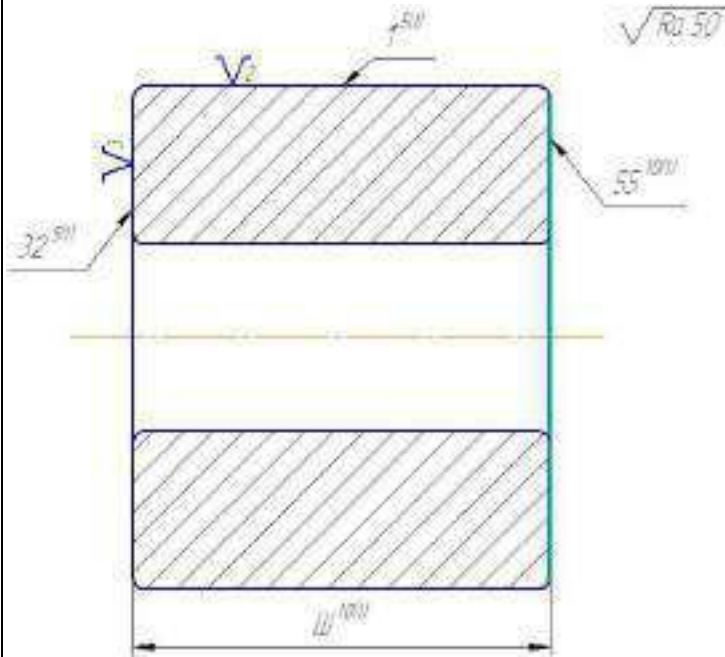
15.03.05.2017.094.00.00 ПЗ

Таблица 2.5 – Технологический маршрут обработки детали

№ и наименование операции	Эскиз	Допуски и технические требования, мм
<p>00 Заготовительная</p>		<p>$TШ^0 = 0,62$ $T2P^0 = 0,74$ $T2A^0 = 1,0$ $◎ 1^0, 26^0 = 1,2$ $⊥ 1^0, 32^0 = 0,8$ $⊥ 1^0, 55^0 = 0,8$</p>
<p>05 Токарная с ЧПУ, I позиция</p>		<p>$TШ^{5(1)} = TШ_{табл}^{5(1)} + \Delta_{55^0}$ $TШ^{5(1)} = 0,62 + 0,8 = 1,42$ $T2A^{5(1)} = 0,4$ $◎ 1^{5(1)}, 26^0 = 0,5$ $⊥ 1^{5(1)}, 32^{5(1)} = 0,8$</p>

Продолжение таблицы 2.5

10
Токарная с ЧПУ,
I позиция

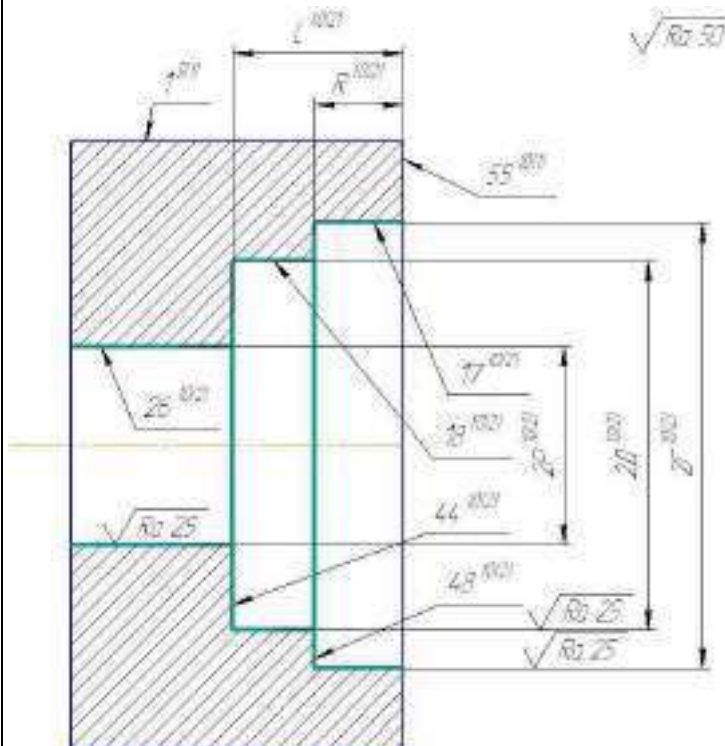


$$TШ^{10(1)} = TШ_{\text{табл}}^{10(1)} + \Delta_{32^{5(1)}}$$

$$TШ^{10(1)} = 0,62 + 0,8 = 1,42$$

$$\perp 55^{10(1)}, 1^{5(1)} = 0,8$$

10
Токарная с ЧПУ,
II позиция



$$TL^{10(2)} = TL_{\text{табл}}^{10(2)}$$

$$TL^{10(2)} = 0,52$$

$$TR^{10(2)} = TR_{\text{табл}}^{10(2)}$$

$$TR^{10(2)} = 0,36$$

$$T2P^{10(2)} = 0,3$$

$$T2Д^{10(2)} = 0,35$$

$$T2Г^{10(2)} = 0,35$$

$$\odot 17^{10(2)}, 1^{5(1)} = 0,4$$

$$\odot 18^{10(2)}, 1^{5(1)} = 0,4$$

$$\odot 26^{10(2)}, 1^{5(1)} = 0,4$$

$$\perp 48^{10(2)}, 55^{10(1)} = 0,2$$

$$\perp 44^{10(2)}, 55^{10(1)} = 0,25$$

Продолжение таблицы 2.5

<p>10 Токарная с ЧПУ, III позиция</p>		<p> $TG^{10(3)} = TG_{\text{табл}}^{10(3)}$ $TG^{10(3)} = 0,62$ $TI^{10(3)} = 0,36$ $T2П^{10(3)} = 0,35$ $T2Ж^{10(3)} = 0,35$ $\odot 20^{10(3)}, 26^{10(2)} = 0,4$ $\odot 25^{10(3)}, 26^{10(2)} = 0,4$ </p>
<p>15 Токарная с ЧПУ, I позиция</p>		<p> $TШ^{15(1)} = TШ_{\text{табл}}^{15(1)} + \Delta_{55^{10(1)}}$ $TШ^{15(1)} = 0,062 + 0,8 = 0,862$ $T2A^{15(1)} = 0,11$ $\odot 1^{15(1)}, 17^{10(2)} = 0,3$ $\perp 1^{15(1)}, 32^{15(1)} = 0,2$ </p>

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

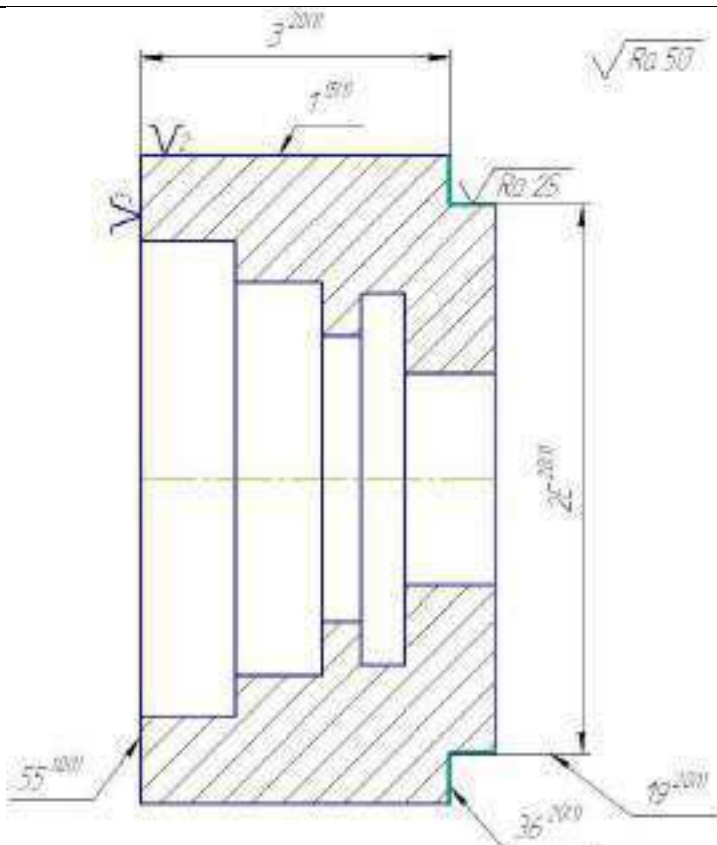
15.03.05.2017.094.00.00 ПЗ

Лист

27

Продолжение таблицы 2.5

20
Токарная с ЧПУ,
I позиция



$$TЭ^{20(1)} = TЭ_{\text{табл}}^{20(1)} + \Delta_{55^{10(1)}}$$

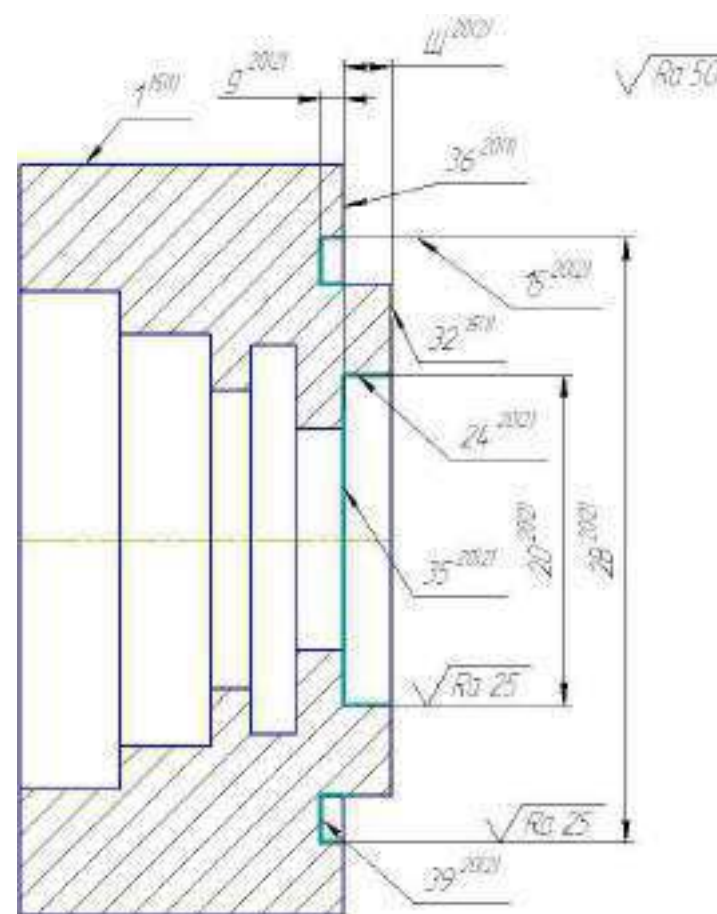
$$TЭ^{20(1)} = 0,62 + 0,8 = 1,42$$

$$T2E^{20(1)} = 0,35$$

$$\odot 19^{20(1)}, 1^{15(1)} = 0,4$$

$$\perp 19^{20(1)}, 36^{20(1)} = 0,16$$

20
Токарная с ЧПУ,
II позиция



$$TЩ^{20(2)} = TЩ_{\text{табл}}^{20(2)}$$

$$TЩ^{20(2)} = 0,36$$

$$Tg^{20(2)} = Tg_{\text{табл}}^{20(2)}$$

$$Tg^{20(2)} = 0,25$$

$$T2O^{20(2)} = 0,35$$

$$T2B^{20(2)} = 0,4$$

$$\odot 24^{20(2)}, 1^{15(1)} = 0,4$$

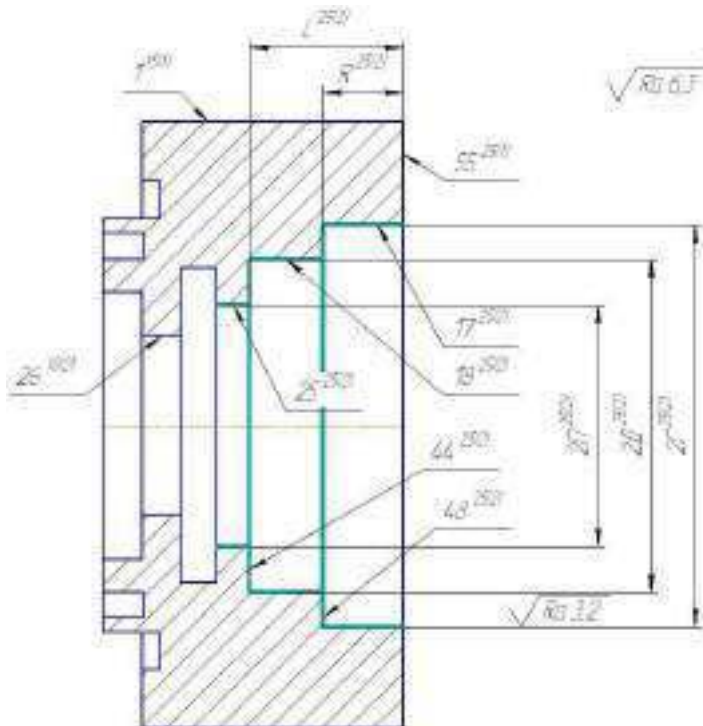
$$\odot 15^{20(2)}, 19^{20(1)} = 0,4$$

Продолжение таблицы 2.5

<p>20 Токарная с ЧПУ, Ш позиция</p>		<p>$T_{ЛЛ}^{20(3)} = T_{ЛЛ}_{табл}^{20(3)}$ $T_{ЛЛ}^{20(3)} = 0,36$ $T_{2H}^{20(3)} = 0,35$ $T_{2M}^{20(3)} = 0,35$ $\odot 22^{20(3)}, 1^{15(1)} = 0,4$ $\odot 23^{20(3)}, 1^{15(1)} = 0,4$</p>
<p>25 Токарная с ЧПУ, I позиция</p>		<p>$T_{Ш}^{25(1)} = T_{Ш}_{табл}^{25(1)} + \Delta_{32^{15(1)}}$ $T_{Ш}^{25(1)} = 0,062 + 0,2 = 0,262$ $\perp 55^{25(1)}, 1^{15(1)} = 0,08$</p>

Продолжение таблицы 2.5

25
Токарная с ЧПУ,
II позиция



$$TL^{25(2)} = TL_{\text{табл}}^{25(2)}$$

$$TL^{25(2)} = 0,052$$

$$TR^{25(2)} = TR_{\text{табл}}^{25(2)}$$

$$TR^{25(2)} = 0,043$$

$$T2П^{25(2)} = 0,14$$

$$T2Д^{25(2)} = 0,14$$

$$T2Г^{25(2)} = 0,087$$

$$\odot 17^{25(2)}, 1^{15(1)} = 0,1$$

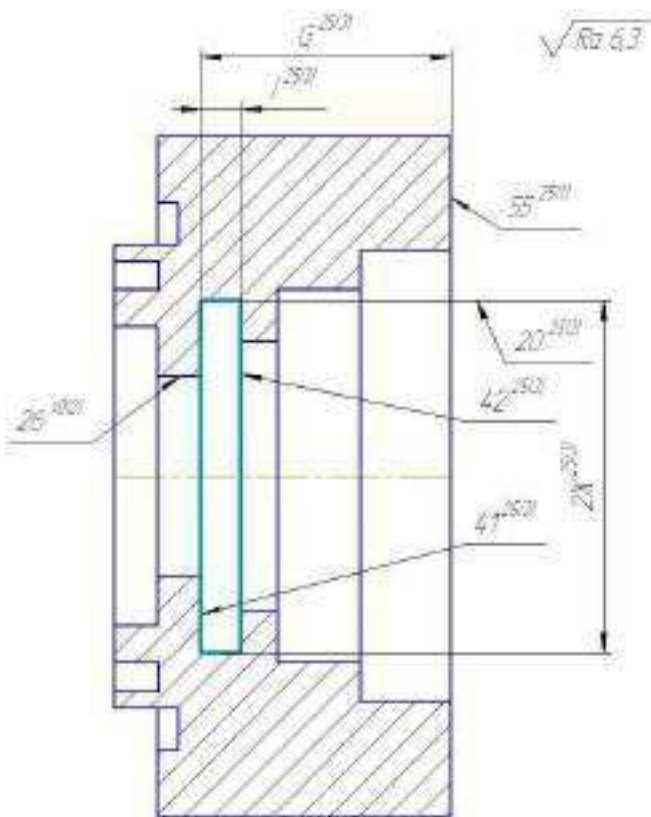
$$\odot 18^{25(2)}, 1^{15(1)} = 0,16$$

$$\odot 25^{25(2)}, 26^{10(2)} = 0,16$$

$$\perp 48^{25(2)}, 55^{25(1)} = 0,02$$

$$\perp 44^{25(2)}, 55^{25(1)} = 0,025$$

25
Токарная с ЧПУ,
III позиция



$$TG^{25(3)} = TG_{\text{табл}}^{25(3)}$$

$$TG^{25(3)} = 0,062$$

$$TI^{25(3)} = 0,036$$

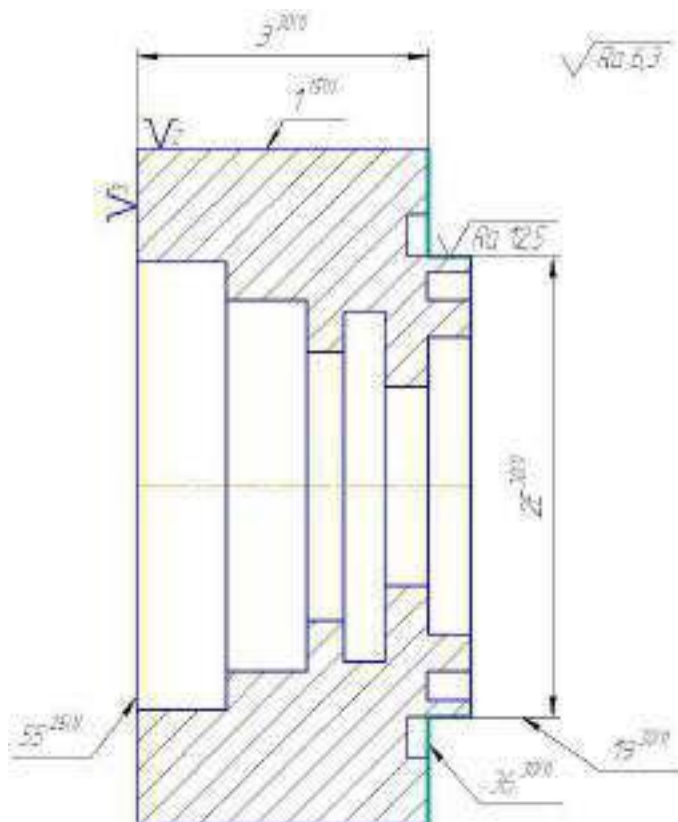
$$T2Ж^{25(3)} = 0,14$$

$$\odot 20^{25(3)}, 26^{10(2)} = 0,16$$

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

Продолжение таблицы 2.5

30
Токарная с ЧПУ,
I позиция



$$TЭ^{30(1)} = TЭ_{\text{табл}}^{30(1)}$$

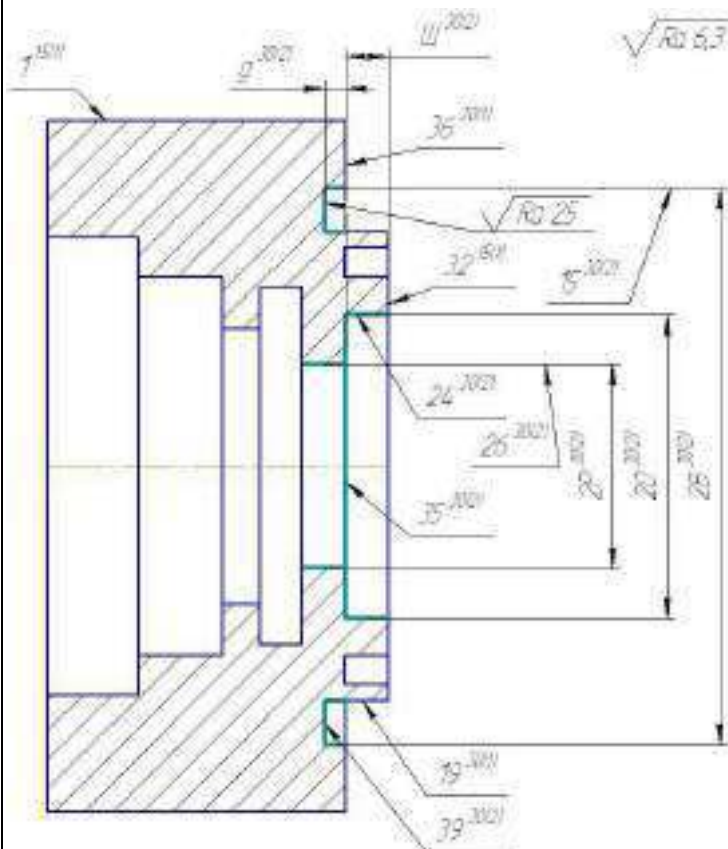
$$TЭ^{30(1)} = 0,062$$

$$T2E^{30(1)} = 0,22$$

$$\odot 19^{30(1)}, 1^{15(1)} = 0,25$$

$$\perp 19^{30(1)}, 36^{30(1)} = 0,016$$

30
Токарная с ЧПУ,
II позиция



$$TЩ^{30(2)} = TЩ_{\text{табл}}^{30(2)}$$

$$TЩ^{30(2)} = 0,036$$

$$Tg^{30(2)} = Tg_{\text{табл}}^{30(2)}$$

$$Tg^{30(2)} = 0,1$$

$$T2P^{30(2)} = 0,12$$

$$T2O^{30(2)} = 0,14$$

$$T2B^{30(2)} = 0,14$$

$$\odot 26^{30(2)}, 1^{15(1)} = 0,16$$

$$\odot 24^{30(2)}, 1^{15(1)} = 0,16$$

$$\odot 15^{30(2)}, 19^{30(1)} = 0,16$$

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

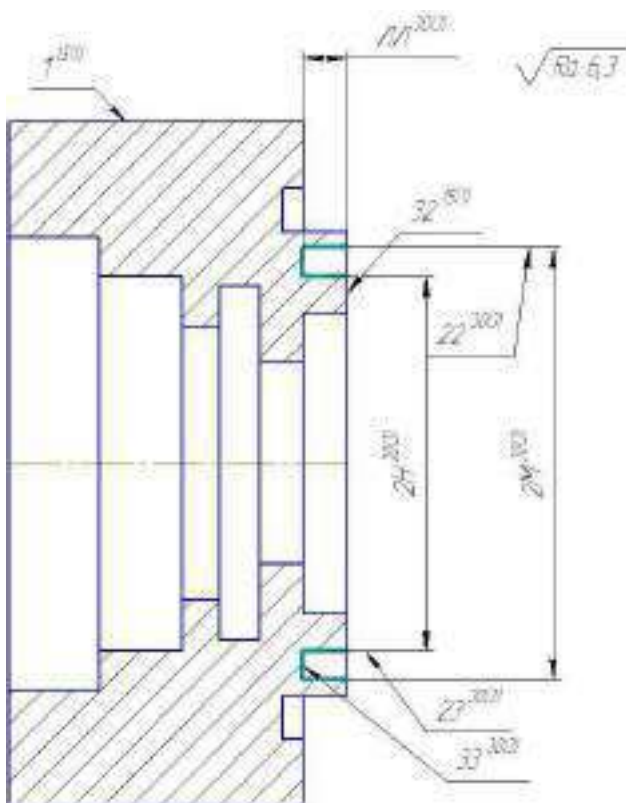
15.03.05.2017.094.00.00 ПЗ

Лист

31

Продолжение таблицы 2.5

30
Токарная с ЧПУ,
III позиция



$$TЛЛ^{30(3)} = TЛЛ_{табл}^{30(3)}$$

$$TЦ^{30(3)} = 0,036$$

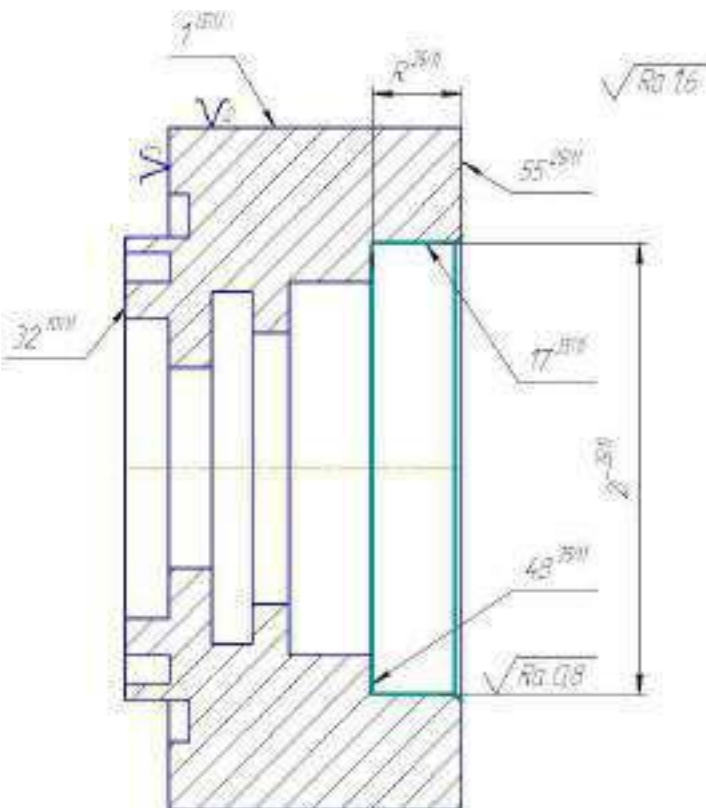
$$T2H^{30(3)} = 0,14$$

$$T2M^{30(3)} = 0,14$$

$$\odot 22^{30(3)}, 1^{15(1)} = 0,16$$

$$\odot 23^{30(3)}, 1^{15(1)} = 0,16$$

35
Токарная с ЧПУ,
I позиция



$$TR^{35(1)} = TR_{табл}^{35(1)}$$

$$TR^{35(1)} = 0,018$$

$$T2Г^{35(1)} = 0,035$$

$$\odot 17^{35(1)}, 1^{15(1)} = 0,04$$

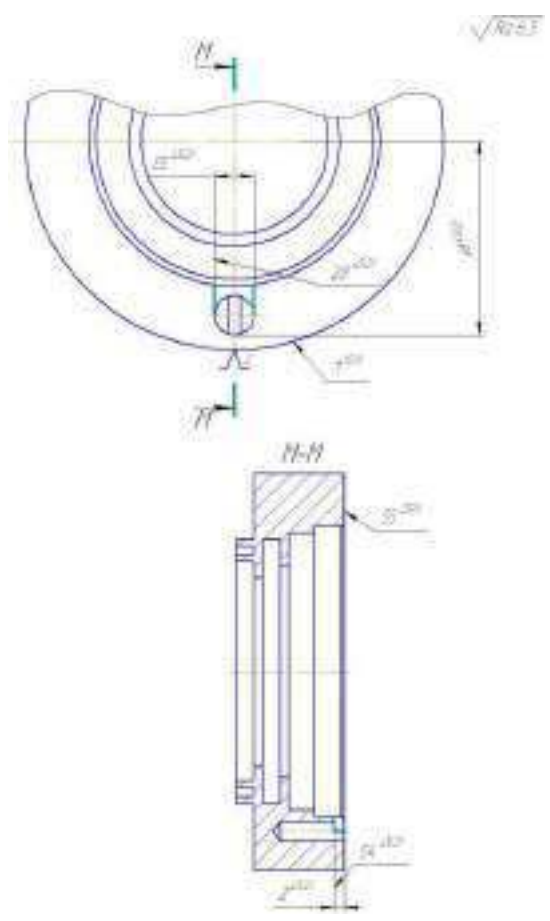
$$\perp 17^{35(1)}, 48^{35(1)} = 0,008$$

Продолжение таблицы 2.5

<p>40 Сверлильная</p>		<p>$TK^{40} = 0,3$ $TJ^{40} = TJ_{\text{табл}}^{40}$ $TJ^{40} = 0,21$ $T2X^{40} = 0,18$</p>
<p>45 Фрезерная с ЧПУ, I позиция</p>		<p>$TEE^{45(1)} = 0,27$ $TZ^{45(1)} = TZ_{\text{табл}}^{45(1)}$ $TZ^{45(1)} = 0,14$ $TI^{45(1)} = 0,12$ $\odot 28^{45(1)}, 1^{15(1)} = 0,8$</p>

Продолжение таблицы 2.5

45
Фрезерная с ЧПУ,
II позиция



$$T_{EE}^{45(2)} = 0,07$$

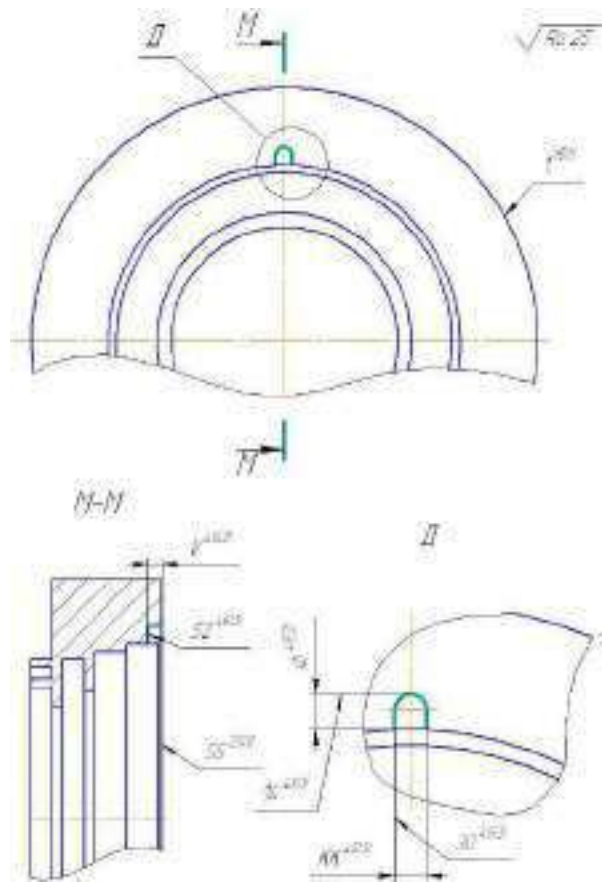
$$T_Z^{45(2)} = T_{Z_{табл}}^{45(2)}$$

$$T_Z^{45(1)} = 0,04$$

$$T_{II}^{45(2)} = 0,12$$

$$\odot 28^{45(2)}, 1^{15(1)} = 0,2$$

45
Фрезерная с ЧПУ,
III позиция



$$T_V^{45(3)} = T_{V_{табл}}^{45(3)}$$

$$T_V^{45(3)} = 0,14$$

$$T_{\Phi}^{45(3)} = 0,18$$

$$T_{KK}^{45(3)} = 0,18$$

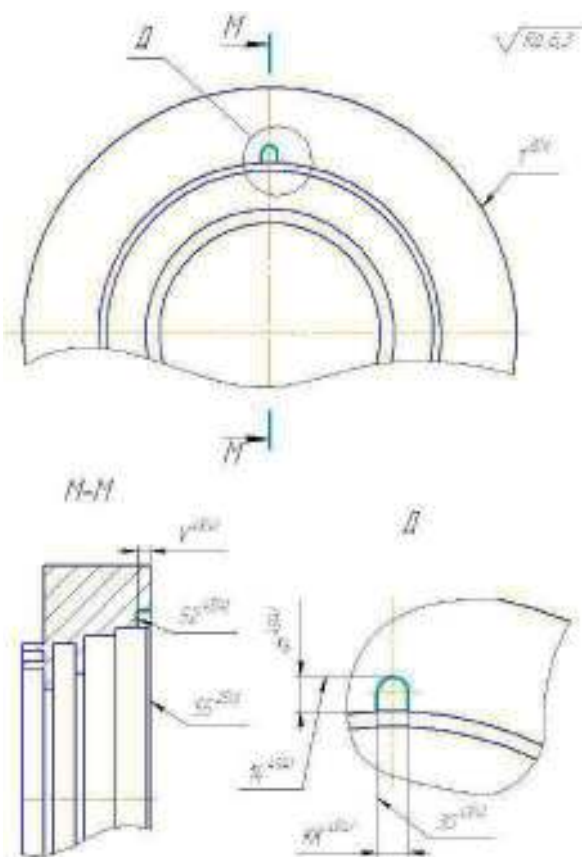
$$\odot 30^{45(3)}, 1^{15(1)} = 0,25$$

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

15.03.05.2017.094.00.00 ПЗ

Продолжение таблицы 2.5

45
Фрезерная с ЧПУ,
IV позиция



$$TV^{45(4)} = TV_{\text{табл}}^{45(4)}$$

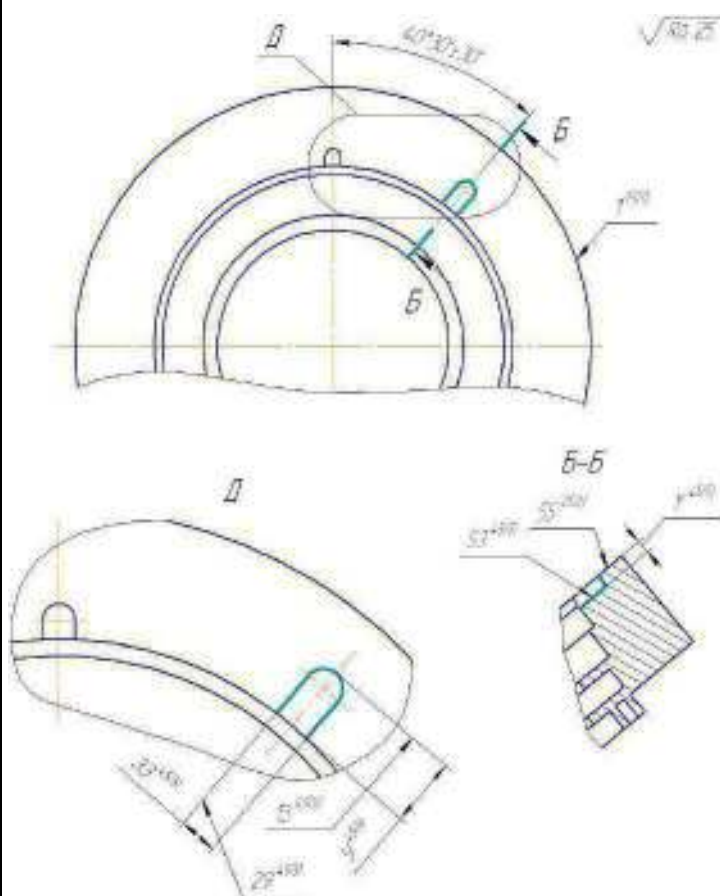
$$TV^{45(3)} = 0,04$$

$$T\Phi^{45(3)} = 0,04$$

$$TKK^{45(3)} = 0,04$$

$$\odot 30^{45(4)}, 1^{15(1)} = 0,06$$

45
Фрезерная с ЧПУ,
V позиция



$$T33^{45(5)} = 0,18$$

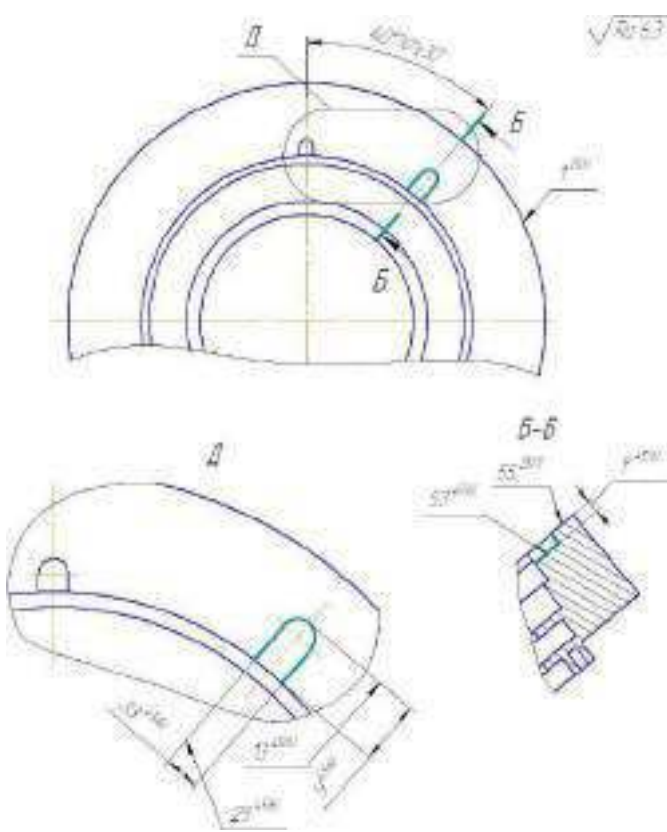
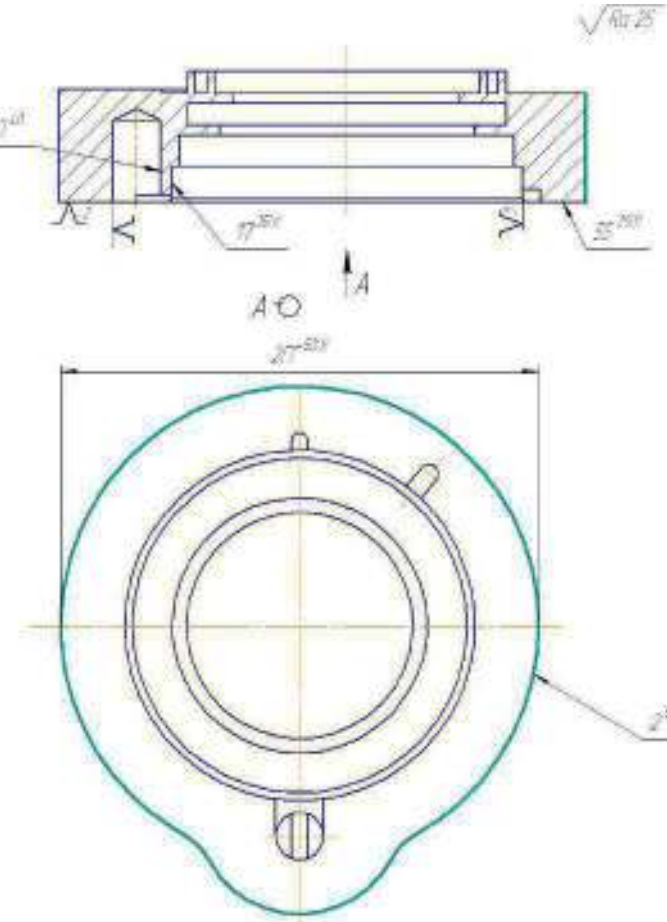
$$TY^{45(5)} = 0,27$$

$$TY^{45(5)} = TY_{\text{табл}}^{45(5)}$$

$$TY^{45(5)} = 0,3$$

$$\odot 29^{45(5)}, 1^{15(1)} = 0,25$$

Продолжение таблицы 2.5

<p>45 Фрезерная с ЧПУ, VI позиция</p>		<p> $T_{33}^{45(6)} = 0,048$ $T_{Y}^{45(6)} = 0,07$ $T_{Y}^{45(6)} = T_{Y_{\text{табл}}}^{45(6)} + \Delta_{55^{25(1)}}$ $T_{Y}^{45(5)} = 0,048 + 0,08 = 0,128$ $\odot 29^{45(6)}, 1^{15(1)} = 0,06$ </p>
<p>50 Фрезерная с ЧПУ, I позиция</p>		<p> $T_{2ГГ}^{50(1)} = 0,63$ $\odot 2^{50(1)}, 17^{35(1)} = 0,8$ </p>

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

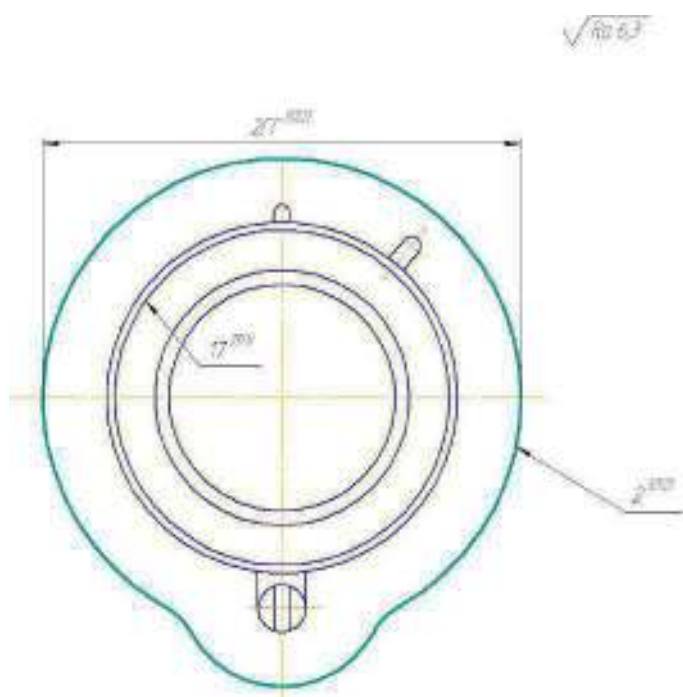
15.03.05.2017.094.00.00 ПЗ

Лист

36

Продолжение таблицы 2.5

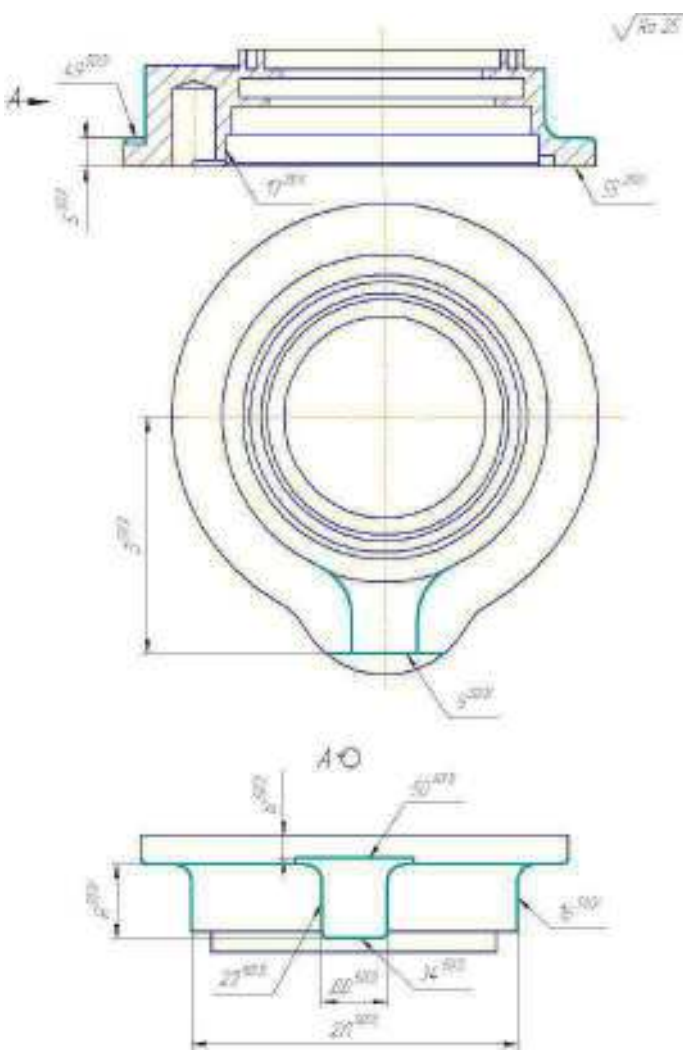
50
Фрезерная с ЧПУ,
II позиция



$$T2ГГ^{50(2)} = 0,16$$

$$\odot 2^{50(2)}, 17^{35(1)} = 0,2$$

50
Фрезерная с ЧПУ,
III позиция



$$TS^{50(3)} = TS_{\text{табл}}^{50(3)}$$

$$TS^{50(3)} = 0,27$$

$$T3^{50(3)} = 0,54$$

$$TY^{50(3)} = TY_{\text{табл}}^{50(3)}$$

$$TY^{50(3)} = 0,22$$

$$TЯ^{50(3)} = 0,33$$

$$TДД^{50(3)} = 0,33$$

$$T2Л^{50(3)} = 0,54$$

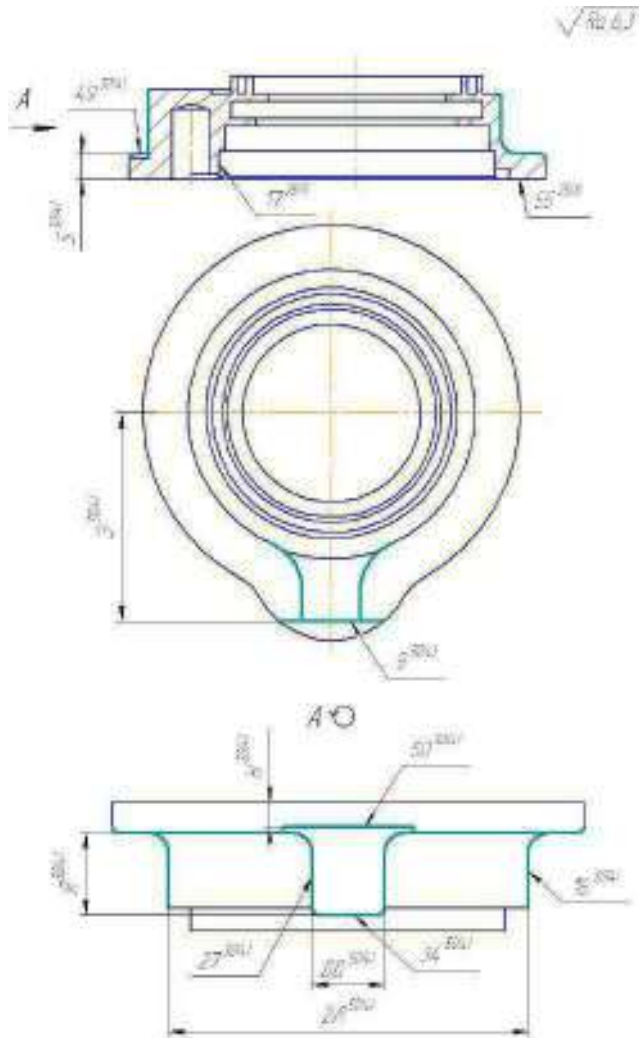
$$\odot 16^{50(3)}, 17^{35(1)} = 0,6$$

$$\odot 27^{50(3)}, 17^{35(1)} = 0,4$$

$$\perp 49^{50(3)}, 16^{50(3)} = 0,12$$

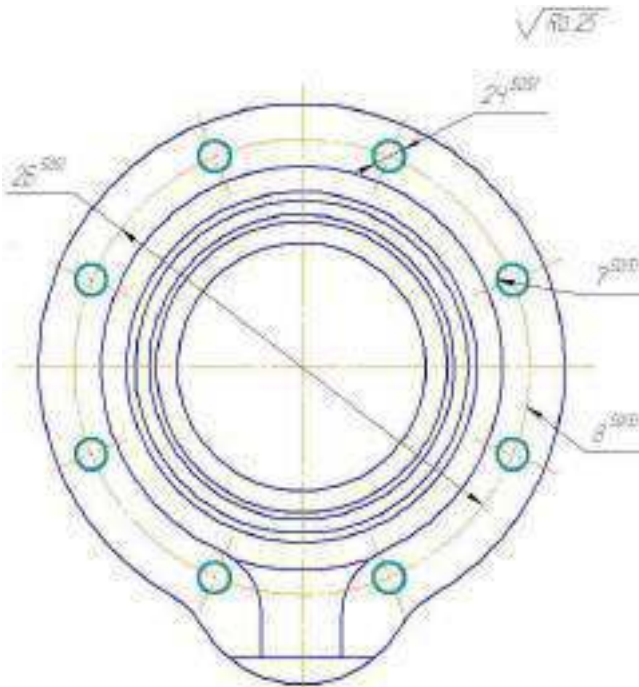
Продолжение таблицы 2.5

50
Фрезерная с ЧПУ,
IV позиция



$TS^{50(4)} = TS_{\text{табл}}^{50(4)}$
 $TS^{50(4)} = 0,07$
 $TЗ^{50(4)} = 0,14$
 $ТЫ^{50(4)} = ТЫ_{\text{табл}}^{50(4)}$
 $ТЫ^{50(3)} = 0,058$
 $ТЯ^{50(3)} = 0,084$
 $ТДД^{50(3)} = 0,084$
 $Т2Л^{50(3)} = 0,14$
 $\textcircled{C} 16^{50(4)}, 17^{35(1)} = 0,16$
 $\textcircled{C} 27^{50(4)}, 17^{35(1)} = 0,16$
 $\perp 49^{50(4)}, 16^{50(4)} = 0,03$

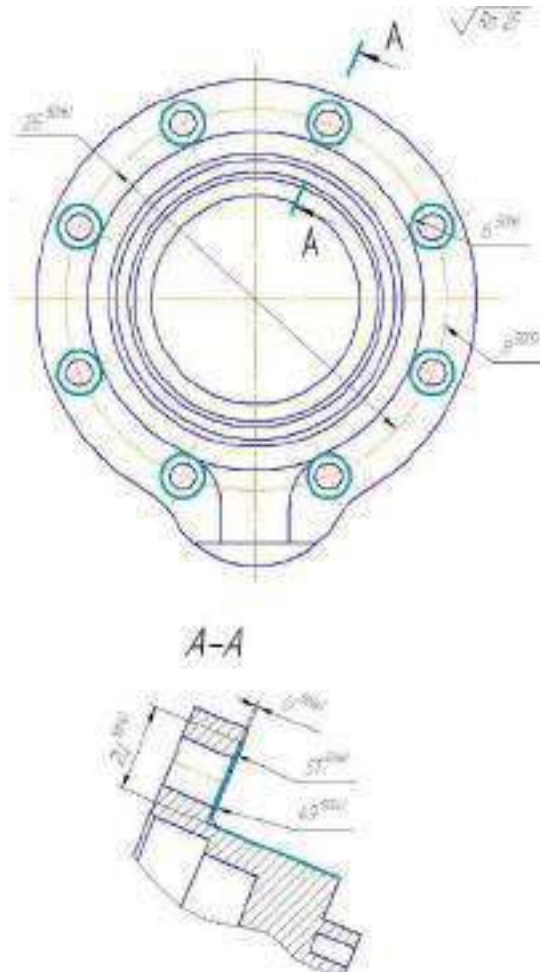
50
Фрезерная с ЧПУ,
V позиция



$T2Б^{50(5)} = 0,4$
 $T2Ч^{50(5)} = 0,15$

Продолжение таблицы 2.5

50
Фрезерная с ЧПУ,
VI позиция

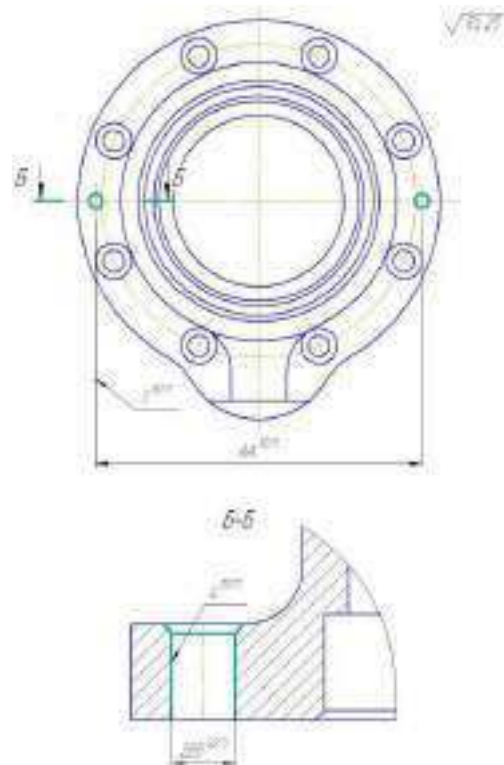


$$TU^{50(6)} = TU_{\text{табл}}^{50(6)} + \Delta_{49^{50(4)}} = 0,14 + 0,03 = 0,17$$

$$T2B^{50(6)} = 0,63$$

$$T2Ц^{50(6)} = 0,27$$

50
Фрезерная с ЧПУ,
VII позиция



$$TAA^{50(7)} = 0,4$$

$$T2BB^{50(7)} = 0,15$$

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

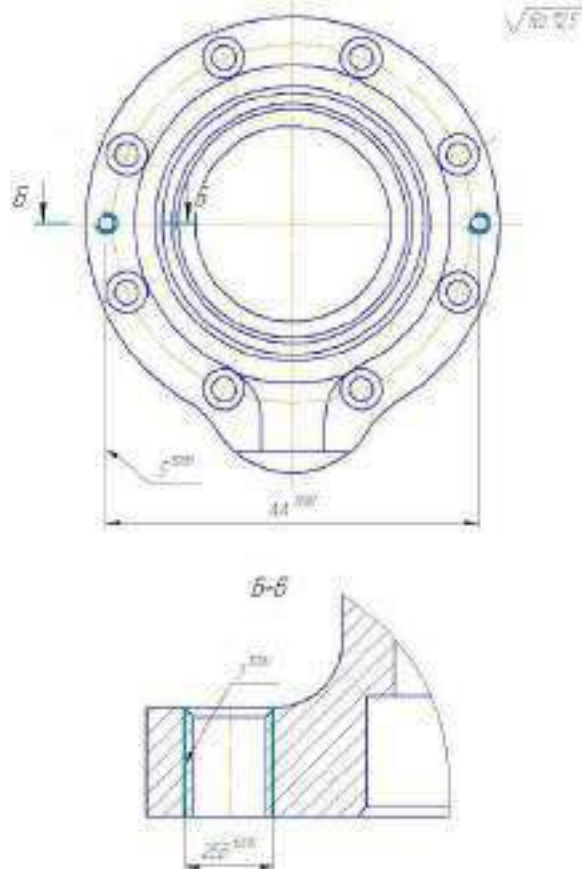
15.03.05.2017.094.00.00 ПЗ

Лист

39

Продолжение таблицы 2.5

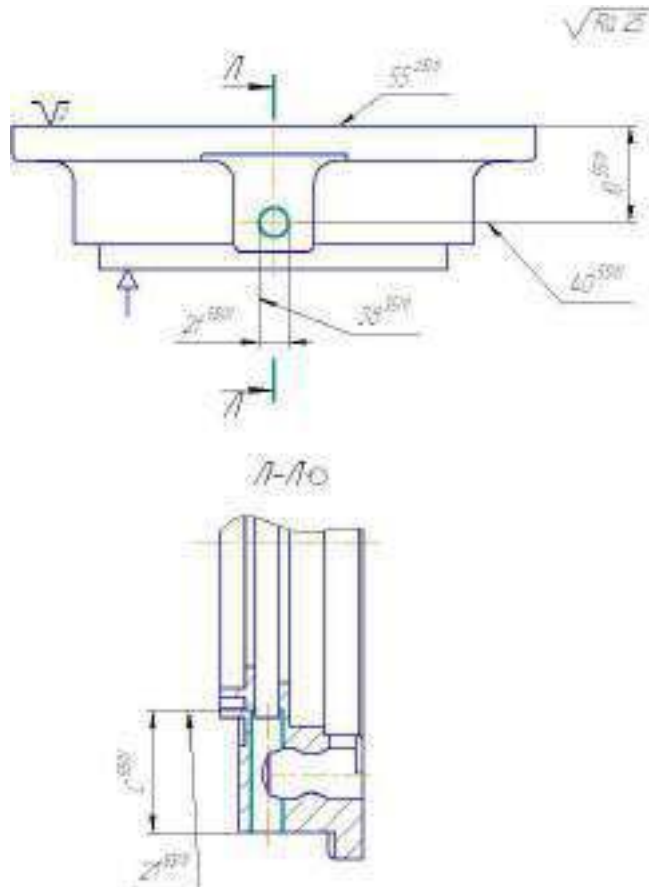
50
Фрезерная с ЧПУ,
VIII позиция



$$TAA^{50(8)} = 0,04$$

$$T2BB^{50(8)} = 0,015$$

55
Сверлильная с ЧПУ,
I позиция



$$TЮ^{55(1)} = 0,21$$

$$TC^{55(1)} = 0,25$$

$$T2f^{55(1)} = 0,15$$

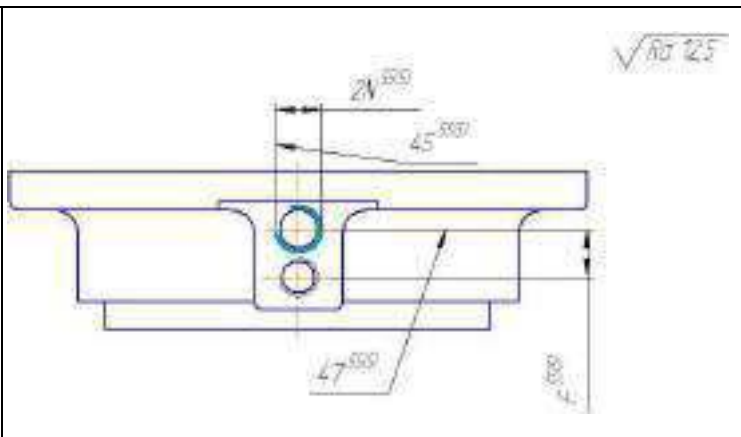
Продолжение таблицы 2.5

<p>55 Сверлильная с ЧПУ, II позиция</p>		<p>$TF^{55(2)} = 0,18$ $T2Q^{55(2)} = 0,18$</p>
<p>55 Сверлильная с ЧПУ, III позиция</p>		
<p>55 Сверлильная с ЧПУ, IV позиция</p>		<p>$ТЮ^{55(4)} = 0,021$ $T2W^{55(4)} = 0,015$ $ТТ^{55(4)} = 0,018$</p>

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

15.03.05.2017.094.00.00 ПЗ

Продолжение таблицы 2.5

<p>55 Сверлильная с ЧПУ, V позиция</p>		<p>$TF^{55(5)}=0,018$ $T2N^{55(5)} = 0,011$</p>
--	--	---

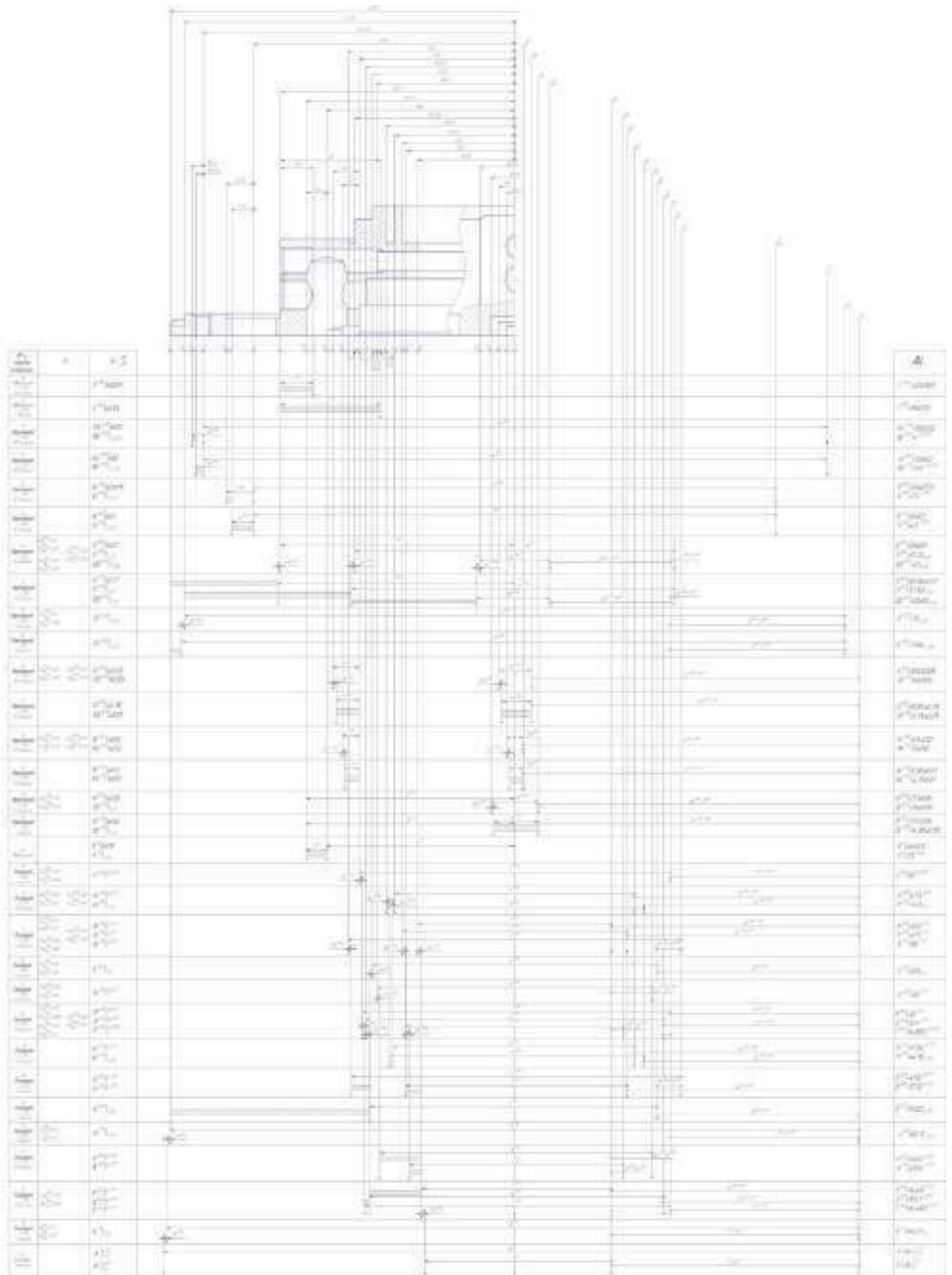


Рисунок 2.5 – Схема диаметральных размеров

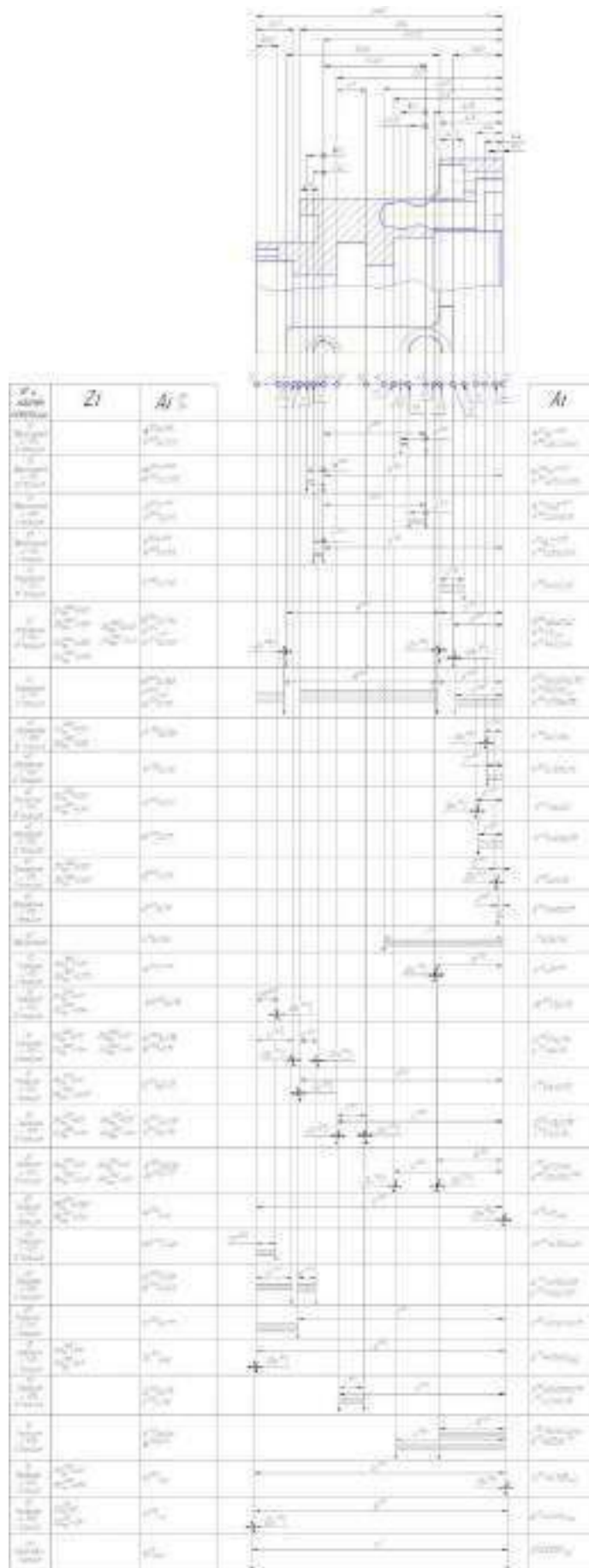


Рисунок 2.6 – Схема линейных размеров

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

15.03.05.2017.094.00.00 ПЗ



Рисунок 2.7 – Схема пространственных отклонений

2.3.1 Расчет межоперационных размеров и размеров заготовки

Исходя из схемы диаметральных размеров (см. рисунок 2.5) и схемы линейных размеров (см. рисунок 2.6) по каждому переходу в соответствующей операции составляется уравнение размерной цепи с целью определения номинального межоперационного размера, где замыкающим звеном является припуск на обработку. В конечном итоге получаем размеры заготовки с учетом ряда погрешностей обработки.

На первых операциях необходимо обработать поверхности, которые используются в качестве основных технологических баз на следующих операциях. Сначала производим черновую обработку всех цилиндрических поверхностей и торцов с одной стороны детали, потом с другой стороны. Полуцистовые, чистовые переходы совмещаем в одной операции, что допустимо.

Составим уравнения замыкающих звеньев:

1. По схеме диаметральных размеров:

$$\begin{aligned}
 [Z_9^{50(4)}] &= Z^{50(3)} - Z^{50(4)} \\
 [Z_{16}^{50(4)}] &= L^{50(3)} - 16^{50(3)}, 17^{35(1)} - 16^{50(4)}, 17^{35(1)} - L^{50(4)} \\
 [Z_{27}^{50(4)}] &= ДД^{50(3)} - 27^{50(3)}, 17^{35(1)} - 27^{50(4)}, 17^{35(1)} - ДД^{50(4)} \\
 [Z_2^{50(2)}] &= ГГ^{50(1)} - 2^{50(1)}, 17^{35(1)} - 2^{50(2)}, 17^{35(1)} - ГГ^{50(2)} \\
 [Z_{13}^{45(6)}] &= Y^{45(6)} - Y^{45(5)} \\
 [Z_{29}^{45(6)}] &= 33^{45(6)} - 29^{45(6)}, 1^{15(1)} - 29^{45(5)}, 1^{15(1)} - 33^{45(5)} \\
 [Z_{14}^{45(4)}] &= \Phi^{45(4)} - \Phi^{45(3)} \\
 [Z_{30}^{45(4)}] &= КК^{45(4)} - 30^{45(4)}, 1^{15(1)} - 30^{45(3)}, 1^{15(1)} - КК^{45(3)} \\
 [Z_{28}^{45(2)}] &= ЕЕ^{45(2)} - 28^{45(2)}, 1^{15(1)} - 28^{45(1)}, 1^{15(1)} - ЕЕ^{45(1)} \\
 [Z_{17}^{35(1)}] &= Г^{35(1)} - 17^{35(1)}, 1^{15(1)} - 17^{25(2)}, 1^{15(1)} - Г^{25(2)} \\
 [Z_{22}^{30(3)}] &= М^{30(3)} - 22^{30(3)}, 1^{15(1)} - 22^{20(3)}, 1^{15(1)} - М^{20(3)} \\
 [Z_{23}^{30(3)}] &= Н^{30(3)} - 23^{30(3)}, 1^{15(1)} - 23^{30(3)}, 1^{15(1)} - Н^{30(3)} \\
 [Z_{15}^{30(2)}] &= В^{30(2)} - 15^{30(2)}, 19^{30(1)} - 15^{20(2)}, 19^{20(1)} - В^{20(2)} \\
 [Z_{24}^{30(2)}] &= О^{30(2)} - 24^{30(2)}, 1^{15(1)} - 24^{20(2)}, 1^{15(1)} - О^{20(2)} \\
 [Z_{26}^{30(2)}] &= Р^{30(2)} - 26^{30(2)}, 1^{15(1)} - 1^{15(1)}, 17^{10(2)} - 17^{10(2)}, 1^{5(1)} - 26^{10(2)}, 1^{5(1)} - Р^{10(2)} \\
 [Z_{19}^{30(1)}] &= Е^{30(1)} - 19^{20(1)}, 1^{15(1)} - 19^{30(1)}, 1^{15(1)} - Е^{30(1)} \\
 [Z_{20}^{25(3)}] &= Ж^{25(3)} - 20^{25(3)}, 26^{10(2)} - 20^{10(3)}, 26^{10(2)} - Ж^{10(3)} \\
 [Z_{17}^{25(2)}] &= Г^{25(2)} - 17^{25(2)}, 1^{15(1)} - 1^{15(1)}, 17^{10(2)} - Г^{10(2)} \\
 [Z_{18}^{25(2)}] &= Д^{25(2)} - 18^{25(2)}, 1^{15(1)} - 1^{15(1)}, 17^{10(2)} - 17^{10(2)}, 1^{5(1)} - 18^{10(2)}, 1^{5(1)} - Д^{10(2)} \\
 [Z_{25}^{25(2)}] &= П^{25(2)} - 25^{25(2)}, 26^{10(2)} - 25^{10(3)}, 26^{10(2)} - П^{10(3)} \\
 [Z_1^{15(1)}] &= А^{5(1)} - 17^{10(2)}, 1^{5(1)} - 1^{15(1)}, 17^{10(2)} - А^{15(1)} \\
 [Z_{26}^{10(2)}] &= Р^{10(2)} - 26^{10(2)}, 1^{5(1)} - 1^{5(1)}, 26^0 - Р^0 \\
 [Z_1^{5(1)}] &= А^0 - 1^0, 26^0 - 1^{5(1)}, 26^0 - А^{5(1)}
 \end{aligned}$$

2. По схеме линейных размеров:

$$\begin{aligned}
 [Z_{34}^{50(4)}] &= Я^{50(3)} + S^{50(3)} - S^{50(4)} - Я^{50(4)} \\
 [Z_{49}^{50(4)}] &= S^{50(3)} - S^{50(4)} \\
 [Z_{50}^{50(4)}] &= Ы^{50(4)} - Ы^{50(3)}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
[Z_{53}^{45(6)}] &= Y^{45(6)} - Y^{45(5)} \\
[Z_{52}^{45(4)}] &= V^{45(4)} - V^{45(3)} \\
[Z_{54}^{45(2)}] &= Z^{45(2)} - Z^{45(1)} \\
[Z_{48}^{35(1)}] &= R^{35(1)} - R^{25(2)} \\
[Z_{33'}^{30(3)}] &= ЛЛ^{30(3)} - ЛЛ^{20(3)} \\
[Z_{35}^{30(2)}] &= Ш^{30(2)} - Ш^{20(2)} \\
[Z_{39}^{30(2)}] &= g^{30(2)} + Э^{30(1)} + Ш^{25(1)} - Ш^{15(1)} - Э^{20(1)} - g^{20(2)} \\
[Z_{36}^{30(1)}] &= Э^{20(1)} + Ш^{15(1)} - Ш^{25(1)} - Э^{30(1)} \\
[Z_{41}^{25(3)}] &= G^{25(3)} + Ш^{25(1)} - Ш^{15(1)} - G^{10(3)} \\
[Z_{42}^{25(3)}] &= I^{25(3)} + G^{25(3)} + Ш^{25(1)} - Ш^{15(1)} - G^{10(3)} - I^{10(3)} \\
[Z_{44}^{25(2)}] &= L^{25(2)} + Ш^{25(1)} - Ш^{15(1)} - L^{10(2)} \\
[Z_{48}^{25(2)}] &= R^{25(2)} + Ш^{25(1)} - Ш^{15(1)} - R^{10(2)} \\
[Z_{55}^{25(1)}] &= Ш^{15(1)} - Ш^{25(1)} \\
[Z_{32}^{15(1)}] &= Ш^{10(1)} - Ш^{15(1)} \\
[Z_{55}^{10(1)}] &= Ш^{5(1)} - Ш^{10(1)} \\
[Z_{32}^{5(1)}] &= Ш^0 - Ш^{5(1)}
\end{aligned}$$

Вычислим межоперационные размеры и размеры заготовки по схеме диаметральных размеров:

Операция 050 Фрезерная с ЧПУ, IV позиция.

Дано: $L^{50(4)}_{\min} = 57,18$ мм, $L^{50(4)}_{\max} = 57,25$ мм, $TL^{50(3)} = 0,27$ мм.

Минимальный припуск на обработку равен шероховатости предшествующего метода обработки:

$$Z_{16}^{50(4)}_{\min} = 0,025 \text{ мм}$$

Составляем уравнение в соответствии со схемой диаметральных размеров:

$$[Z_{16}^{50(4)}] = L^{50(3)} - 16^{50(3)}, 17^{35(1)} - 16^{50(4)}, 17^{35(1)} - L^{50(4)}$$

Далее определяем увеличивающие и уменьшающие звенья:

$$Z_{11}^{50(4)}_{\min} = L^{50(3)}_{\min} - 16^{50(3)}, 17^{35(1)}_{\max} - 16^{50(4)}, 17^{35(1)}_{\max} - L^{50(4)}_{\max}$$

Из таблицы 1.5 известно, что:

$$16^{50(3)}, 17^{35(1)} = \pm 0,3 \text{ мм,}$$

$$16^{50(4)}, 17^{35(1)} = \pm 0,08 \text{ мм.}$$

Выразим неизвестную величину $L^{50(3)}_{\min}$:

$$L^{50(3)}_{\min} = Z_{11}^{50(4)}_{\min} + 16^{50(3)}, 17^{35(1)}_{\max} + 16^{50(4)}, 17^{35(1)}_{\max} + L^{50(4)}_{\max}$$

$$L^{50(3)}_{\min} = 0,025 + 0,3 + 0,08 + 57,25 = 57,655 \text{ мм}$$

$$L^{50(3)}_{\max} = L^{50(3)}_{\min} + TL^{50(3)}$$

$$L^{50(3)}_{\max} = 57,655 + 0,27 = 57,925 \text{ мм}$$

Определим максимальный припуск на обработку:

$$Z_{11}^{50(4)}_{\max} = L^{50(3)}_{\max} - 16^{50(3)}, 17^{35(1)}_{\max} - 16^{50(4)}, 17^{35(1)}_{\min} - L^{50(4)}_{\min}$$

$$Z_{11}^{50(4)}_{\max} = 57,925 - 0,3 - 0,08 - 57,18 = 0,365 \text{ мм}$$

Определим номинальный размер:

$$L^{50(3)}_{\text{ном}} = L^{50(3)}_{\max} - es$$

$$L^{50(3)} = 57,925 - 0 = 57,925 \text{ мм}$$

$$L^{50(3)} = 57,925_{-0,27} \text{ мм}$$

									Лист
									47
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.05.2017.094.00.00 ПЗ				

$$2Л^{50(3)} = 115,85_{-0,54} \text{ мм}$$

Остальные уравнения, составленные по схеме диаметральных размеров, рассчитываются аналогично. Результаты расчёта сводим в таблицу 2.6.

Таблица 2.6 – Результаты расчёта размерных цепей по схеме диаметральных размеров

Уравнение	Исходные данные, мм	$2A_{\Delta H}^{i \Delta B}$ Z_{\max} , мм
$[Z_9^{50(4)}] = 3^{50(3)} - 3^{50(4)}$	$3^{50(4)}_{\min} = 82,93$ $3^{50(4)}_{\max} = 83,07$ $T3^{50(3)} = 0,54$ $Z_9^{50(4)}_{\min} = 0,025$	$Z_9^{50(4)}_{\max} = 0,705$ $3^{50(3)} = 83,365 \pm 0,27$
$[Z_{27}^{50(4)}] = ДД^{50(3)} - 27^{50(3)},$ $17^{35(1)} - 27^{50(4)}, 17^{35(1)} -$ $ДД^{50(4)}$	$ДД^{50(4)}_{\min} = 22,916$ $ДД^{50(4)}_{\max} = 23$ $TДД^{50(3)} = 0,33$ $27^{50(3)}, 17^{35(1)} = \pm 0,2$ $27^{50(4)}, 17^{35(1)} = \pm 0,05$ $Z_{27}^{50(4)}_{\min} = 0,025$	$Z_{27}^{50(4)}_{\max} = 0,939$ $ДД^{50(3)} = 23,605_{-0,33}$
$[Z_2^{50(2)}] = \Gamma\Gamma^{50(1)} - 2^{50(1)},$ $17^{35(1)} - 2^{50(2)}, 17^{35(1)} -$ $\Gamma\Gamma^{50(2)}$	$\Gamma\Gamma^{50(2)}_{\min} = 74,92$ $\Gamma\Gamma^{50(2)}_{\max} = 75$ $T\Gamma\Gamma^{50(1)} = 0,315$ $2^{50(1)}, 17^{35(1)} = \pm 0,4$ $2^{50(2)}, 17^{35(1)} = \pm 0,1$ $Z_2^{50(2)}_{\min} = 0,025$	$Z_2^{50(2)}_{\max} = 1,42$ $2\Gamma\Gamma^{50(1)} = 151,68_{-0,63}$
$[Z_{13}^{45(6)}] = y^{45(6)} - y^{45(5)}$	$y^{45(6)}_{\min} = 10,465$ $y^{45(6)}_{\max} = 10,535$ $Ty^{45(5)} = 0,27$ $Z_{13}^{45(6)}_{\min} = 0,025$	$Z_{13}^{45(6)}_{\max} = 0,365$ $y^{45(5)} =$ $= 10,305 \pm 0,135$
$[Z_{29}^{45(6)}] = 33^{45(6)} -$ $29^{45(6)}, 1^{15(1)} - 29^{45(5)}, 1^{15(1)} -$ $33^{45(5)}$	$33^{45(6)}_{\min} = 5,976$ $33^{45(6)}_{\max} = 6,024$ $T33^{45(5)} = 0,18$ $29^{45(6)}, 1^{15(1)} = \pm 0,03$ $29^{45(5)}, 1^{15(1)} = \pm 0,125$ $Z_{29}^{45(6)}_{\min} = 0,025$	$Z_{29}^{45(6)}_{\max} = 0,563$ $33^{45(5)} = 5,706 \pm 0,09$
$[Z_{14}^{45(4)}] = \Phi^{45(4)} - \Phi^{45(3)}$	$\Phi^{45(4)}_{\min} = 5,48$ $\Phi^{45(4)}_{\max} = 5,52$ $T\Phi^{45(3)} = 0,14$ $Z_{14}^{45(4)}_{\min} = 0,025$	$Z_{14}^{45(4)}_{\max} = 0,205$ $\Phi^{45(3)} = 5,385 \pm 0,07$
$[Z_{30}^{45(4)}] = КК^{45(4)} -$ $30^{45(4)}, 1^{15(1)} - 30^{45(3)}, 1^{15(1)} -$ $КК^{45(3)}$	$КК^{45(4)}_{\min} = 4,98$ $КК^{45(4)}_{\max} = 5,02$ $TКК^{45(3)} = 0,14$ $30^{45(4)}, 1^{15(1)} = \pm 0,03$ $30^{45(3)}, 1^{15(1)} = \pm 0,125$ $Z_{30}^{45(4)}_{\min} = 0,025$	$Z_{30}^{45(4)}_{\max} = 0,515$ $КК^{45(3)} = 4,73 \pm 0,07$

Продолжение таблицы 2.6

$[Z_{28}^{45(2)}] = EE^{45(2)} - 28^{45(2)}, 1^{15(1)} - 28^{45(1)}, 1^{15(1)} - EE^{45(1)}$	$EE^{45(2)}_{\min} = 14,965$ $EE^{45(2)}_{\max} = 15,035$ $TEE^{45(1)} = 0,27$ $28^{45(2)}, 1^{15(1)} = \pm 0,1$ $28^{45(1)}, 1^{15(1)} = \pm 0,4$ $Z_{28}^{45(2)}_{\min} = 0,025$	$Z_{28}^{45(2)}_{\max} = 1,365$ $EE^{45(1)} = 14,305 \pm 0,135$
$[Z_{17}^{35(1)}] = \Gamma^{35(1)} - 17^{35(1)}, 1^{15(1)} - 17^{25(2)}, 1^{15(1)} - \Gamma^{25(2)}$	$\Gamma^{35(1)}_{\min} = 55$ $\Gamma^{35(1)}_{\max} = 55,0175$ $T\Gamma^{25(2)} = 0,0435$ $17^{35(1)}, 1^{15(1)} = \pm 0,02$ $17^{25(2)}, 1^{15(1)} = \pm 0,05$ $Z_{17}^{35(1)}_{\min} = 0,0032$	$Z_{17}^{35(1)}_{\max} = 0,2042$ $2\Gamma^{25(2)} = 109,7666^{+0,087}$
$[Z_{22}^{30(3)}] = M^{30(3)} - 22^{30(3)}, 1^{15(1)} - 22^{20(3)}, 1^{15(1)} - M^{20(3)}$	$M^{30(3)}_{\min} = 47,5$ $M^{30(3)}_{\max} = 47,57$ $TM^{20(3)} = 0,175$ $22^{30(3)}, 1^{15(1)} = \pm 0,08$ $22^{20(3)}, 1^{15(1)} = \pm 0,2$ $Z_{22}^{30(3)}_{\min} = 0,025$	$Z_{22}^{30(3)}_{\max} = 0,83$ $2M^{20(3)} = 94,04^{+0,35}$
$[Z_{23}^{30(3)}] = H^{30(3)} - 23^{30(3)}, 1^{15(1)} - 23^{30(3)}, 1^{15(1)} - H^{30(3)}$	$H^{30(3)}_{\min} = 44,43$ $H^{30(3)}_{\max} = 44,5$ $TH^{20(3)} = 0,175$ $23^{30(3)}, 1^{15(1)} = \pm 0,08$ $23^{20(3)}, 1^{15(1)} = \pm 0,2$ $Z_{23}^{30(3)}_{\min} = 0,025$	$Z_{23}^{30(3)}_{\max} = 0,83$ $2H^{20(3)} = 89,96_{-0,35}$
$[Z_{15}^{30(2)}] = B^{30(2)} - 15^{30(2)}, 19^{30(1)} - 15^{20(2)}, 19^{20(1)} - B^{20(2)}$	$B^{30(2)}_{\min} = 58$ $B^{30(2)}_{\max} = 58,07$ $TB^{20(2)} = 0,175$ $15^{30(2)}, 19^{30(1)} = \pm 0,08$ $15^{20(2)}, 19^{20(1)} = \pm 0,2$ $Z_{15}^{30(2)}_{\min} = 0,025$	$Z_{15}^{30(2)}_{\max} = 0,83$ $2B^{20(2)} = 115,04^{+0,35}$
$[Z_{24}^{30(2)}] = O^{30(2)} - 24^{30(2)}, 1^{15(1)} - 24^{20(2)}, 1^{15(1)} - O^{20(2)}$	$O^{30(2)}_{\min} = 41,5$ $O^{30(2)}_{\max} = 41,57$ $TO^{20(2)} = 0,175$ $24^{30(2)}, 1^{15(1)} = \pm 0,08$ $24^{20(2)}, 1^{15(1)} = \pm 0,2$ $Z_{24}^{30(2)}_{\min} = 0,025$	$Z_{24}^{30(2)}_{\max} = 0,83$ $2O^{20(2)} = 82,04^{+0,35}$
$[Z_{26}^{30(2)}] = P^{30(2)} - 26^{30(2)}, 1^{15(1)} - 1^{15(1)}, 17^{10(2)} - 17^{10(2)}, 1^{5(1)} - 26^{10(2)}, 1^{5(1)} - P^{10(2)}$	$P^{30(2)}_{\min} = 35,5$ $P^{30(2)}_{\max} = 35,56$ $TP^{10(2)} = 0,15$ $26^{30(2)}, 1^{15(1)} = \pm 0,08$ $1^{15(1)}, 17^{10(2)} = \pm 0,15$ $17^{10(2)}, 1^{5(1)} = \pm 0,2$ $26^{10(2)}, 1^{5(1)} = \pm 0,2$	$Z_{26}^{30(2)}_{\max} = 1,495$ $2P^{10(2)} = 69,39^{+0,15}$

Продолжение таблицы 2.6

	$Z_{26}^{30(2)}_{\min} = 0,025$	
$[Z_{19}^{30(1)}] = E^{20(1)} - 19^{20(1)}, 1^{15(1)} - 19^{30(1)}, 1^{15(1)} - E^{30(1)}$	$E^{30(1)}_{\min} = 50,39$ $E^{30(1)}_{\max} = 50,5$ $TE^{20(1)} = 0,175$ $19^{20(1)}, 1^{15(1)} = \pm 0,2$ $19^{30(1)}, 1^{15(1)} = \pm 0,125$ $Z_{19}^{30(1)}_{\min} = 0,025$	$Z_{19}^{30(1)}_{\max} = 0,96$ $2E^{20(1)} = 102,05_{-0,35}$
$[Z_{20}^{25(3)}] = Ж^{25(3)} - 20^{25(3)}, 26^{10(2)} - 20^{10(3)}, 26^{10(2)} - Ж^{10(3)}$	$Ж^{25(3)}_{\min} = 50$ $Ж^{25(3)}_{\max} = 50,07$ $ТЖ^{10(3)} = 0,175$ $20^{25(3)}, 26^{10(2)} = \pm 0,08$ $20^{10(3)}, 26^{10(2)} = \pm 0,2$ $Z_{20}^{25(3)}_{\min} = 0,025$	$Z_{20}^{25(3)}_{\max} = 0,83$ $2Ж^{10(3)} = 99,04^{+0,35}$
$[Z_{17}^{25(2)}] = \Gamma^{25(2)} - 17^{25(2)}, 1^{15(1)} - 1^{15(1)}, 17^{10(2)} - \Gamma^{10(2)}$	$\Gamma^{25(2)}_{\min} = 54,8833$ $\Gamma^{25(2)}_{\max} = 54,9268$ $Т\Gamma^{10(2)} = 0,175$ $17^{25(2)}, 1^{15(1)} = \pm 0,05$ $1^{15(1)}, 17^{10(2)} = \pm 0,15$ $Z_{17}^{25(2)}_{\min} = 0,025$	$Z_{17}^{25(2)}_{\max} = 0,4685$ $2\Gamma^{10(2)} = 108,9666^{+0,35}$
$[Z_{18}^{25(2)}] = Д^{25(2)} - 18^{25(2)}, 1^{15(1)} - 1^{15(1)}, 17^{10(2)} - 17^{10(2)}, 1^{5(1)} - 18^{10(2)}, 1^{5(1)} - Д^{10(2)}$	$Д^{25(2)}_{\min} = 52,5$ $Д^{25(2)}_{\max} = 52,57$ $ТД^{10(2)} = 0,175$ $18^{25(2)}, 1^{15(1)} = \pm 0,08$ $1^{15(1)}, 17^{10(2)} = \pm 0,15$ $17^{10(2)}, 1^{5(1)} = \pm 0,2$ $18^{10(2)}, 1^{5(1)} = \pm 0,2$ $Z_{18}^{25(2)}_{\min} = 0,025$	$Z_{18}^{25(2)}_{\max} = 1,53$ $2Д^{10(2)} = 103,34^{+0,35}$
$[Z_{25}^{25(2)}] = \Pi^{25(2)} - 25^{25(2)}, 26^{10(2)} - 25^{10(3)}, 26^{10(2)} - \Pi^{10(3)}$	$\Pi^{25(2)}_{\min} = 40$ $\Pi^{25(2)}_{\max} = 40,07$ $Т\Pi^{10(3)} = 0,175$ $25^{25(2)}, 26^{10(2)} = \pm 0,08$ $25^{10(3)}, 26^{10(2)} = \pm 0,2$ $Z_{25}^{25(2)}_{\min} = 0,025$	$Z_{25}^{25(2)}_{\max} = 0,83$ $2\Pi^{10(3)} = 79,04^{+0,35}$
$[Z_1^{15(1)}] = A^{5(1)} - 17^{10(2)}, 1^{5(1)} - 1^{15(1)}, 17^{10(2)} - A^{15(1)}$	$A^{15(1)}_{\min} = 82,695$ $A^{15(1)}_{\max} = 82,75$ $ТА^{5(1)} = 0,4$ $17^{10(2)}, 1^{5(1)} = \pm 0,2$ $1^{15(1)}, 17^{10(2)} = \pm 0,1$ $Z_1^{15(1)}_{\min} = 0,025$	$Z_1^{15(1)}_{\max} = 0,88$ $2A^{5(1)} = 166,55_{-0,4}$
$[Z_{26}^{10(2)}] = P^{10(2)} - 26^{10(2)}, 1^{5(1)} - 1^{5(1)}, 26^0 - P^0$	$P^{10(2)}_{\min} = 34,695$ $P^{10(2)}_{\max} = 34,845$ $TP^0 = 0,37$	$Z_{26}^{10(2)}_{\max} = 1,495$ $2P^0 = 68_{-0,4}^{+0,34}$

Продолжение таблицы 2.6

	$26^{10(2)}, 1^{5(1)} = \pm 0,2$ $1^{5(1)}, 26^0 = \pm 0,25$ $Z_{26}^{10(2)}_{\min} = 0,075$	
$[Z_1^{5(1)}] = A^0 - 1^0, 26^0 - 1^{5(1)}, 26^0 - A^{5(1)}$	$A^{5(1)}_{\min} = 83,075$ $A^{5(1)}_{\max} = 83,275$ $TA^0 = 0,5$ $1^0, 26^0 = \pm 0,6$ $1^{5(1)}, 26^0 = \pm 0,25$ $Z_1^{5(1)}_{\min} = 0,075$	$Z_1^0_{\max} = 2,475$ $2A^0 = 168,8^{+0,6}_{-0,4}$

Вычислим межоперационные размеры и размеры заготовки по схеме линейных размеров (см. рисунок 2.6).

Операция 050 Фрезерная с ЧПУ, IV позиция.

Дано: $S^{50(4)}_{\min} = 9,85$ мм; $S^{50(4)}_{\max} = 10$ мм; $TS^{50(3)} = 0,35$ мм.

Минимальный припуск на обработку равен шероховатости предшествующего метода обработки:

$$Z_{49}^{50(4)}_{\min} = 0,025 \text{ мм}$$

Составляем уравнение в соответствии со схемой линейных размеров:

$$[Z_{49}^{50(4)}] = S^{50(3)} - S^{50(4)}$$

Далее определим увеличивающие и уменьшающие звенья:

$$Z_{49}^{50(4)}_{\min} = S^{50(3)}_{\min} - S^{50(4)}_{\max}$$

Выразим неизвестную величину $S^{50(3)}_{\min}$:

$$S^{50(3)}_{\min} = S^{50(4)}_{\max} + Z_{49}^{50(4)}_{\min}$$

$$S^{50(3)}_{\min} = 10 + 0,025 = 10,025 \text{ мм}$$

$$S^{50(3)}_{\max} = S^{50(3)}_{\min} + TS^{50(3)}$$

$$S^{50(3)}_{\max} = 10,025 + 0,35 = 10,375 \text{ мм}$$

Определим максимальный припуск на обработку:

$$Z_{49}^{50(4)}_{\max} = S^{50(3)}_{\max} - S^{50(4)}_{\min}$$

$$Z_{38}^{50(4)}_{\max} = 10,375 - 9,85 = 0,525 \text{ мм}$$

Номинальный размер:


$$S^{50(3)}_{\text{ном}} = S^{50(3)}_{\max} - es$$

$$S^{50(3)}_{\text{ном}} = 10,375 - 0 = 10,375 \text{ мм}$$

$$S^{50(3)} = 10,375_{-0,35} \text{ мм}$$

Остальные уравнения, составленные по схеме линейных размеров, рассчитываются аналогично. Результаты расчёта сводим в таблицу 2.7.

Таблица 2.7 - Результаты расчёта размерных цепей по схеме линейных размеров

Уравнение	Исходные данные, мм	A  Zmax, мм
$[Z_{34}^{50(4)}] = Я^{50(3)} + S^{50(3)} - S^{50(4)} - Я^{50(4)}$	$Я^{50(4)}_{\min} = 25,958$ $Я^{50(4)}_{\max} = 26,042$ $S^{50(3)}_{\min} = 10,025$ $S^{50(3)}_{\max} = 10,375$ $S^{50(4)}_{\min} = 9,85$ $S^{50(4)}_{\max} = 10$ $ТЯ^{50(3)} = 0,33$ $Z_{34}^{50(4)}_{\min} = 0,025$	$Z_{34}^{50(4)}_{\max} = 0,939$ $Я^{50(3)} = 26,207 \pm 0,165$
$[Z_{50}^{50(4)}] = БИ^{50(4)} - БИ^{50(3)}$	$БИ^{50(4)}_{\min} = 7,931$ $БИ^{50(4)}_{\max} = 8,069$ $ТБИ^{50(3)} = 0,3$ $Z_{50}^{50(4)}_{\min} = 0,025$	$Z_{50}^{50(4)}_{\max} = 0,463$ $БИ^{50(3)} = 7,756 \pm 0,15$
$[Z_{53}^{45(6)}] = Y^{45(6)} - Y^{45(5)}$	$Y^{45(6)}_{\min} = 3,936$ $Y^{45(6)}_{\max} = 4,064$ $ТY^{45(5)} = 0,38$ $Z_{53}^{45(6)}_{\min} = 0,025$	$Z_{53}^{45(6)}_{\max} = 0,533$ $Y^{45(5)} = 3,721 \pm 0,19$
$[Z_{52}^{45(4)}] = V^{45(4)} - V^{45(3)}$	$V^{45(4)}_{\min} = 3,94$ $V^{45(4)}_{\max} = 4,06$ $ТВ^{45(3)} = 0,22$ $Z_{52}^{45(4)}_{\min} = 0,025$	$Z_{52}^{45(4)}_{\max} = 0,365$ $V^{45(3)} = 3,805 \pm 0,11$
$[Z_{54}^{45(2)}] = Z^{45(2)} - Z^{45(1)}$	$Z^{45(2)}_{\min} = 1,94$ $Z^{45(2)}_{\max} = 2,06$ $ТZ^{45(1)} = 0,22$ $Z_{54}^{45(2)}_{\min} = 0,025$	$Z_{54}^{45(2)}_{\max} = 0,365$ $Z^{45(1)} = 1,805 \pm 0,11$
$[Z_{48}^{35(1)}] = R^{35(1)} - R^{25(2)}$	$R^{35(1)}_{\min} = 11$ $R^{35(1)}_{\max} = 11,098$ $ТR^{25(2)} = 0,123$ $Z_{48}^{35(1)}_{\min} = 0,0063$	$Z_{48}^{35(1)}_{\max} = 0,2273$ $R^{25(2)} = 10,8707^{+0,123}$
$[Z_{33}^{30(3)}] = ЛЛ^{30(3)} - ЛЛ^{20(3)}$	$ЛЛ^{30(3)}_{\min} = 6,882$ $ЛЛ^{30(3)}_{\max} = 7,118$ $ТЛЛ^{20(3)} = 0,56$ $Z_{33}^{30(3)}_{\min} = 0,05$	$Z_{33}^{30(3)}_{\max} = 0,846$ $ЛЛ^{20(3)} = 6,552 \pm 0,28$

Продолжение таблицы 2.7

$[Z_{35}^{30(2)}] = \Psi^{30(2)} - \Psi^{20(2)}$	$\Psi^{30(2)}_{min} = 6,882$ $\Psi^{30(2)}_{max} = 7,118$ $T\Psi^{20(2)} = 0,56$ $Z_{35}^{30(2)}_{min} = 0,05$	$Z_{35}^{30(2)}_{max} = 0,846$ $\Psi^{20(2)} = 6,552 \pm 0,28$
$[Z_{55}^{25(1)}] = \Psi^{15(1)} - \Psi^{25(1)}$	$\Psi^{25(1)}_{min} = 40,738$ $\Psi^{25(1)}_{max} = 41$ $T\Psi^{15(1)} = 0,862$ $Z_{55}^{25(1)}_{min} = 0,0063$	$Z_{55}^{25(1)}_{max} = 1,1303$ $\Psi^{15(1)} = 41,8683_{-0,862}$
$[Z_{32}^{15(1)}] = \Psi^{10(1)} - \Psi^{15(1)}$	$\Psi^{15(1)}_{min} = 41,0063$ $\Psi^{15(1)}_{max} = 41,8683$ $T\Psi^{10(1)} = 1,42$ $Z_{32}^{15(1)}_{min} = 0,05$	$Z_{32}^{15(1)}_{max} = 1,47$ $\Psi^{10(1)} = 43,3383_{-1,42}$
$[Z_{55}^{10(1)}] = \Psi^{5(1)} - \Psi^{10(1)}$	$\Psi^{10(1)}_{min} = 41,9183$ $\Psi^{10(1)}_{max} = 43,3383$ $T\Psi^{5(1)} = 1,42$ $Z_{55}^{10(1)}_{min} = 0,05$	$Z_{55}^{10(1)}_{max} = 2,89$ $\Psi^{5(1)} = 44,8083_{-1,42}$
$[Z_{32}^{5(1)}] = \Psi^0 - \Psi^{5(1)}$	$\Psi^{5(1)}_{min} = 43,3883$ $\Psi^{5(1)}_{max} = 44,8083$ $T\Psi^0 = 0,62$ $Z_{32}^{5(1)}_{min} = 0,1$	$Z_{32}^{5(1)}_{max} = 2,14$ $\Psi^0 = 45,5283_{-0,62}$
$[Z_{36}^{30(1)}] = \Theta^{20(1)} + \Psi^{15(1)} - \Psi^{25(1)} - \Theta^{30(1)}$	$\Psi^{15(1)}_{min} = 41,0063$ $\Psi^{15(1)}_{max} = 41,8683$ $\Psi^{25(1)}_{min} = 40,738$ $\Psi^{25(1)}_{max} = 41$ $\Theta^{30(1)}_{min} = 33,929$ $\Theta^{30(1)}_{max} = 34,071$ $T\Theta^{20(1)} = 1,42$ $Z_{36}^{30(1)}_{min} = 0,05$	$Z_{36}^{30(1)}_{max} = 2,4677$ $\Theta^{20(1)} = 34,8247 \pm 0,71$
$[Z_{39}^{30(2)}] = g^{30(2)} + \Theta^{30(1)} + \Psi^{25(1)} - \Psi^{15(1)} - \Theta^{20(1)} - g^{20(2)}$	$g^{30(2)}_{min} = 1,85$ $g^{30(2)}_{max} = 2,15$ $\Theta^{30(1)}_{min} = 33,929$ $\Theta^{30(1)}_{max} = 34,071$ $\Psi^{25(1)}_{min} = 40,738$	$Z_{39}^{30(2)}_{max} = 1,285$ $g^{20(2)} = 1,02 \pm 0,205$

Продолжение таблицы 2.7

	$\begin{aligned} & \text{Ш}^{25(1)}_{\max} = 41 \\ & \text{Ш}^{15(1)}_{\min} = 41,0063 \\ & \text{Ш}^{15(1)}_{\max} = 41,8683 \\ & \text{Э}^{20(1)}_{\min} = 34,1147 \\ & \text{Э}^{20(1)}_{\max} = 35,5347 \\ & \text{Tg}^{20(2)} = 0,41 \\ & \text{Z}_{39}^{30(2)}_{\min} = 0,05 \end{aligned}$	
$[\text{Z}_{41}^{25(3)}] = \text{G}^{25(3)} + \text{Ш}^{25(1)} - \text{Ш}^{15(1)} - \text{G}^{10(3)}$	$\begin{aligned} & \text{G}^{25(3)}_{\min} = 30,929 \\ & \text{G}^{25(3)}_{\max} = 31,071 \\ & \text{Ш}^{25(1)}_{\min} = 40,738 \\ & \text{Ш}^{25(1)}_{\max} = 41 \\ & \text{Ш}^{15(1)}_{\min} = 41,0063 \\ & \text{Ш}^{15(1)}_{\max} = 41,8683 \\ & \text{TG}^{10(3)} = 1,42 \\ & \text{Z}_{41}^{25(3)}_{\min} = 0,05 \end{aligned}$	$\begin{aligned} & \text{Z}_{41}^{25(3)}_{\max} = 2,736 \\ & \text{G}^{10(3)} = 29,0387 \pm 0,71 \end{aligned}$
$[\text{Z}_{42}^{25(3)}] = \text{I}^{25(3)} + \text{G}^{25(3)} + \text{Ш}^{25(1)} - \text{Ш}^{15(1)} - \text{G}^{10(3)} - \text{I}^{10(3)}$	$\begin{aligned} & \text{I}^{25(3)}_{\min} = 6,982 \\ & \text{I}^{25(3)}_{\max} = 7,018 \\ & \text{G}^{25(3)}_{\min} = 30,929 \\ & \text{G}^{25(3)}_{\max} = 31,071 \\ & \text{Ш}^{25(1)}_{\min} = 40,738 \\ & \text{Ш}^{25(1)}_{\max} = 41 \\ & \text{Ш}^{15(1)}_{\min} = 41,0063 \\ & \text{Ш}^{15(1)}_{\max} = 41,8683 \\ & \text{G}^{10(3)}_{\min} = 28,3287 \\ & \text{G}^{10(3)}_{\max} = 29,7487 \\ & \text{TI}^{10(3)} = 0,36 \\ & \text{Z}_{42}^{25(3)}_{\min} = 0,05 \end{aligned}$	$\begin{aligned} & \text{Z}_{42}^{25(3)}_{\max} = 3,132 \\ & \text{I}^{10(3)} = 6,802 \pm 0,18 \end{aligned}$
$[\text{Z}_{44}^{25(2)}] = \text{L}^{25(2)} + \text{Ш}^{25(1)} - \text{Ш}^{15(1)} - \text{L}^{10(2)}$	$\begin{aligned} & \text{L}^{25(2)}_{\min} = 20,934 \\ & \text{L}^{25(2)}_{\max} = 21,066 \\ & \text{Ш}^{25(1)}_{\min} = 40,738 \\ & \text{Ш}^{25(1)}_{\max} = 41 \\ & \text{Ш}^{15(1)}_{\min} = 41,0063 \\ & \text{Ш}^{15(1)}_{\max} = 41,8683 \\ & \text{TL}^{10(2)} = 1,32 \\ & \text{Z}_{44}^{25(2)}_{\min} = 0,05 \end{aligned}$	$\begin{aligned} & \text{Z}_{44}^{25(2)}_{\max} = 2,626 \\ & \text{L}^{10(2)} = 19,0937 \pm 0,66 \end{aligned}$

Продолжение таблицы 2.7

$[Z_{48}^{25(2)}] = R^{25(2)} + \text{Ш}^{25(1)} - \text{Ш}^{15(1)} - R^{10(2)}$	$R^{25(2)}_{\min} = 10,8707$ $R^{25(2)}_{\max} = 10,9937$ $\text{Ш}^{25(1)}_{\min} = 40,738$ $\text{Ш}^{25(1)}_{\max} = 41$ $\text{Ш}^{15(1)}_{\min} = 41,0063$ $\text{Ш}^{15(1)}_{\max} = 41,8683$ $\text{TR}^{10(2)} = 1,16$ $Z_{48}^{25(2)}_{\min} = 0,05$	$Z_{48}^{25(2)}_{\max} = 2,457$ $R^{10(2)} = 8,5304^{+1,16}$
--	--	---

2.3.3 Оформление эскиза заготовки

По рассчитанным размерам оформим эскиз заготовки с размерами. Он представлен на рисунке 2.8.

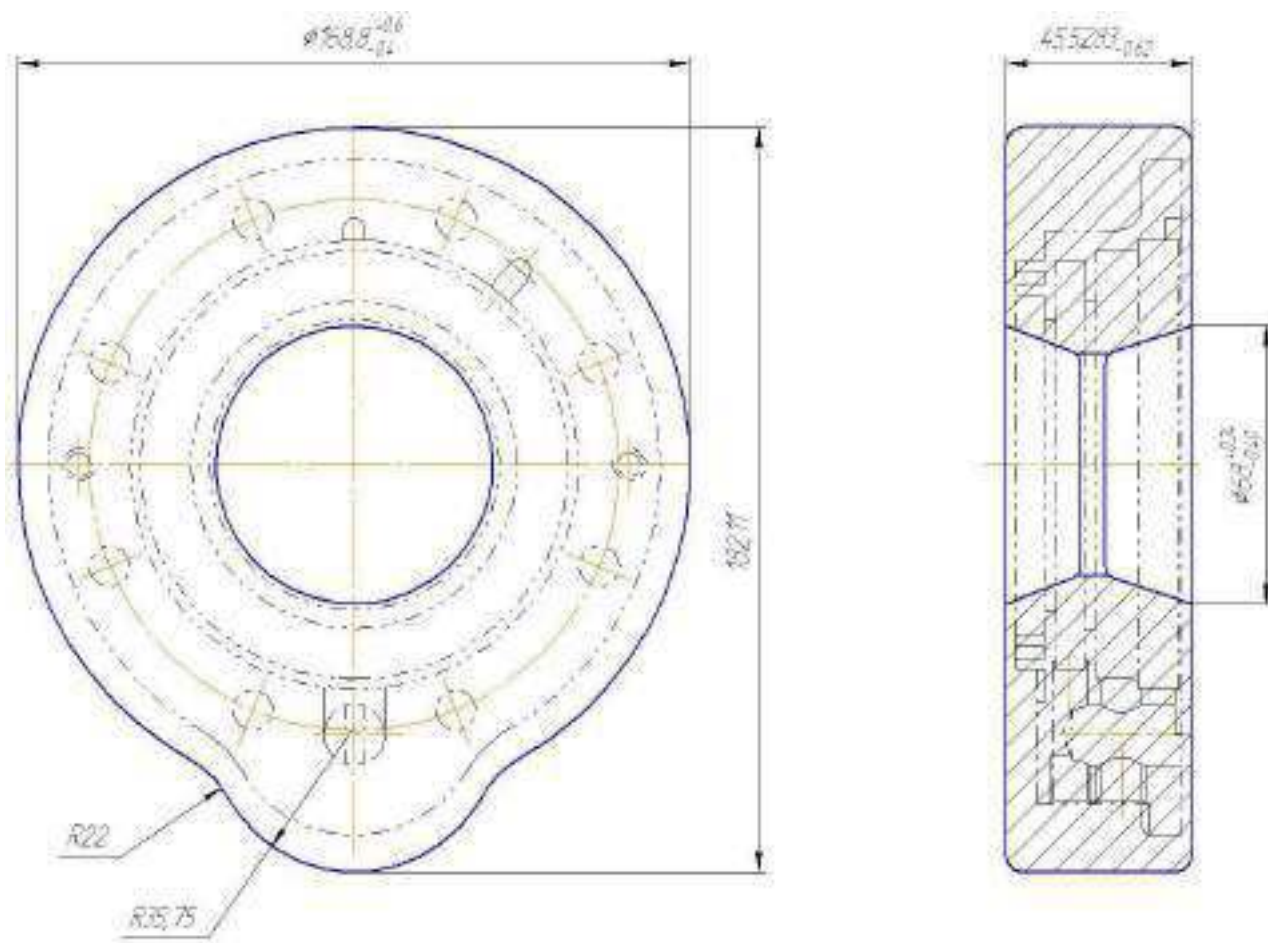


Рисунок 2.8– Эскиз заготовки с размерами

2.4 Расчет режимов резания

В качестве примера расчета режимов резания принимается 05 операция (I позиция), схема обработки которой приведена в соответствии с рисунком 1.9.

Глубина резания определяется по формуле [4]

$$t = (N_{\text{пред}} - N_{\text{обр}}) / i, \text{ мм}$$

где $N_{\text{пред}}$ – ширина детали, полученной на предыдущей операции, мм,
 $N_{\text{пред}} = 45,5283$ мм;

$N_{\text{обр}}$ – ширина детали, полученная в процессе обработки, мм,
 $N_{\text{обр}} = 44,8083$ мм;

i – количество проходов;

$i = 1$

$$t = (45,5283 - 44,8083) / 1 = 0,72 \text{ мм.}$$

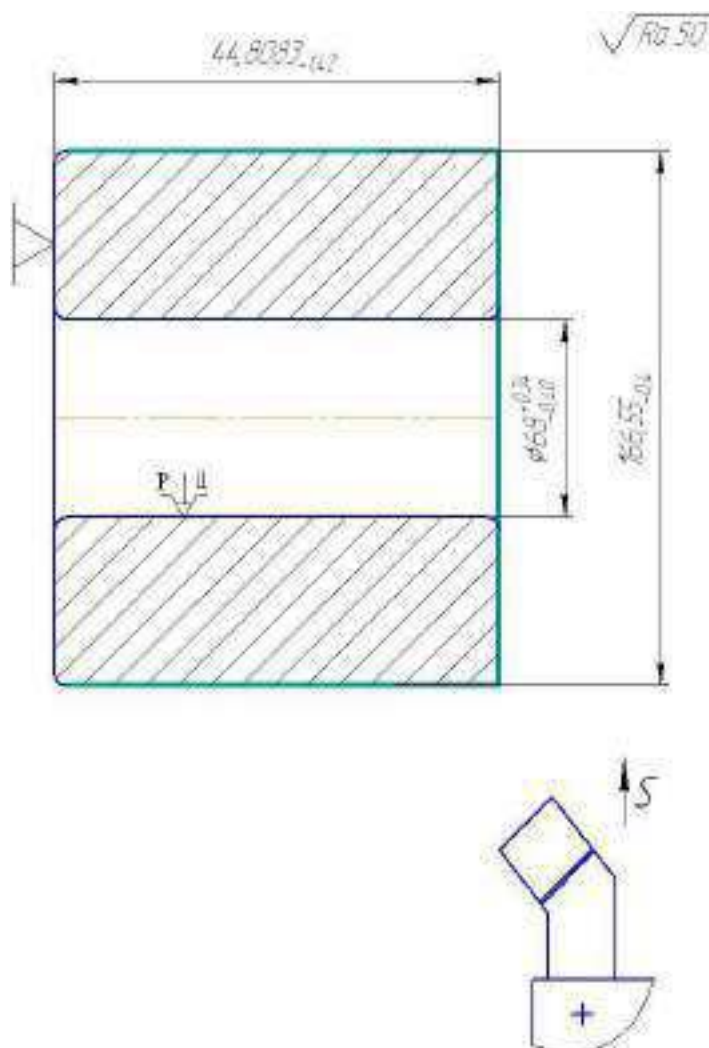


Рисунок 2.9 - Схема обработки для операции 05 (I позиция)

Определяем подачу по формуле [4]

$$S = S_0 \cdot K_S, \text{ мм/об,}$$

где S_T – подача табличная, мм/об,

$$S_T = 0,55 \text{ мм/об;}$$

K_S – поправочный коэффициент,

$$K_S = K_{S_n} \cdot K_{S_{и}} \cdot K_{S_3} \cdot K_{S_{ж}} \cdot K_{S_M},$$

где K_{S_n} - поправочный коэффициент, учитывающий состояние поверхности,

$$K_{S_n} = 0,8;$$

$K_{S_{и}}$ - поправочный коэффициент, учитывающий материал инструмента,

$$K_{S_{и}} = 1,0;$$

K_{S_3} - поправочный коэффициент, учитывающий твердость стали обрабатываемой детали,

$$K_{S_3} = 0,8;$$

$K_{S_{ж}}$ - поправочный коэффициент, учитывающий диаметр обрабатываемой поверхности,

$$K_{S_{ж}} = 1,0;$$

K_{S_M} - поправочный коэффициент, учитывающий группу обрабатываемого материала,

$$K_{S_M} = 1,07;$$

$$K_S = 0,8 \cdot 1,0 \cdot 0,8 \cdot 1,0 \cdot 1,07 = 0,6848;$$

$$S = 0,55 \cdot 0,6848 = 0,38 \text{ мм/об.}$$

Принимаем по паспорту станка $S_{п} = 0,4$ мм/об.

Определяем скорость резания по формуле [4]

$$V = V_T \cdot K_V, \text{ м/мин,}$$

где V_T – скорость резания табличная, м/мин,

$$V_T = 239 \text{ м/мин;}$$

K_V – поправочный коэффициент,

$$K_V = K_{V_m} \cdot K_{V_{и}} \cdot K_{V_{\phi}} \cdot K_{V_{ж}} \cdot K_{V_n} \cdot K_{V_o},$$

где $K_{V_{и}}$ - коэффициент, учитывающий материал инструмента,

$$K_{V_{и}} = 1,0;$$

$K_{V_{\phi}}$ - коэффициент, учитывающий главный угол в плане,

$$K_{V_{\phi}} = 1,0;$$

$K_{V_{ж}}$ - коэффициент, учитывающий диаметр обрабатываемой поверхности,

$$K_{V_{ж}} = 1,0;$$

					15.03.05.2017.094.00.00 ПЗ	Лист
						57
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

K_{V_n} - коэффициент, учитывающий состояние поверхности,

$$K_{V_n} = 0,75;$$

K_{V_o} - коэффициент, учитывающий условия обработки,

$$K_{V_o} = 1,0;$$

$$K_V = 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,75 \cdot 1,0 = 0,75$$

$$V = 239 \cdot 0,75 = 179,25 \text{ м/мин.}$$

Частота вращения шпинделя выражается из скорости резания по формуле

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

Подставив значения, получаем

$$n = \frac{1000 \cdot 179,25}{3,14 \cdot 165,55} = 344,8 \text{ об/мин}$$

Принимаем по паспорту станка $n = 400$ об/мин.

Принятое значение скорости резания определяется по формуле

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

$$V = \frac{3,14 \cdot 165,55 \cdot 400}{1000} = 207,9 \text{ об/мин}$$

Режимы резания для остальных переходов рассчитываются аналогично. Результаты расчета приведены в таблице 2.8. При этом учитывается, что операции механической обработки в технологическом процессе будут записаны, начиная со второго перехода, так как в первом переходе устанавливается и закрепляется заготовка.

					15.03.05.2017.094.00.00 ПЗ	Лист
						58
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Таблица 2.8– Результаты расчета режимов резания

№ операции	Расчетные значения			Принятые значения		
	S, мм/об	n, об/мин	V, м/мин	S, мм/об	n, об/мин	V, м/мин
05 I позиция	0,38	344,8	198,5	0,4	400	207,9
10 I позиция	0,38	311,7	156,8	0,4	315	164,7
10 II позиция	0,47	146,91	48,6	0,5	160	54,7
10 III позиция	0,26	205	28,1	0,3	100	31,09
15 I позиция	0,4	360,8	198,3	0,4	400	207,9
20 I позиция	0,33	375	120,3	0,35	400	128,2
20 II позиция	0,47	135,68	38,7	0,5	160	41,2
20 III позиция	0,33	83,88	25	0,35	100	29,5
25 I позиция	0,3	283,25	181,2	0,32	355	184,4
25 II позиция	0,7	157,29	51,4	0,7	180	59,3
25 III позиция	0,7	157,29	54,4	0,7	180	56,52
30 I позиция	0,32	398,2	124,7	0,35	400	126,8
30 II позиция	0,46	155	31,2	0,5	160	41,7
30 III позиция	0,28	85,2	25,2	0,35	100	29,8
35 I позиция	0,25	178,6	54,1	0,4	180	62,2
40	0,47	348	13,5	0,5	355	14,49
45 I позиция	38	489	20,1	40	500	22,5
45 II позиция	38	489	20	40	500	23,5
45 III позиция	14,05	456	5,5	15	500	7,4
45 IV позиция	14,05	456	5,6	15	500	7,9

Продолжение таблицы 2.8

45 V позиция	13,5	490	6,7	15	500	8,9
45 VI позиция	13,5	490	8,4	15	500	9,4
50 I позиция	15	377	185,6	15	400	190,5
50 II позиция	15	377	179,5	15	400	188,4
50 III позиция	14	389	135,6	15	400	145,5
50 IV позиция	14	389	134,7	15	400	143,8
50 V позиция	38,05	680	15,5	40	700	19,8
50 VI позиция	38,05	489	20,1	40	500	23,5
50 VII позиция	31	775	14,8	35	800	16,8
50 VIII позиция	1,2	98,6	1,9	1,25	100	2,5
55 I позиция	0,1	489,9	13,5	0,1	500	14,1
55 II позиция	0,1	497	13,6	0,1	500	16,8
55 III позиция	0,1	476,5	13,1	0,1	500	16,5
55 IV позиция	1,23	98,6	2,4	1,5	100	3,1
55 V позиция	1,23	98,6	2,6	1,5	100	3,8

При проверке оборудования по мощности максимальная сила резания рассчитывается для перехода с наибольшим припуском (в данном случае это позиция III операции 25 с припуском 3,132 мм), так как мощность в этом случае будет иметь максимальное значение.

Мощность резания при сверлении определяется по формуле [3]

$$N_{рез} = N_{табл.} \cdot K_N \cdot \frac{n}{1000},$$

где $N_{табл.}$ – мощность резания по таблице, кВт,

$N_{табл.} = 0,55$ кВт;

K_N – коэффициент, зависящий от обрабатываемого материала,

$K_N = 1,25$.

$$N_{рез} = 0,55 \cdot 1,25 \cdot \frac{180}{1000} = 0,12 \text{ кВт}$$

Для обеспечения нормальной работы станка мощность его привода должна удовлетворять условию

$$N_{ст} \geq \frac{N}{\eta}, \text{ кВт}$$

где η – коэффициент полезного действия станка,

$\eta = 0,8$

Для операции 25 назначен станок модели NEF 400. Мощность его привода равна 11,5 кВт.

$$11,5 \text{ кВт} \geq \frac{0,12}{0,8} \text{ кВт}$$

$$11,5 \text{ кВт} \geq 0,15 \text{ кВт}$$

Условие выполняется. Значит мощность станка достаточная для обеспечения его нормальной работы.

2.5 Нормирование технологических операций

Первым этапом нормирования является определение основного (технологического) времени на операциях.

Основное время одного перехода определяется по формуле [5]

$$t_o = \frac{L \cdot i}{n \cdot S}, \text{ мин}$$

где L - величина пути движения инструмента, мм;

i - число рабочих ходов.

Величина пути движения инструмента находится по формуле

$$L = L_1 + L_2 + L_3, \text{ мм},$$

					15.03.05.2017.094.00.00 ПЗ	Лист
						61
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

где L_1 - длина обрабатываемой поверхности детали, мм;

L_2 - длина врезания, мм;

L_3 - длина перебега,

$L_3=2...3$ мм.

Длина врезания рассчитывается по формуле [5]

$$L_2 = \frac{t}{\operatorname{tg}\varphi}, \text{ мм,}$$

где φ – главный угол в плане, °.

Приведём пример расчёта основного времени для I позиции операции 05.
Исходные данные для расчёта:

- длина обрабатываемой поверхности $L_1 = 93,58$ мм;
- режущий инструмент - резец проходной отогнутый с углом $\varphi = 45^\circ$;
- число ходов $i = 1$;
- глубина резания $t = 0,72$ мм.

Режимы, рассчитанные в подразделе 2.4: $n = 400$ об/мин, $S = 0,4$ мм/об.
Тогда с учётом принятых данных

$$L_2 = \frac{0,72}{\operatorname{tg}45} = 0,72, \text{ мм,}$$

$$L = 93,58 + 0,72 + 3 = 97,3 \text{ мм}$$

Тогда основное время перехода

$$t_o = \frac{97,3 \cdot 1}{400 \cdot 0,4} = 0,6 \text{ мин.}$$

Основное время для остальных переходов рассчитывается аналогично. Результаты расчётов представлены в таблице 2.9. При этом технологическое время на операцию рассчитывается по формуле

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

где m – количество переходов на операции.

					15.03.05.2017.094.00.00 ПЗ	Лист
						62
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Таблица 2.9 – Результаты расчета основного технологического времени

№ операции	L, мм	i	n, об/мин	S,мм/об	t _о , мин	T _о , мин
05 I позиция	97,3	1	400	0,4	0,6	0,6
10 I позиция	52,4	1	315	0,4	0,4	5,83
10 II позиция	48,32	8	160	0,5	4,8	
10 III позиция	18,9	1	100	0,3	0,63	
15 I позиция	91,2	1	400	0,4	0,57	0,57
20 I позиция	38,76	16	400	0,35	4,4	6,1
20 II позиция	41,02	3	160	0,5	1,5	
20 III позиция	7	1	100	0,35	0,2	
25 I позиция	28,9	1	355	0,32	0,3	0,71
25 II позиция	45,6	1	180	0,7	0,4	
25 III позиция	0,5	2	180	0,7	0,01	
30 I позиция	38,9	1	400	0,35	0,3	1,0
30 II позиция	42,3	1	160	0,5	0,5	
30 III позиция	7	1	100	0,35	0,2	
35 I позиция	15,2	1	180	0,4	0,2	0,2
40	16,7	1	355	0,5	0,1	0,1
45 I позиция	18	1	500	40	0,45	3,76
45 II позиция	18	1	500	40	0,45	
45 III позиция	8	1	500	15	0,53	

Продолжение таблицы 2.9

45 IV позиция	8	1	500	15	0,53	289
45 V позиция	13,5	1	500	15	0,9	
45 VI позиция	13,5	1	500	15	0,9	
50 I позиция	508	3	400	15	76,2	
50 II позиция	508	1	400	15	25,4	
50 III позиция	407	1	400	15	81,4	
50 IV позиция	407	1	400	15	81,4	
50 V позиция	15	1	700	40	3,0	
50 VI позиция	50	8	500	40	20,0	
50 VII позиция	15	2	800	35	0,8	
50 VIII позиция	25	2	100	1,25	0,8	
55 I позиция	38	1	500	0,1	0,76	
55 II позиция	38,5	1	500	0,1	0,77	
55 III позиция	6	2	500	0,1	0,24	
55 IV позиция	25	1	100	1,5	0,3	
55 V позиция	25	1	100	1,5	0,3	

Вспомогательное время, связанное с переходом, определяется табличным методом по рекомендациям. Результаты расчёта вспомогательного времени отражены в таблице 2.10. При этом время, затрачиваемое на перемещение частей станка, для всех переходов равно нулю.

Таблица 2.10 – Расчет вспомогательного времени

№ 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
05 I позиция	0,24	0,35	-	-	-	0,95	1,54	1,54
10 I позиция	0,17	-	0,4	0,06	0,05	1,35	2,03	4,86
10 II позиция	-	0,29	0,4	0,06	0,05	0,98	1,6	
10 III позиция	-	0,12	0,5	0,06	0,05	0,5	1,23	
15 I позиция	0,24	0,21	-	-	-	0,9	1,35	1,35
20 I позиция	0,17	-	0,12	0,06	0,05	0,2	0,6	5,26
20 II позиция	-	0,44	0,6	0,06	0,05	1,46	2,61	
20 III позиция	-	-	0,4	0,06	0,05	1,54	2,05	
25 I позиция	0,17	-	0,5	0,06	0,05	1,54	2,32	6,97
25 II позиция	-	1,35	0,8	0,08	0,07	1,2	2,5	
25 III позиция	-	-	0,8	0,08	0,07	1,2	2,15	
30 I позиция	0,17	-	0,3	0,06	0,05	0,77	1,35	3,05
30 II позиция	-	0,26	0,3	0,06	0,05	0,5	1,17	
30 III позиция	-	-	0,3	0,06	0,05	0,12	0,53	
35 I позиция	0,17	0,25	0,8	-	-	0,14	1,36	1,36
40	0,38	-	-	-	-	0,15	0,53	0,53

Продолжение таблицы 2.10

45 I позиция	0,45	-	0,12	-	-	0,12	0,69	3,64
45 II позиция	-	-	0,12	1,1	0,08	0,65	1,95	
45 III позиция	-	-	0,12	-	-	0,16	0,28	
45 IV позиция	-	-	0,12	0,08	0,08	0,16	0,44	
45 V позиция	-	-	0,12	-	-	0,16	0,28	
45 VI позиция	-	-	0,12	-	-	0,16	0,28	
50 I позиция	0,87	-	0,12	-	-	0,16	1,15	14,59
50 II позиция	-	-	0,12	0,08	0,08	0,16	0,44	
50 III позиция	-	1,35	0,12	-	-	0,19	1,66	
50 IV позиция	-	1,35	0,12	0,06	0,05	1,01	2,59	
50 V позиция	-	2,36	0,3	0,06	0,05	0,26	3,03	
50 VI позиция	-	2,36	0,12	0,06	0,05	0,26	2,85	
50 VII позиция	-	0,98	0,3	0,06	0,05	0,38	1,77	
50 VIII позиция	-	0,98	-	-	-	0,12	1,1	
55 I позиция	0,44	0,21	0,3	0,06	0,05	0,9	1,96	7,34
55 II позиция	-	0,21	0,3	0,06	0,05	0,5	1,12	
55 III позиция	-	0,21	0,3	0,06	0,05	0,9	1,52	
55 IV позиция	-	0,21	0,3	0,06	0,05	0,9	1,52	
55 V позиция	-	0,21	-	0,06	0,05	0,9	1,22	

На вспомогательное время вводится поправочный коэффициент, в зависимости от суммарной продолжительности обработки партии деталей по трудоёмкости. При трудоёмкости обработки партии деталей за пять смен этот коэффициент равен $K_{ТВ} = 0,76$.

					15.03.05.2017.094.00.00 ПЗ	Лист
						66
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Значения вспомогательного времени с учётом поправочного коэффициента приведены в таблице 2.11

Таблица 2.11 – Расчет вспомогательного времени с учетом поправочного коэффициента

№ операции	$K_{ТВ}$	T_B , мин	$K_{ТВ} \cdot T_B$, мин
05	0,76	1,54	1,17
10		4,86	3,69
15		1,35	1,03
20		5,26	3,99
25		6,97	7,73
30		3,05	2,32
35		1,36	1,03
40		0,53	0,4
45		3,64	2,77
50		14,59	11,09
55		7,34	5,58

Норма штучного времени определяется по формуле:

$$T_{шт} = (T_o + K_{ТВ} \cdot T_B) \cdot \left(1 + \frac{T_{ОБС} + T_{ОТД}}{100} \right), \text{ мин,}$$

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, 500 мм время обслуживания составляет $T_{ОБС} = 4\%$. Время перерывов на отдых и личные надобности при работе на станке с механической подачей составляет $T_{ОТД} = 4\%$.

Определение нормы штучного времени отражено в таблице 2.12.

Таблица 2.12 – Определение нормы штучного времени

№ операции	T_o , мин	$K_{ТВ} \cdot T_B$, мин	$T_{ОБС}$, %	$T_{ОТД}$, %	$1 + \frac{T_{ОБС} + T_{ОТД}}{100}$	$T_{шт}$, мин
05	0,6	1,17	4	4	1,08	1,91
10	5,83	3,69				10,3
15	0,57	1,03				1,7
20	6,1	3,99				10,9

Продолжение таблицы 2.12

25	0,71	7,73				9,1
30	1,0	2,32				3,6
35	0,2	1,03				1,3
40	0,1	0,4				0,54
45	3,76	2,77				7,1
50	289	11,09				324,1
55	2,37	5,58				8,6

Подготовительно-заключительное время определяется табличным методом и зависит от способа установки детали, количества режущих инструментов, участвующих в операции, наибольшего диаметра изделия, устанавливаемого над станиной. Определение подготовительно-заключительного времени $T_{пз}$ приведено в таблице 2.13.

Таблица 2.13 – Определение подготовительно-заключительного времени

№ операции	Способ установки детали	Наибольший диаметр устанавливаемого над станиной изделия, мм	Количество режущих инструментов, шт.	$T_{пз}$, мин
05	Патрон цанговый	500	2	25
10	Патрон 3-х кулачковый с пневмоприводом	630	3	25
15	Патрон цанговый	630	3	25
20	Патрон 3-х кулачковый с пневмоприводом	630	3	25
25	Патрон 3-х кулачковый с пневмоприводом	630	3	25
30	Патрон 3-х кулачковый с пневмоприводом	630	3	25
35	Патрон 3-х кулачковый с пневмоприводом	630	2	25
40	Приспособление сверлильное	500	1	14
45	Приспособление фрезерное	550	6	16

Продолжение таблицы 2.13

50	Приспособление фрезерное	550	8	16
55	Приспособление сверлильное	500	5	16

На основании подразделов 2.2 – 2.5 оформляется технологический процесс обработки детали «Крышка».

Выводы по разделу два

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

									Лист
									69
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.05.2017.094.00.00 ПЗ				

3 КОНСТРУКТОРСКИЙ РАЗДЕЛ

3.1 Проектирование зажимного приспособления

3.1.1 Разработка теоретической схемы базирования

Для обеспечения требований к взаимному расположению базовых и обрабатываемых поверхностей необходимо лишить деталь 6 степеней свободы. Используем установочную базу-плоскость, и пневматический зажим. Центрируем деталь по внутренней поверхности $\varnothing 110$, в соответствии с рисунком 3.1.

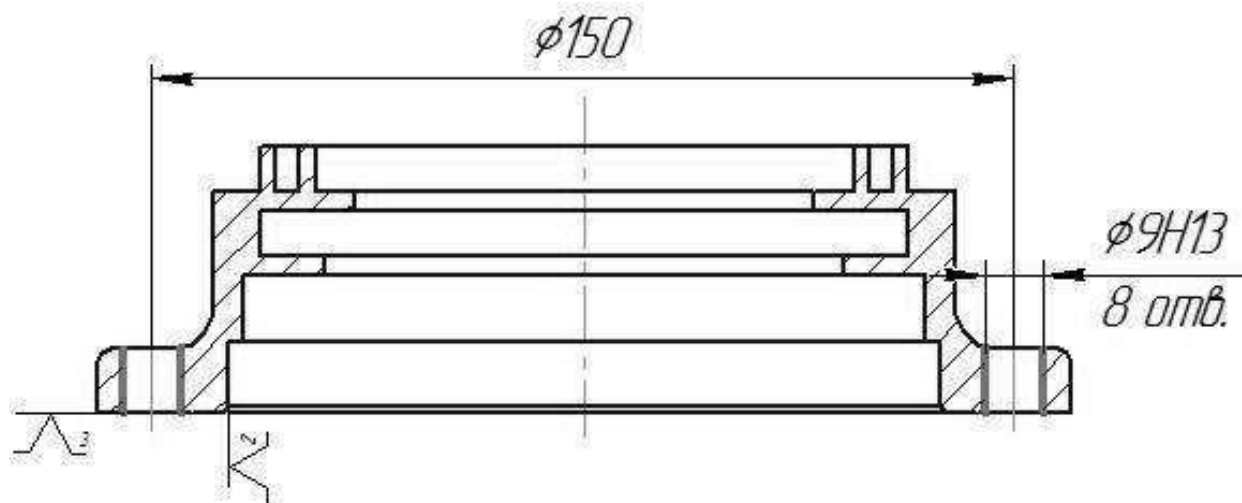


Рисунок 3.1 – Теоретическая схема базирования

3.1.2 Проектирование схемы приспособления

Схему зажимного приспособления (рисунок 3.2) определяют конструктивные параметры детали и вид обработки [6].

Деталь 1 устанавливается на поверхность делительного диска 3. Делительный диск 3 вращается в корпусе 4 приспособления. К нижнему концу делительного диска 3 крепится пневмокамера 6, шток 5, который, через шайбу 2 прижимает деталь к опорной поверхности делительного диска. При подаче воздуха в штоковую полость пневмокамеры 6 шток 5 начинает двигаться вниз и поджимает деталь сверху. Разжим детали происходит когда воздух выпускается из пневмокамеры и шток 3 движется вверх.

									Лист
									70
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.05.2017.094.00.00 ПЗ				

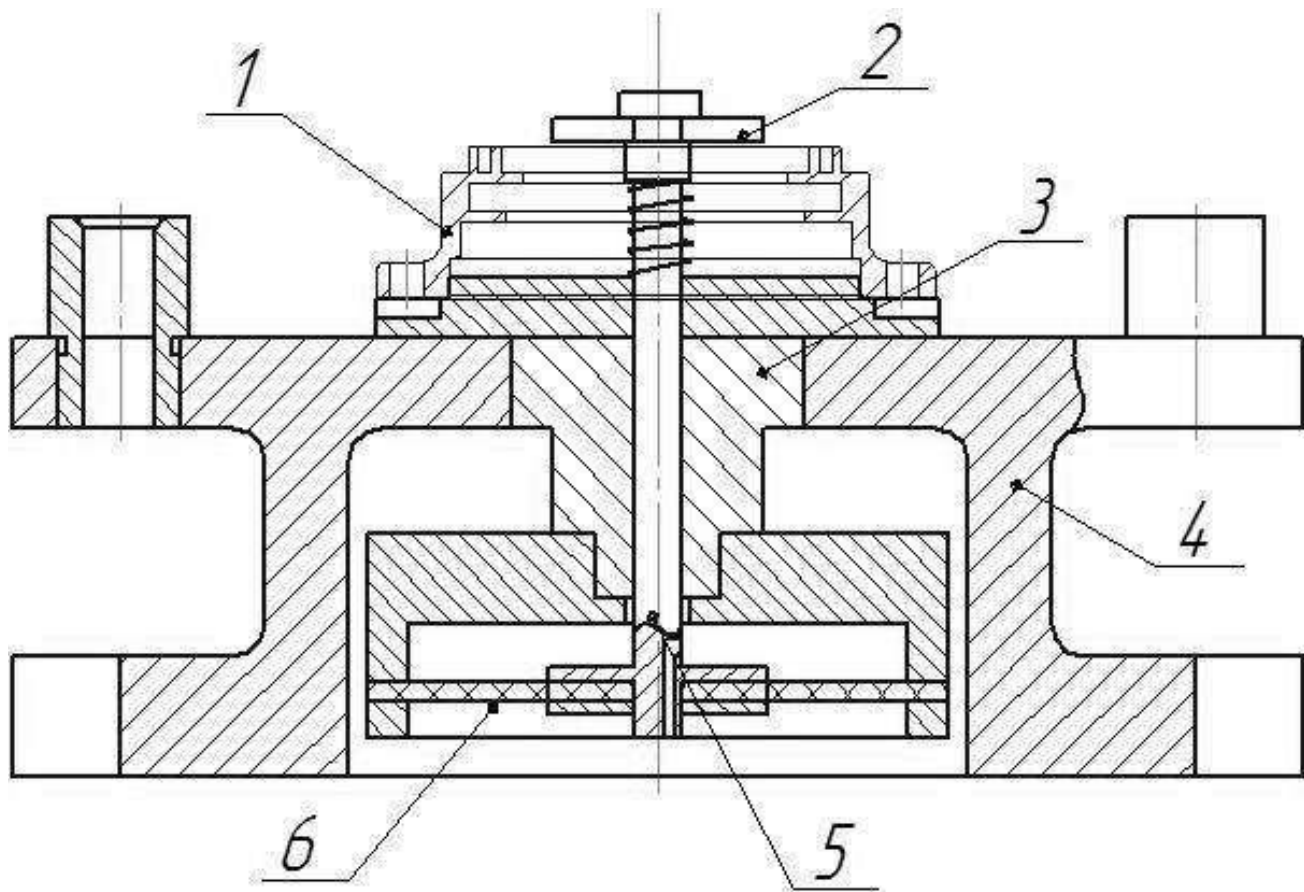


Рисунок 3.2 – Схема приспособления

- где, 1 – деталь
 2 – шайба
 3 – делительный диск
 4 – корпус
 5 – шток
 6 – пневмокамера

3.1.3 Расчет элементов приспособления

Операция сверление 8 отверстий $\varnothing 9\text{мм}$. Материал заготовки сталь 20. Заготовка нагружена моментом резания $M = 1,3\text{кг}$ (13Н) (п. 2.4.1 Расчет режимов резания на 025 сверильную операцию).

K – коэффициент запаса, учитывающий нестабильность силовых воздействий на заготовку

Необходимое усилие зажима детали находим [6] по формуле

$$W = \frac{KMn}{\frac{1}{3}f \left(\frac{D^3 - d^3}{D^2 - d^2} \right)};$$

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

15.03.05.2017.094.00.00 ПЗ

Лист

71

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6,$$

где K – коэффициент запаса, учитывающий нестабильность силовых воздействий на заготовку

n – число одновременно работающих сверл, $n = 4$;

f – коэффициент трения, $f = 0,25$;

D – наружный диаметр детали, $D = 220$ мм;

d – диаметр отверстия в детали, $d = 175$ мм;

K_0 – гарантированный коэффициент запаса, $K_0 = 1.5$;

K_1 – учитывает увеличение сил резания из-за случайных неровностей на поверхности заготовки, $K_1 = 1$;

K_2 – учитывает увеличение сил резания при затуплении инструмента, $K_2 = 1,15$;

K_3 – учитывает увеличение сил резания при прерывистом резании, $K_3 = 1$;

K_4 – учитывает постоянство сил резания, $K_4 = 1$;

K_5 – характеризует эргономику приспособления, $K_5 = 1$;

K_6 – учитывают при наличии моментов, стремящихся повернуть заготовку установленную плоской поверхностью, $K_6 = 1$.

Используя, принятые значения получаем

$$K = 1,5 \cdot 1 \cdot 1,15 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 1,72,$$

если расчетное значение $K < 2,5$, то принимают $K = 2,5$.

$$W = \frac{2,5 \cdot 13 \cdot 4}{\frac{1}{3} \cdot 0,25 \left(\frac{220^3 - 175^3}{220^2 - 175^2} \right)} = 524 \text{ Н.}$$

Передаваемая штоком сила при подаче сжатого воздуха в штоковую полость пневмоцилиндра находится по формуле

$$Q = \frac{\pi \cdot (D_{\text{ц}} - d_{\text{шт}})^2}{4} \cdot p \cdot \eta,$$

где $D_{\text{ц}}$ – диаметр пневмоцилиндра, $D_{\text{ц}} = 200$ мм;

$d_{\text{шт}}$ – диаметр штока, $d_{\text{шт}} = 25$ мм;

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

η – КПД, $\eta = 0,87$.

									Лист
									72
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.05.2017.094.00.00 ПЗ				

$$Q = \frac{3,14 \cdot (200_{\text{ц}} - 25_{\text{шт}})^2}{4} \cdot 0,4 \cdot 0,87 = 8366\text{Н}$$

Из расчета видно, что усилие, создаваемое пневмоцилиндром больше необходимого усилия зажима детали [6].

$$Q > W$$

$$8366\text{Н} > 524\text{Н}$$

Условие выполняется.

3.1.4 Компоновка приспособления

Приспособление сверлильное в соответствии с рисунком 3.3 предназначено для закрепления и базирования детали «Крышка» на столе сверлильного станка.

Деталь устанавливается на плоскую поверхность делительного диска 12 и центрируется своей внутренней поверхностью $\varnothing 110$ по базе 13. Делительный диск вращается во втулке 15, закрепленной в корпусе 1 приспособления. К нижнему концу делительного диска крепится пневмокамера, шток 3, которой, через шайбу 22 прижимает деталь к опорной поверхности делительного диска. Также в корпусе расположен механизм разжима и фиксации делительного диска при повороте детали на требуемый угол. При подаче воздуха в штоковую полость пневмокамеры шток начинает двигаться вниз и поджимает деталь сверху. Разжим детали происходит когда воздух выпускается из пневмокамеры и шток под действием пружины 20 движется вверх.

										Лист
										73
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.05.2017.094.00.00 ПЗ					

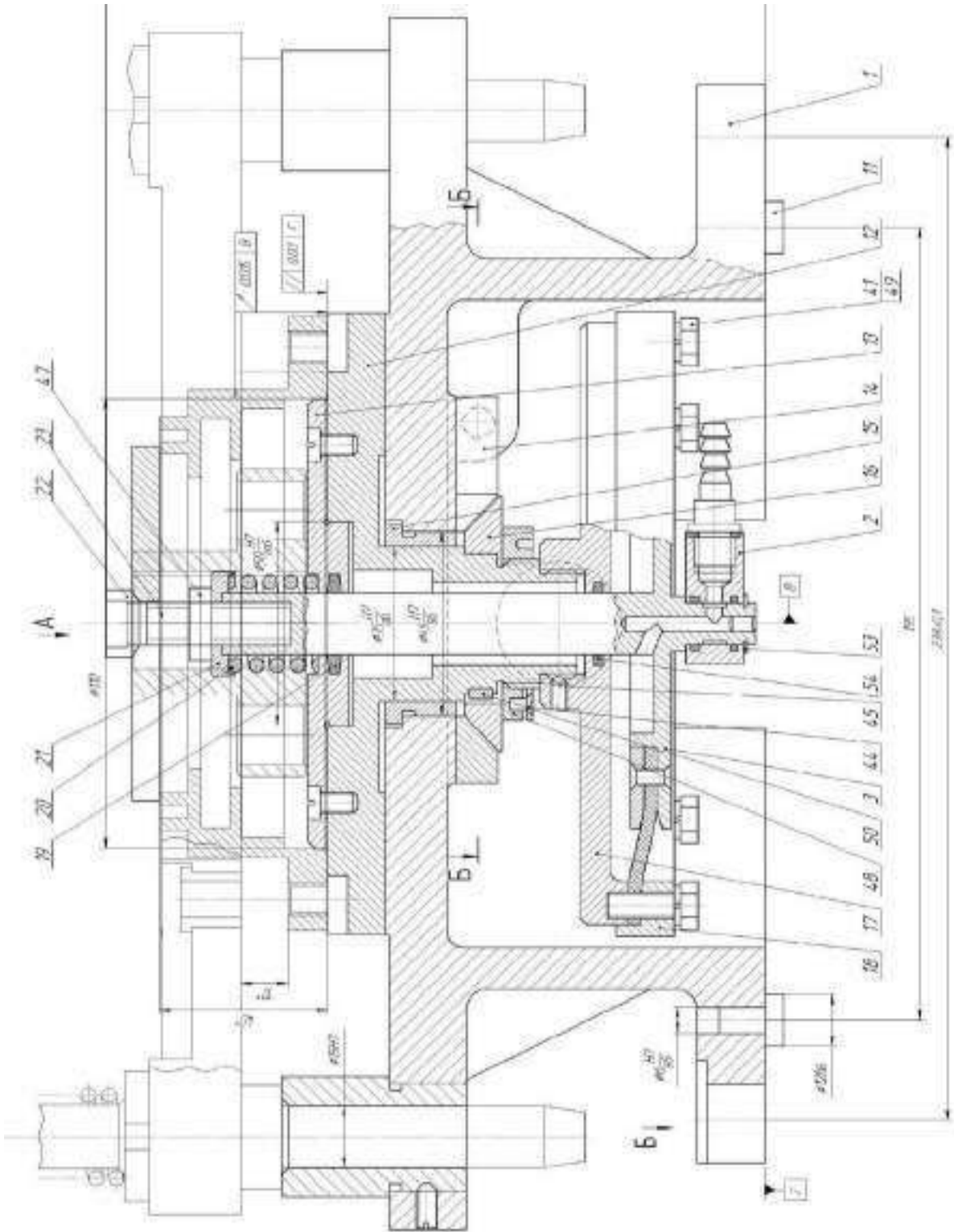


Рисунок 3.3 – Приспособление сверлильное

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

15.03.05.2017.094.00.00 ПЗ

Лист

74

3.1.5 Расчет приспособления на точность

Так как приспособление для обработки заготовок является звеном системы СПИД, от точности его изготовления и установки на станке износостойкости установочных элементов зависит точность получаемых размеров детали. При обработке партии заготовок, имеющих погрешности формы, каждая из них и ее измерительная база при установке в приспособлении занимает различное положение. На практике в технических расчетах приспособлений на точность ограничиваются упрощенными плоскими схемами расчета со справочными данными.

Погрешность изготовления приспособления по параметрам установочной и направляющей базы приспособления

$$\varepsilon_{\text{пп}} \leq \delta - k_T \cdot \sqrt{(k_{T1} \cdot \varepsilon_{\bar{\sigma}})^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_Y^2 + \varepsilon_{\text{И}}^2 + \varepsilon_{\text{П}}^2 + (k_{T2} \cdot \omega)^2},$$

где δ – допуск выполняемого размера заготовки, $\delta = 0,12$ мм;

k_T – коэффициент, учитывающий отклонение рассеяния значений составляющих величин от закона нормального распределения, $k_T = 1$;

k_{T1} – коэффициент, учитывающий уменьшение предельного значения погрешности базирования при работе на настроенных станках, $k_{T1} = 0,8$;

k_{T2} – коэффициент, учитывающий долю погрешности обработки в суммарной погрешности, вызываемой факторами, независимыми от приспособления, $k_{T2} = 0,6$;

ω – экономическая точность обработки: $\omega = 0,075$.

Погрешности, зависящие от приспособления ($\varepsilon_{\bar{\sigma}}, \varepsilon_3, \varepsilon_{\text{И}}, \varepsilon_{\text{П}}$), рассчитываем по принятой схеме базирования. Погрешность закрепления принимаем при закреплении пневматическим зажимом с предварительно обработанной поверхностью детали на плоскую поверхность $\varepsilon_3 = 0,06$ мм.

Погрешность от износа элементов приспособления принимается $\varepsilon_{\text{И}} = 0,01$ мм.

Погрешность установки приспособления на станке $\varepsilon_Y = 0$, так как осуществляется надежный контакт установочной плоскости приспособления с плоскостью стола станка.

Погрешность базирования $\varepsilon_{\bar{\sigma}} = 0$, так как в данном случае нет отклонения достигнутого положения заготовки от требуемого, чтобы

$$\varepsilon_{\text{пп}} \leq \delta - k_T \cdot \sqrt{(k_{T1} \cdot \varepsilon_{\bar{\sigma}})^2 + \varepsilon_3^2 + \varepsilon_Y^2 + \varepsilon_{\text{И}}^2 + (k_{T2} \cdot \omega)^2}.$$

Подставляем значения, получаем:

									Лист
									75
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.05.2017.094.00.00 ПЗ				

$$\varepsilon_{\text{пп}} = 0,3 - 1 \cdot \sqrt{(0,8 \cdot 0)^2 + 0,06^2 + 0^2 + 0,01 + (0,6 \cdot 0,075)^2} = 0,044 \text{ мм}$$

Выполним расчет точности изготовления приспособления из условия обеспечения допуска межцентрового расстояния осей получаемых отверстий заготовки номинальным. При сверлении отверстий по кондуктору половину допуска расстояния между осями кондукторных втулок (расчетный параметр) можно определить при условии, что середины полей допусков межцентровых расстояний в деталях и кондукторной плите совпадают, по формуле

$$\varepsilon_{\text{пр}} = \delta - (\Sigma s + \Sigma e + \Sigma \text{п}),$$

где, δ - односторонний допуск расстояния между осями отверстий в заготовке,

Σs -сумма максимальных радиальных зазоров;

Σe -сумма эксцентриситетов втулок;

$\Sigma \text{п}$ -сумма погрешностей от перекоса инструментов, которые рассчитываются по формулам.

Сумма максимальных радиальных зазоров определяется из выражения

$$\Sigma s = s_1 + s_2,$$

где s_1 и s_2 максимальные радиальные зазоры между втулками и инструментом.

Посадка при сверлении по кондукторной втулке F8/h6. Находим по таблице поля допусков вала и отверстия посадки.

Для вала по h6:

нижнее отклонение равно $-0,01$ мм;

верхнее отклонение равно 0 мм.

Для отверстия по F8:

нижнее отклонение равно $+0,020$ мм,

верхнее отклонение равно $+0,053$ мм.

Определяем максимальный зазор, верхнее отклонение размера отверстия минус нижнее отклонение размера вала:

$$S_{\text{max}} = ES - ei,$$

$$S_{\text{max}} = 0,053 - (-0,01) = 0,063 \text{ мм};$$

$$\Sigma s = 0,063 + 0,063 = 0,126 \text{ мм}.$$

Сумма эксцентриситетов

$$\Sigma e = e_1 + e_2,$$

					15.03.05.2017.094.00.00 ПЗ	Лист
						76
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

где e_1 и e_2 – допуски соосности кондукторных втулок, $e_1=e_2=0,005$ мм.

$$\Sigma e = 0,005 + 0,005 = 0,01 \text{ мм}$$

Σ_{Π} – сумма погрешностей от перекоса инструментов, рассчитываются по формуле

$$\varepsilon_{\Pi} = \frac{2 \cdot s_1' \cdot m}{l} \text{ мм,}$$

где s_1' – односторонний максимальный радиальный зазор между втулкой и инструментом;

l – длина направляющего элемента (втулки), $l=18$ мм ;

m – зазор между нижним торцом кондукторной втулки и поверхностью заготовки, через который выбрасывается стружка, для вязких материалов принимается $m=d$, $m=14$ мм.

$$\varepsilon_{\Pi} = 2 \cdot 0,063 \cdot 22/18 = 0,154 \text{ мм}$$

$$\varepsilon_{\text{пр}} = 0,3 - (0,126 + 0,01 + 0,154) = 0,01 \text{ мм}$$

Точность обеспечивается, т.к. точность данного приспособления обеспечивает заданную точность детали, так как для обеспечения размера с заданным позиционным допуском межосевого расстояния отверстий детали равным 0,08мм получили значение допуска межосевого расстояния кондукторных втулок приспособления равное 0,01мм.

Полученное значение $\varepsilon_{\text{пр}}$ является половиной допуска расстояния между осями кондукторных втулок.

3.2 Проектирование фасонного резца

В качестве специального режущего инструмента конструируем фасонный резец, предназначенный для точения канавки. Пластина резца изготовлена из твердого сплава ВК8 ГОСТ 15527-70, а державка из стали 40Х ГОСТ 4543-71. Материал припоя - Латунь Л68 или другой марки ГОСТ 15527-70. Толщина слоя припоя 0,1 мм. Разрыв слоя припоя не должен превышать 20% его общей длины.

Расчет токарного резца.

Главная составляющая сила при точении [10].

$$P = 9,81 \cdot C_{\text{pz}} \cdot t^{\text{xpz}} \cdot S^{\text{ypz}} \cdot K_{\text{pz}},$$

									Лист
									77
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.05.2017.094.00.00 ПЗ				

где $C_{pz} = 92$ $x_{pz} = 1$ $y_{pz} = 0,75$ $K_{pz} = 1$

$$P = 9,81 \cdot 300 \cdot 1,5^1 \cdot 0,1^{0,75} \cdot 1 = 785 \text{ Н} = 79 \text{ кгс}$$

При условии, что $h = 1,6v$, ширина прямоугольного сечения корпуса резца.

$$v = \sqrt[3]{\frac{6 \times Dz \times l}{2,56 \times Q_{\text{и.д.}}}} = \sqrt[3]{\frac{6 \times 79 \times 45}{2,56 \times 20}} = \sqrt[3]{513} = 18,8 \text{ мм.}$$

Принимаем ближайшее большее сечение корпуса $v = 20$ мм.

Руководствуясь приведённым соотношениям, получим высоту корпуса резца

$$h = 1,6 \cdot v = 1,6 \cdot 20 = 25,6 \text{ мм.}$$

Принимаем $h = 25$ мм.

Проверяем прочность и жесткость корпуса резца:

Максимальная нагрузка, допускаемая прочностью резца:

$$P_{z \text{ доп}} = \frac{b \times h^2 \times Q_{\text{и.д.}}}{6 \times l} = \frac{20 \times 25^2 \times 20}{6 \times 45} = 926 \text{ кгс.}$$

Максимальная нагрузка, допускаемая жесткостью резца:

$$P_{z \text{ жест}} = \frac{3 \times f \times E \times J}{l^3} = \frac{3 \times 0,05 \times 19500 \times 26042}{45^3} = 836 \text{ кгс}$$

где $f = 0,05$ мм - допускаемая стрела прогиба резца при чистовом точении;

$E = 19500$ кгс/мм² - модуль упругости материала корпуса резца;

$L = 35$ мм - вылет резца;

J - момент инерции прямоугольного сечения корпуса резца:

$$J = \frac{b \times h^3}{12} = \frac{20 \times 25^3}{12} = 26042 \text{ мм}^4$$

Резец обладает достаточными прочностью и жесткостью, т.к.

$$P_{z \text{ доп}} > P_z < P_{z \text{ жест}}$$

									Лист
									78
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.05.2017.094.00.00 ПЗ				

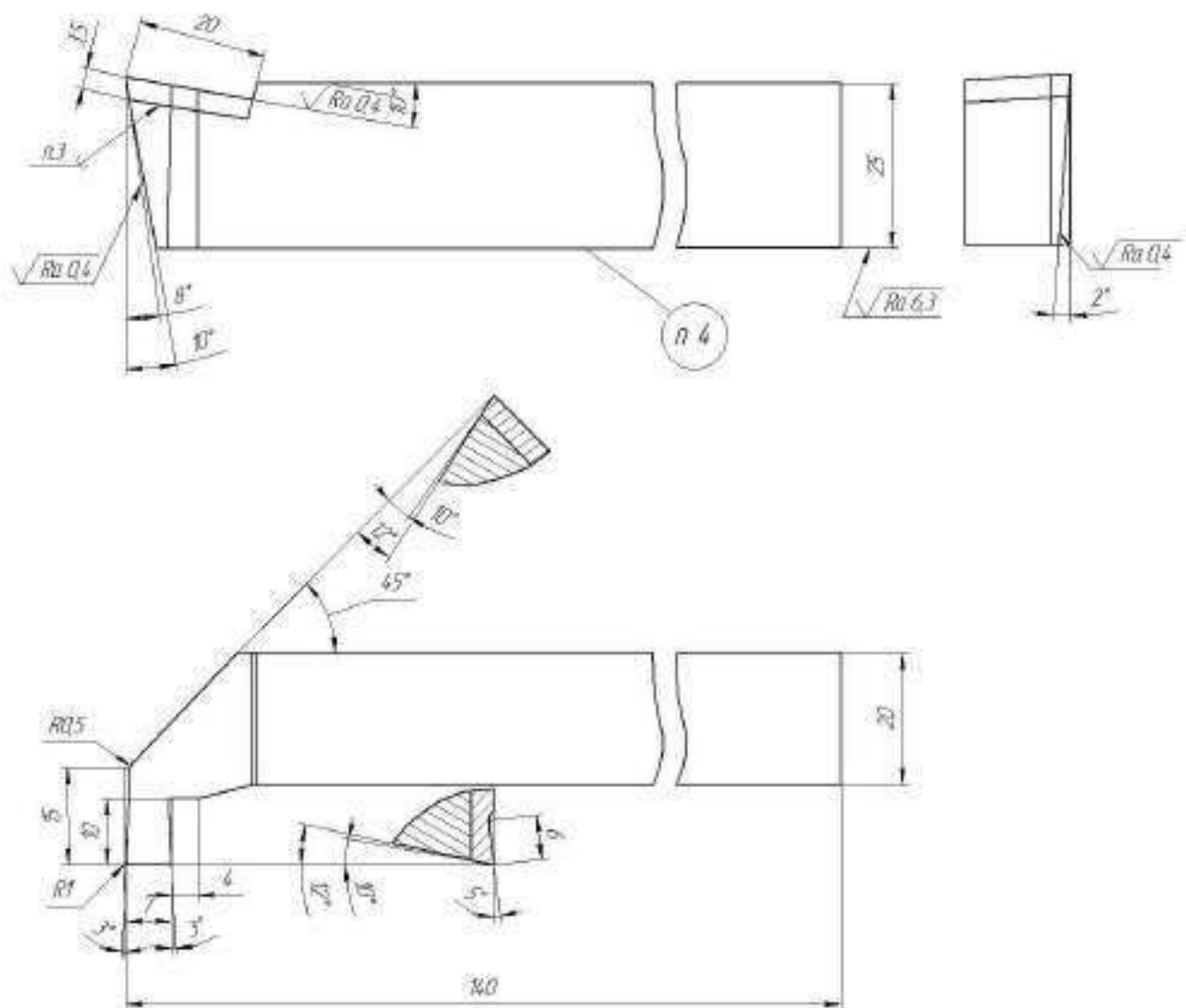


Рисунок 3.9 – Эскиз резца

3.3 Проектирование приспособления для контроля торцового биения

Измеряемая деталь устанавливается и центрируется по поверхности, которая указана в качестве базы и обозначения допуска. Тем самым мы совмещаем установочную и измерительную базу, тогда погрешность базирования равна нулю. Поскольку база на детали резьба, то при центрировании по поверхности резьбы, она является и установочной и направляющей. В качестве применяемого устройства выбираем оправку с прецизионным вращением.

3.3.1 Разработка схемы измерения

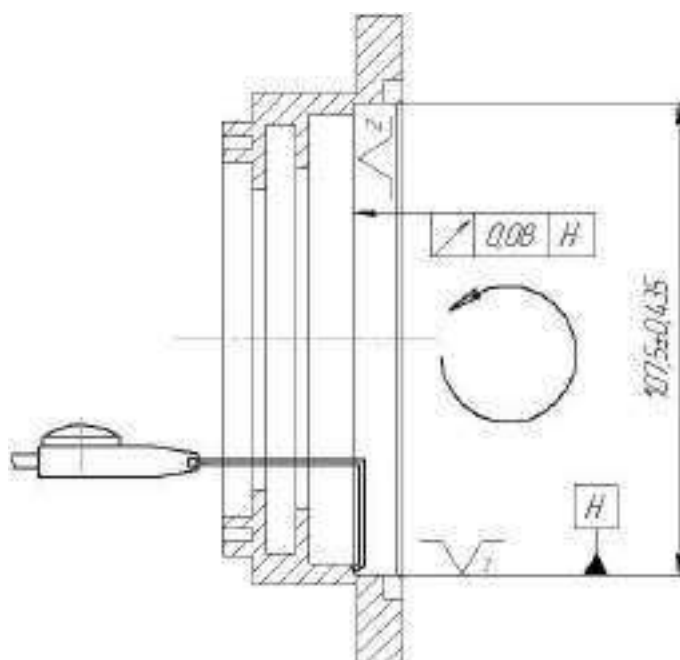


Рисунок 3.7 – схема измерения

3.3.2 Разработка схемы приспособления

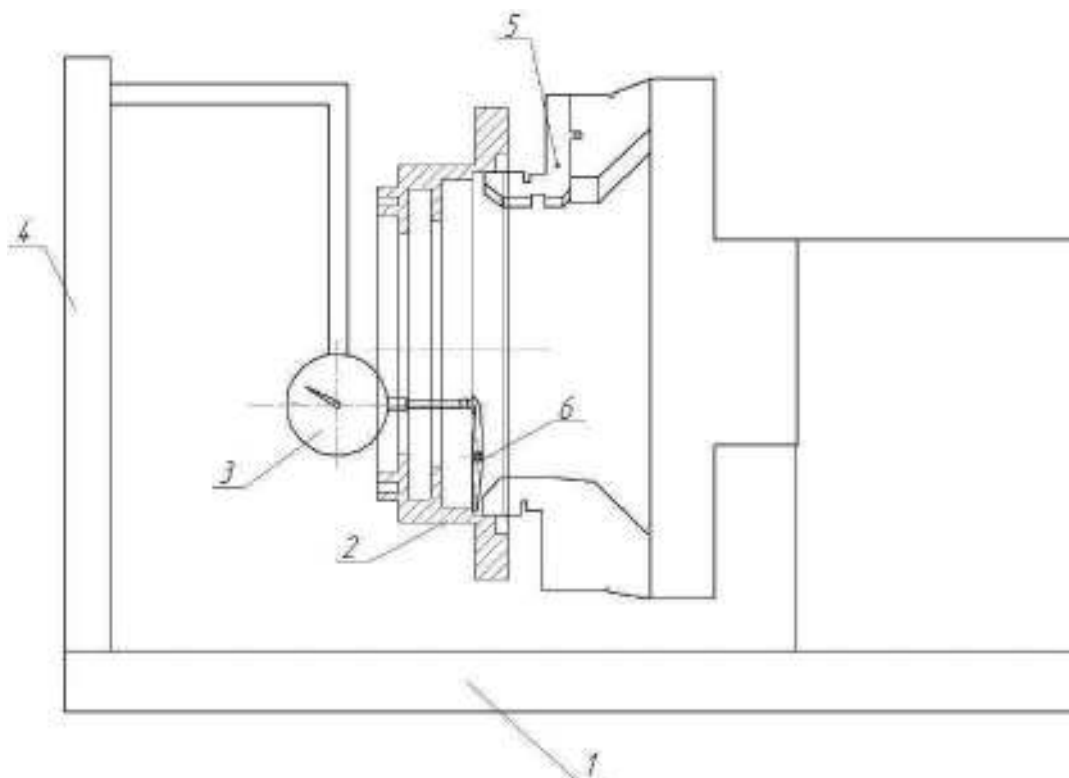


Рисунок 3.8 – схема приспособления

3.3.3 Компоновка контрольного приспособления

Более точное центрирование детали по наружным цилиндрическим поверхностям производят мембранные патроны, в соответствии с рисунком 3.9.

На шпиндель поз 11 приспособления закреплена мембрана поз 15 с тремя выступами, на которых установлены зажимные кулачки поз 5. Перед установкой детали при помощи тяги поз 8 нажимают на центральную часть мембраны, она выпучивается и кулачки расходятся в стороны. В разведенные кулачки вставляют контролируемую деталь и снимают с мембраны центральную нагрузку. Стремясь вернуться в исходное положение, она охватывает деталь, надежно ее центрируя.

Проверку биения поверхности производят индикатором поз 24, установленным на поворотной стойке 4. Стойка обладает большой универсальностью, так как дает возможность перемещать индикатор по высоте, изменять вылет и поворачивать его вокруг осей вертикальной стойки и горизонтальной державки. Крепление индикатора осуществляется за ушко. При этом чугунное квадратное основание придает стойке устойчивость. На верхнем торце втулки 2 имеются два крестообразно расположенных призматических фиксирующих пазов.

Штифт поз 28, запрессованный в паз поз 3, входит в один из призматических пазов, тем самым закрепляя положение стойки. При повороте пальца поз 3 штифт поз 28, выйдя из призмы и скользя по торцу втулки 2, западает во вторую призму, фиксируя, таким образом, второе угловое положение индикаторной державки. Постоянство положения индикатора обеспечивается центричностью от штифта поз 28 относительно поверхности пальца поз 3 и призматических пазов относительно отверстия втулки 1.

Индикатор на положение «0» настраивают по аттестованной детали – эталлону.

3.3.4 Расчет приспособления на точность

Для обеспечения точности приспособления должно выполняться неравенство [11]

$$T \geq \Sigma \Delta$$

$$\Sigma \Delta = 1,2\sqrt{\Delta 1^2 + \Delta 2^2 + \Delta 3^2}, \text{ мм}$$

где T – допуск обрабатываемой поверхности, $T = 0,62$;

$\Sigma \Delta$ – суммарная погрешность

$\Delta 1^2$ – погрешность установки, мм;

$\Delta 2^2$ – погрешность обработки, мм;

$\Delta 3^2$ – погрешность приспособления, мм.

Погрешность установки определяется по формуле [11]

									Лист
									81
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.05.2017.094.00.00 ПЗ				

$$\Delta = \sqrt{\Delta_6^2 + \Delta_3^2}, \text{ мм,}$$

где Δ_6 – погрешность базирования, при данной схеме базирования $\Delta_6=0$;
 Δ_3 – погрешность закрепления, $\Delta_3=0,04$ мм.

Подставив значения получим

$$\Delta = \sqrt{0+0,04^2} = 0,04 \text{ мм.}$$

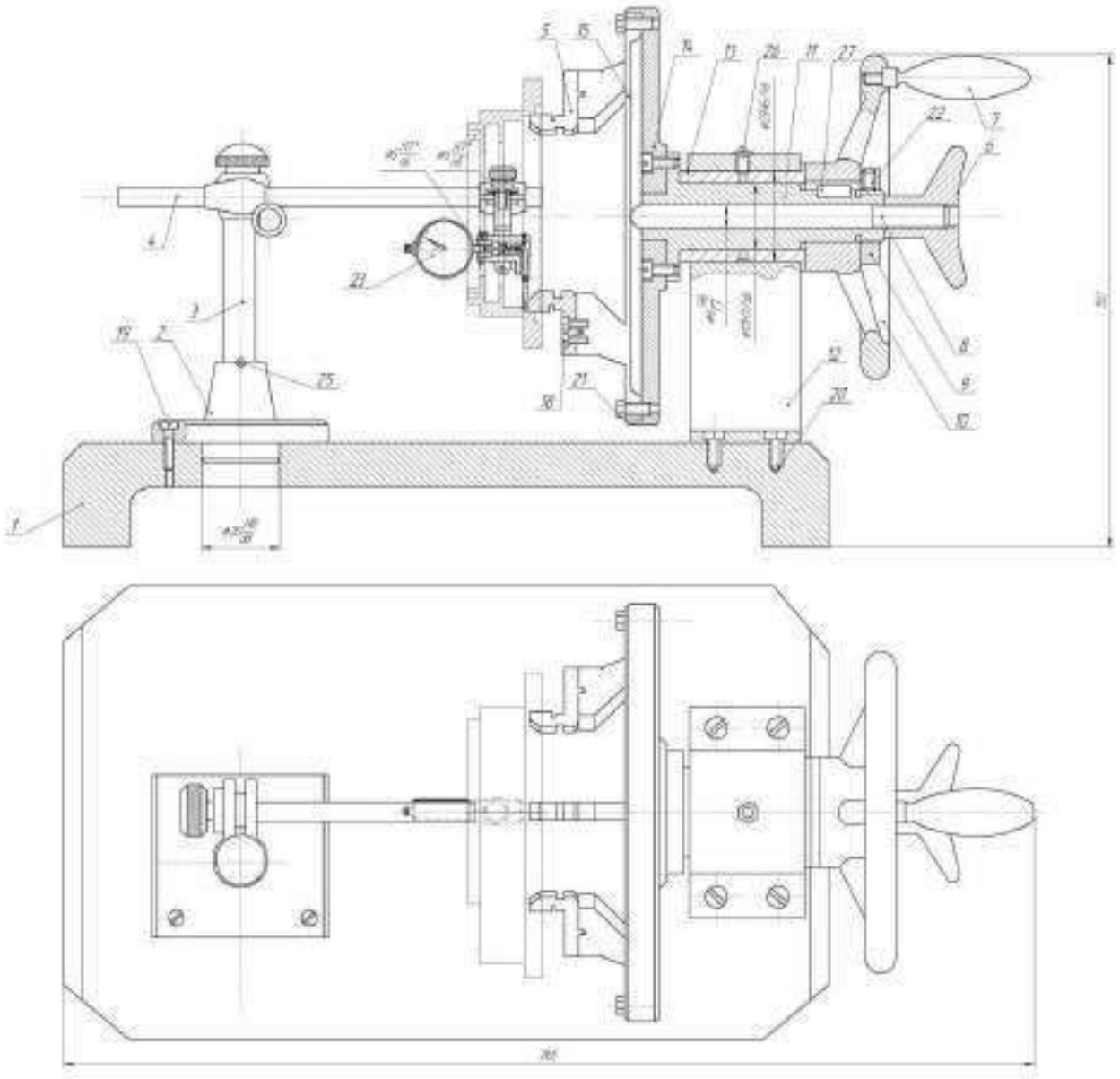


Рисунок 3.9 – контрольное приспособление

Принимаем $\Delta_{обр}=0,003$ мм, $\Delta_{пр}=0,004$ мм.

Подставив значения, получим

					15.03.05.2017.094.00.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		82

$$\Sigma\Delta=0,04+0,003+0,004=0,047$$

Подставив значения в неравенство, получим

$$0,62 \geq 0,047 \text{ мм.}$$

Таким образом, неравенство выполняется и заданная точность достигается.

Выводы по разделу три

В конструкторском разделе выпускной квалификационной работы спроектировано сверлильное приспособление для сверления 8 отверстий, фасонный резец, приспособление для контроля торцового биения.

					15.03.05.2017.094.00.00 ПЗ	Лист
						83
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

4 СТРОИТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ

4.1 Выбор и определение количества оборудования

Предлагается спроектировать поточную линию. Работа линии будет осуществляться в две смены.

Число станков определяется по каждой операции по формуле [12]

$$C'_p = \frac{t_{шт}}{\tau},$$

где $t_{шт}$ – штучное время, мин;

τ – такт выпуска деталей, мин.

Такт выпуска деталей (мин) рассчитывается по формуле [12]

$$\tau = \frac{\Phi_0 \times 60}{N^{ГР}},$$

где Φ_0 – эффективный годовой фонд времени работы оборудования, ч,
 $N^{ГР}$ – годовой объём выпуска деталей, шт.

При двусменном режиме работы $\Phi_0=4015$ ч. Годовой объём выпуска деталей $N^{ГР}=50000$ штук. Тогда по формуле такт выпуска деталей будет равен

$$\tau = \frac{4015 \times 60}{50000} = 4,8 \text{ мин.}$$

При расчёте необходимого количества оборудования полученное число станков округляется до ближайшего большего числа, получая при этом расчётное число станков C'_p для данной операции. После этого определяется коэффициент загрузки станков для каждой операции, который равен

$$K_3 = \frac{C'_p}{C_p}.$$

Рассчитаем число станков для 05 операции – C'_p , округлим полученное значение до ближайшего большего числа.

05 Токарная

$$C'_p = \frac{1,91}{4,8} = 0,4 \text{ шт.}$$

Принимаем $C_p = 1$ шт.

					15.03.05.2017.094.00.00 ПЗ	Лист
						84
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Данные для расчёта необходимого количества оборудования для всех технологических операций представлены в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Количество станков по операциям

Операция	τ , мин.	$t_{шт}$, мин	C'_p , шт.	C_p , шт.	K_3
05	4,8	1,91	0,4	1	0,4
10		10,3	2,15	3	0,72
15		1,7	0,35	1	0,35
20		10,9	2,27	3	0,76
25		9,1	1,9	2	0,95
30		3,6	0,75	1	0,75
35		1,3	0,27	1	0,27
40		0,54	0,12	1	0,12
45		7,1	1,48	2	0,74
50		32,4	6,75	7	0,96
55		8,6	1,79	2	0,89
Σ				18,23	24

Средний коэффициент загрузки станков проектируемого участка рассчитывается по формуле [12]

$$K_3^{ср} = \frac{\sum C'_p}{\sum C_p},$$

$$K_3^{ср} = \frac{18,23}{24} = 0,76$$

График загрузки оборудования представлен на рисунке 4.1

На разрабатываемом участке принятое число станков равно 24 штуки.

Таблица 4.2 – Оборудование

№ операции	005	010	015	020	025	030	035	040	045	050	055
Количество станков	1	3	1	3	2	1	1	1	2	7	2
Модель станка	NEF 400	NEF 400	NEF 400	NEF 400	NEF 400	NEF 400	NEF 400	2170	СПФ500-AB	СПФ500-AB	СПФ500-AB

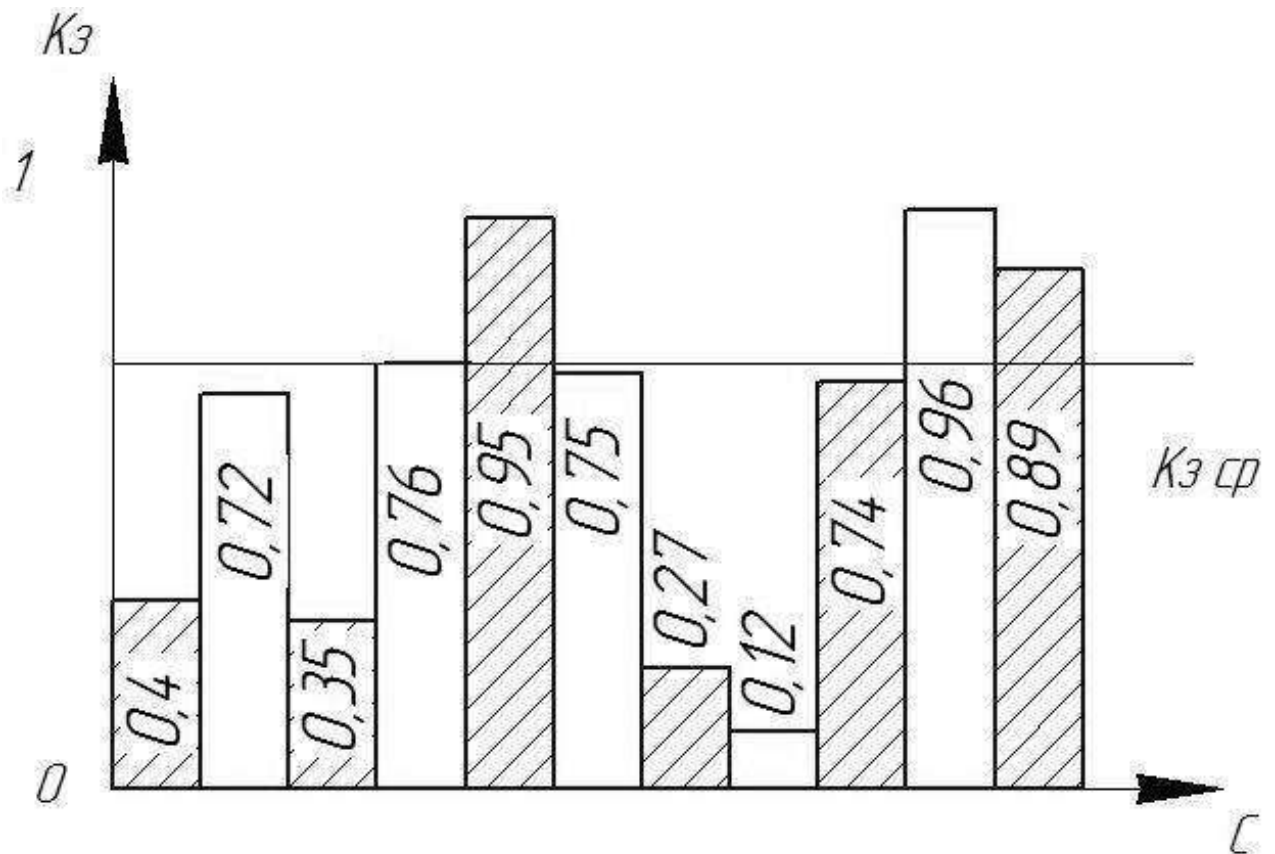


Рисунок 4.1 – График загрузки оборудования

4.2 Определение состава и количества работающих

Расчет численности производственных рабочих $R_{п}$ производится по каждой операции, исходя из трудоемкости работ за год по формуле [12]

$$R_{п.рас.} = \frac{(t_{шт} \cdot N^{ГР})}{F_{др} \cdot 60 \cdot S_{м}}, \text{ чел.},$$

где $F_{др}$ - действительный годовой фонд времени производственного рабочего (1860);

$N^{ГР}$ - годовой объем выпуска деталей, шт.

$S_{м}$ - количество станков - дублеров, которое может обслужить один рабочий.

Определим число станочников для каждой операции.

05 Токарная

$$R_{п.рас.} = \frac{1,91 \cdot 50000}{1860 \cdot 60 \cdot 1} = 0,85$$

Результаты расчета для всех технологических операций приведены в таблице 4.3.

Таблица 4.3 – Проверка возможности многостаночного обслуживания

№ опер.	t_0	$t_{\text{ВСП}}$	S_M	$T_{\text{шт}}$	$R_{\text{п рас.}}$
005	0,6	1,17	1	1,91	0,85
010	5,83	3,69	2	10,3	2,30
015	0,57	1,03	1	1,7	0,76
020	6,1	3,99	2	10,9	2,44
025	0,71	3,69	1	9,1	4,07
030	1,0	3,99	1	3,6	1,61
035	0,2	3,99	1	1,3	0,58
040	0,1	3,68	1	0,54	0,24
045	3,76	3,99	1	7,1	3,18
050	2,89	3,99	1	32,4	14,5
055	2,37	3,99	1	8,6	3,85
Σ					36

Из таблицы видно, что многостаночное обслуживание возможно на 010 и 020 операциях.

Таким образом, для обслуживания четырнадцати станков потребуется 36 основных рабочих для работы в две смены ($P_0=18$ человек).

Численность вспомогательных рабочих определяется в зависимости от числа основных рабочих.

$$P_{\text{ВСП}}=0,25 \cdot P_0,$$

$$P_{\text{ВСП}}=0,25 \cdot 1=4,5 \text{ чел.}$$

Численность инженерно-технических работников определяется в зависимости от числа станков

$$P_{\text{ИТР}}=0,2 \cdot \Sigma C_p,$$

$$P_{\text{ИТР}}=0,2 \cdot 18=3,6 \text{ чел.}$$

Число служащих механических цехов определяется от числа основных рабочих

$$P_{\text{СЛ}} = 0,019 \cdot P_0,$$

$$P_{\text{СЛ}} = 0,019 \cdot 18 = 0,342 \text{ чел.}$$

4.3 Выбор типов транспортных средств

4.3.1 Определение потребного количества мостовых кранов

В качестве погрузочного и транспортного устройства на участке применяется кран однобалочный мостовой грузоподъемностью 10 т, управляемый с помощью подвесного кнопочного пульта.

Расчёт потребного количества мостовых кранов проводится на основе веса перемещаемых грузов и количества крановых операций. Потребное количество кранов определяется по формуле [12]

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

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

i – количество крановых операций на один перевезенный груз;

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

m – количество рабочих смен в сутки, $m=1$;

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

V_{cp} – средняя скорость движения крана, $V_{cp} = 30$ м/мин;

t_3 – время на одну загрузку, $t_3=2$ мин;

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

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

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

Количество перевезенных грузов определяется по формуле [12]

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

где $N^{\text{год}}$ – годовая программа выпуска деталей, $N^{\text{год}} = 50000$ шт;

G_1 – вес одной детали, кг;

G_k – вес контейнера с деталями, кг.

Вес одной детали $G_1 = 1,34$ кг. Вес контейнера с деталями принимается равным 400 кг. Тогда с учётом принятых данных количество перевезённых грузов равно

$$D = \frac{50000 \cdot 1,34}{400} = 167$$

Количество крановых операций (загрузок и разгрузок) на один перевезённый груз равно 10. Средняя длина пути на одну крановую операцию принимается равной длине участка с учетом возврата крана, то есть $l_{cp} = 112$ м. Тогда потребное количество кранов равно

$$K = \frac{167 \cdot 10}{240 \cdot 1} \cdot \frac{\left(\frac{112}{30} + 2 + 2\right)}{480 \cdot 0,85} = 0,12$$

Принимаем $K = 1$ шт.

									Лист
									88
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.05.2017.094.00.00 ПЗ				

4.3.2 Расчет подвешенного конвейера

Передача деталей с одного рабочего места на другое осуществляется при помощи подвешенного конвейера. Детали транспортируются в специальной таре.

При расчете подвешенных конвейеров используют скорость

$$V = \frac{l}{r \cdot n}$$

где l – шаг подвесок, $l = 5$ м;

n – количество изделий на одной подвеске, 20 шт;

r – такт работы, мин.

$$V = \frac{5}{4.8 \cdot 20} = 0,05 \text{ м/мин}$$

4.4 Расчет площадей для складирования заготовок и деталей

Площадь склада материалов и заготовок или дооперационного задела определяется по формуле [12]

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

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

q – средняя допустимая нагрузка на 1 м^2 полезной площади пола, $q = 1$ т;

t – среднее количество рабочих дней, в течении которых металл и заготовки хранятся на складе до поступления на обработку, $t = 6$ дней;

$K_{\text{и}}$ – коэффициент использования площади складирования, $K_{\text{и}} = 0,4$.

$$Q_{\text{чер}} = N^{\text{год}} \cdot m_3 = 50000 \cdot 1,76 = 88000 \text{ кг} = 88 \text{ т};$$

Подставив значения в формулу, получим

$$F_{\text{оз}} = \frac{88 \cdot 6}{260 \cdot 1 \cdot 0,4} = 7,3, \text{ м}^2$$

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

Потребную площадь для промежуточного склада рассчитывают по формуле

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

					15.03.05.2017.094.00.00 ПЗ	Лист
						89
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

где Q – масса деталей годового объема выпуска, подлежащих хранению, т;
 q_1 – средняя допустимая нагрузка на 1 м^2 , $q_1 = 1 \text{ т}$;
 t_1 – число рабочих дней запаса, $t_1 = 6$ дней;
 K_n – коэффициент использования площади, $K_n = 0,4$

$$Q = N^{\text{год}} \cdot m_{\text{д}} = 50000 \cdot 1,34 = 67000 \text{ кг} = 67 \text{ т}$$

Подставив значения, получим

$$F_{\text{сд}} = \frac{67 \cdot 6}{260 \cdot 1 \cdot 0,4} = 5,5, \text{ м}^2$$

4.5 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 (т) на 1 м^2 площади цеха. Первым этапом рассчитывается масса стружки

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

где $m_{\text{дет}} = 1,34 \text{ кг}$ – масса детали;

$m_{\text{заг}} = 1,76 \text{ кг}$ – масса заготовки для детали.

$$m_{\text{стр}} = \frac{(1,76 - 1,34) \cdot 50000}{1000} = 20 \text{ т.}$$

Площадь цеха определяется по удельной площади, приходящейся на единицу оборудования. 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^2	
	Длина	Ширина	Высота		на один станок	на все станки
NEF 400	3600	2700	2000	12	9,7	116,4
2170	860	560	2400	1	0,48	0,48
СПФ500-АВ	2800	2100	1600	11	5,9	64,9
$\Sigma(S_{\text{уд}})$						181,78

Тогда количество стружки, приходящейся на 1 м² площади цеха будет равно

$$\frac{m_{\text{стр}}}{S_{\text{уд}}} = \frac{20}{181,78} = 0,11 \text{ т/м}^2.$$

Так как $\frac{m_{\text{стр}}}{S_{\text{уд}}} < 0,3 \text{ т/м}^2$, то назначается система уборки стружки М -

механизованная с использованием ручного труда [12].

Определение потребного количества тележек для вывоза стружки с участка

Потребное количество тележек определяется по формуле [12]

$$T = \frac{m_{\text{стр}} \cdot i}{q \cdot 60 \cdot \Phi_{\text{н}} \cdot m \cdot K} \cdot \left(\frac{l_{\text{ср}}}{V_{\text{ср}}} + t_{\text{з}} + t_{\text{р}} \right), \text{ шт.},$$

где: $m_{\text{стр}} = 20 \text{ т} = 20000 \text{ кг}$.

q – заполнение тележки за один рейс;

i – количество транспортных операций с грузом на один рейс;

$\Phi_{\text{н}}$ – номинальный годовой фонд времени работы тележки, $\Phi_{\text{н}} = 2040 \text{ мин}$;

K_1 – коэффициент, учитывающий простои тележки, $K_1 = 0,85$;

$l_{\text{ср}}$ – средний пробег тележки за один рейс, м;

$V_{\text{ср}}$ – средняя скорость тележки, м/мин;

m – количество рабочих смен в сутки, $m = 1$;

$t_{\text{з}}$ – время одной загрузки тележки, $t_{\text{з}} = 10 \text{ мин}$;

$t_{\text{р}}$ – время одной разгрузки тележки, $t_{\text{р}} = 10 \text{ мин}$.

Количество транспортных операций на один рейс равно единице. За один рейс тележка заполняется 100 килограммами стружки, то есть $q = 100 \text{ шт}$. Средний пробег тележки принимается равным $l_{\text{ср}} = 112 \text{ м}$. Скорость тележки равна $V_{\text{ср}} = 50 \text{ м/мин}$ (7 км/ч). Тогда количество тележек будет равно

$$T = \frac{20000 \cdot 10}{100 \cdot 60 \cdot 2040 \cdot 1 \cdot 0,85} \cdot \left(\frac{112}{50} + 10 + 10 \right) = 0,43 \text{ шт.}$$

Принимаем $T = 1 \text{ шт}$.

4.6 Планировка оборудования и определение производственной площади

Планировка оборудования и рабочих мест на участке осуществляется в порядке технологических операций.

Станки на участке, располагаются перпендикулярно проезду. Расстояние между станками выбирается по рекомендациям: при расположении станков «в затылок» расстояние между ними равно 1500 мм, тыльными сторонами – 800 мм, фронтальными сторонами и обслуживании одним рабочим одного станка – 2500

										Лист
										91
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.05.2017.094.00.00 ПЗ					

мм, двух станков – 1500 мм. Для каждого станка, в зависимости от модели, показаны места подвода электроэнергии, средства охлаждения и вентиляции.

В начале участка предусмотрено место складирования заготовок и место складирования деталей. Межоперационное транспортирование деталей осуществляется подвесным конвейером, расположенным вдоль поточной линии. Ширина рабочего места принимается равной 500 мм, рабочей зоны – 800 мм.

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

Для уборки стружки с рабочих мест предусмотрена комбинированная система: стружка с рабочих мест, по линейному конвейеру, поступает в специальные контейнеры, расположенные в конце конвейера в углублении на подъемнике, после заполнения, которых стружка вывозится с территории участка автомобильным транспортом. Для транспортировки контейнеров используется кран однобалочный мостовой грузоподъемностью 10 т.

В качестве противопожарных мероприятий на участке предусмотрены щит пожарного обеспечения, ящик с песком, пожарный кран, имеются свободными пешеходный проход и проезд.

Разработанная планировка показана на рисунке 4.2. Участок обработки располагается вдоль пролёта между проездом шириной 4000 мм и проходом шириной 1400 мм. Проезд предназначен для одностороннего движения автомобильного транспорта. Пешеходный проход предназначен для свободного доступа к рабочим местам.

Из рисунка 4.2 видно, что длина участка $A = 60$ м, ширина участка $B = 16$ м. Тогда площадь участка равна

$$S_{\text{уч}} = A \times B;$$

$$S_{\text{уч}} = 60 \times 16 = 960 \text{ м}^2.$$

Сравним площадь разработанного участка и удельную площадь цеха:

$$S_{\text{уч}} = 960 \text{ м}^2 > S_{\text{уд}} = 181,78 \text{ м}^2.$$

					15.03.05.2017.094.00.00 ПЗ	Лист
						92
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

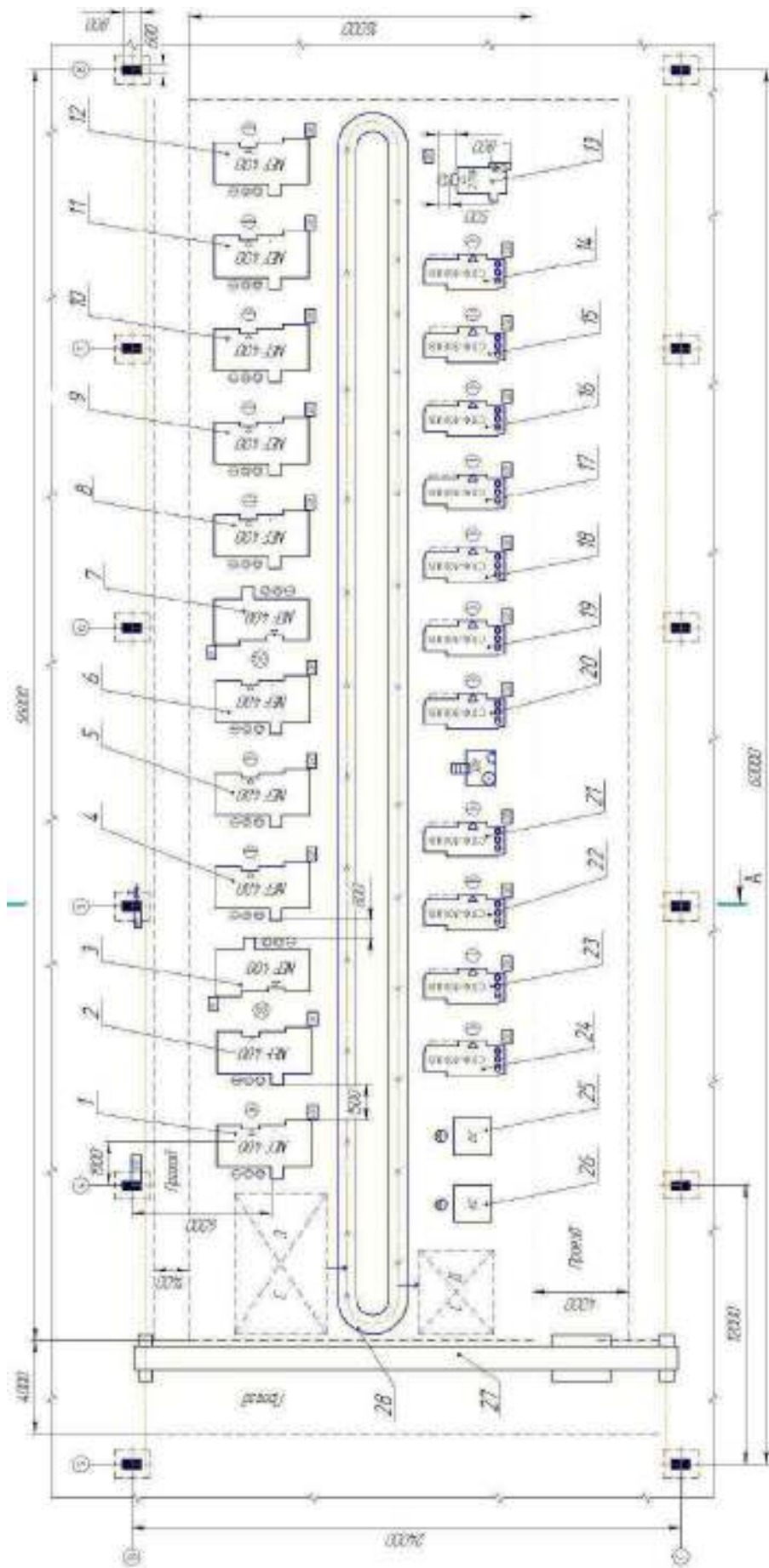


Рисунок 4.2 – Планировка участка

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

15.03.05.2017.094.00.00 ПЗ

4.8 Выбор типа, формы и определение размеров здания

Разработанный участок располагается в среднем пролете шириной 24000 мм и шагом колонн 6000 мм [12].

Высота пролета определяется по схеме, приведенной на рисунке 4.3.

Минимальная высота пролёта определяется по высоте до головки подкранового рельса (рисунок 4.3). Высота до головки подкранового рельса рассчитывается по формуле

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

где h_1 - максимальная высота оборудования, м;

Оборудованием с максимальной высотой является станок модели 2170 высотой 2,45 м.

h_2 - минимальное расстояние между оборудованием и перемещаемым грузом;

h_3 - высота транспортируемых грузов, м;

h_4 - высота крана, м.

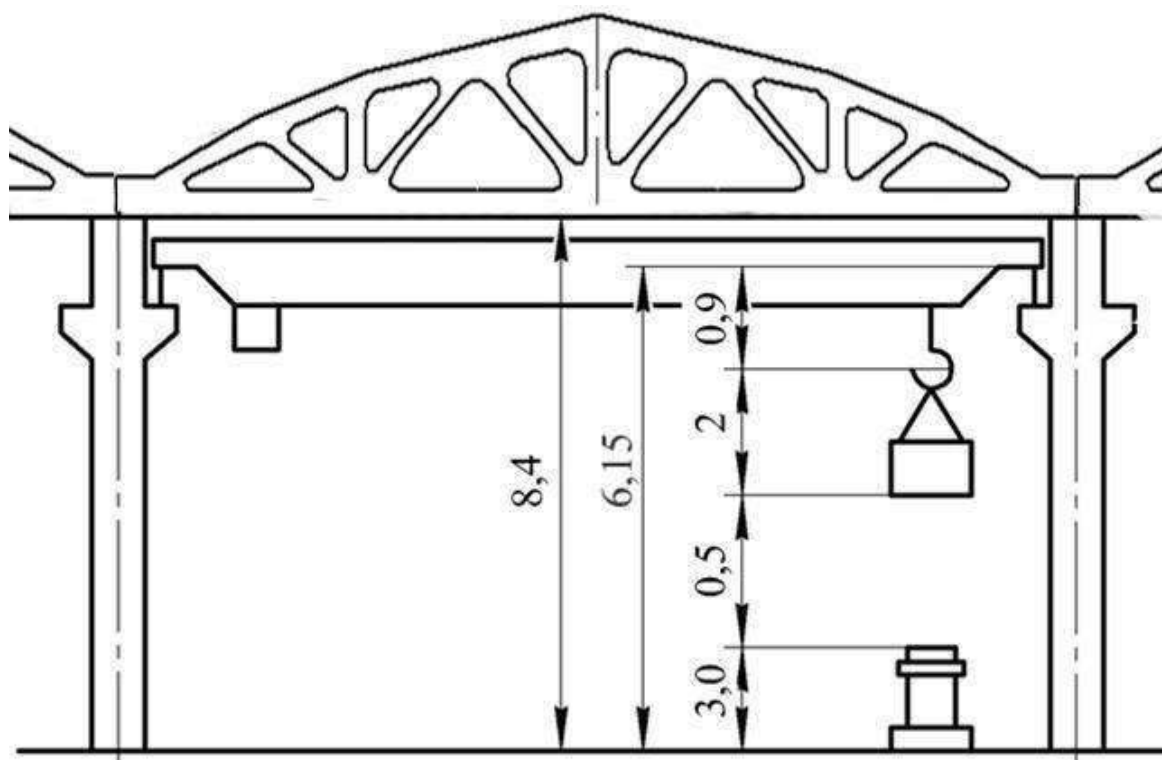


Рисунок 4.3 – Схема расчета высоты кранового пролета

Минимальное расстояние между оборудованием и перемещаемым грузом $h_2 = 0,5$ м. Высота транспортирования грузов принимается равной $h_3 = 2$ м, высота крана – $h_4 = 0,9$ м. С учётом принятых данных

$$H_k = 2,45 + 0,5 + 2 + 0,9 = 5,85 \text{ м.}$$

					15.03.05.2017.094.00.00 ПЗ	Лист
						94
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

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

Колонны здания железобетонные серии КЭ-01-49 с консолями прямоугольного сечения 400×800 мм (рисунок 4.4). Торцовые колонны здания смещены внутрь относительно разбивочной оси на 500 мм. Это необходимо для того, чтобы пропустить колонны фахверка.

Колонны здания железобетонные серии КЭ-01-49 с консолями прямоугольного сечения 400×800 мм высотой 8550 мм (рисунок 4.4).

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 сечения колонны пролётов (рисунок 4.5).

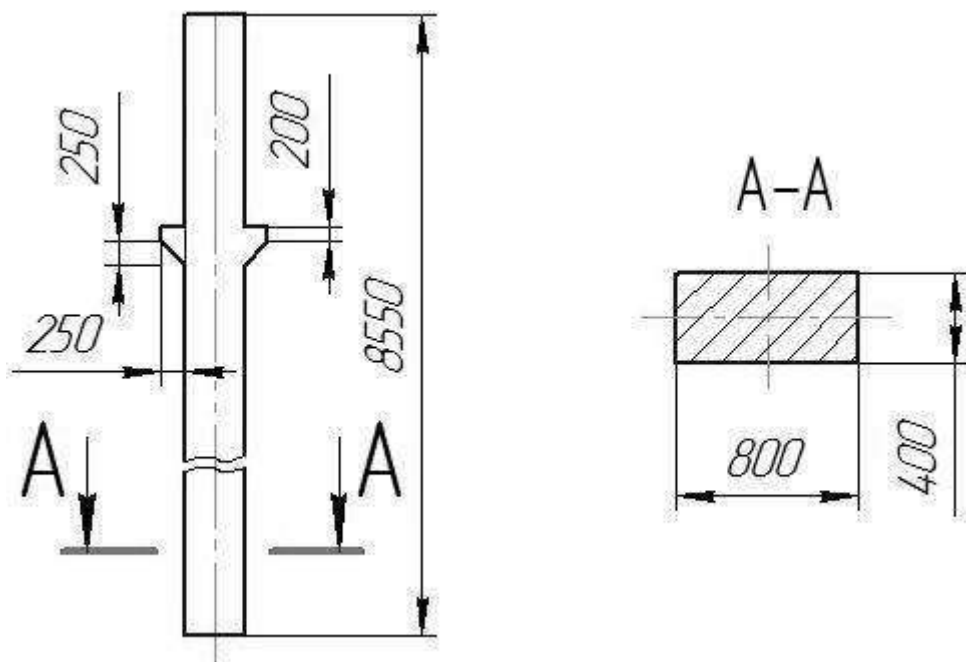


Рисунок 4.4 – Колонна средних пролетов

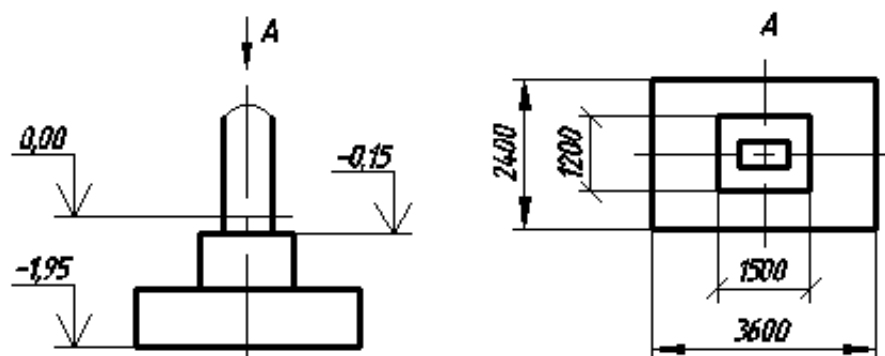


Рисунок 4.5 – Фундамент под колонны

					15.03.05.2017.094.00.00 ПЗ	Лист
						95
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Несущей конструкцией здания являются железобетонные решётчатые фермы серии 1.462-3. Габаритные размеры фермы: длина 23940 мм, высота 3315 мм, толщина 300 мм (рисунок 4.6).

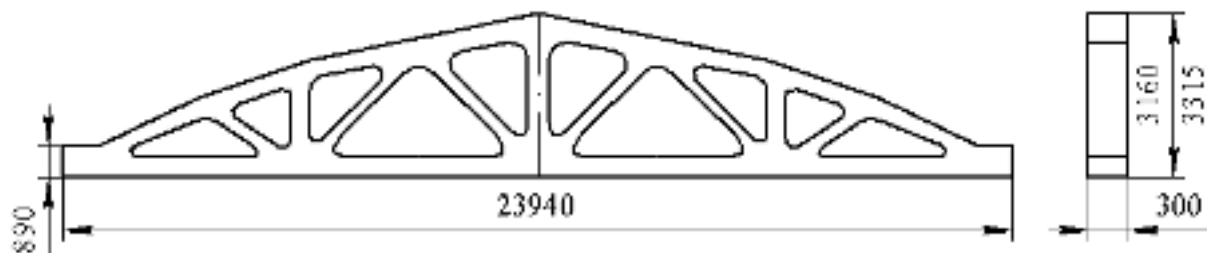


Рисунок 4.6 – Безраскосная ферма серии 1.463-3

Ограждающим покрытием здания является утеплённая многослойная кровля. Кровля состоит из сборных настилов, укладываемых по фермам (рисунок 4.7).

Несущим настилом являются железобетонные плиты. В качестве первого слоя применяется песчано-цементная стяжка, выравнива

ющая плиты покрытия и заполняющая их швы. Она покрывается пароизоляцией из пергаменты по битумной грунтовке. Затем укладывается утеплитель, представляющий собой плиты из пенобетона. Чтобы создать достаточно жёсткое и ровное основание для гидроизоляционного ковра, на поверхность теплоизоляционного покрытия накладывают стяжку из песчаноцементного раствора. Гидроизоляция покрытия здания выполняется из трёх-четырёх слоёв рулонных гидроизоляционных материалов, последовательно наклеиваемых внахлест при помощи горячей битумной мастики. Для улучшения сопротивляемости разрушению дёгтевого ковра под действием солнечной радиации ковёр покрывают слоем светлого гравия с зёрнами размером 6...10 мм, вдавленного в горячем виде в кровельную мастику с помощью катка весом 500 Н.

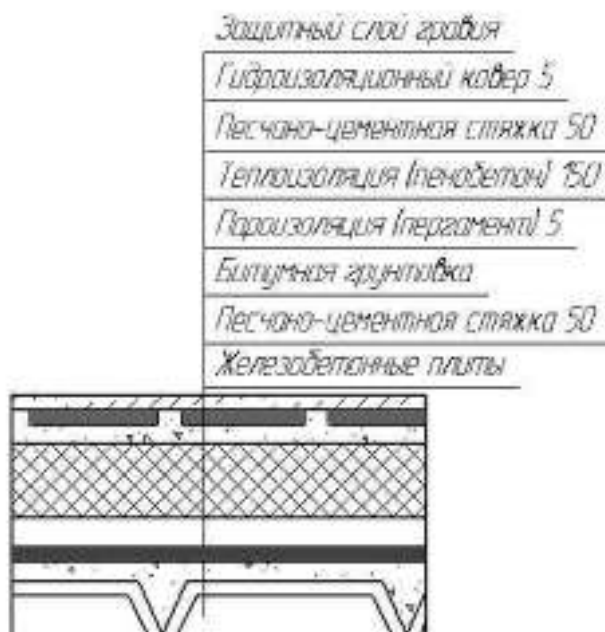


Рисунок 4.7 – Конструкция кровли

					15.03.05.2017.094.00.00 ПЗ	Лист
						96
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

В качестве наружного ограждения применяются стены толщиной 500 мм. Вход на территорию цеха осуществляется через распашные ворота. Ширина ворот 4 м, высота – 3,6 м .

Оборудование на участке устанавливается непосредственно на полу. Пол представляет собой многослойную конструкцию (рисунок 4.8), включающую трамбованный грунт, надёжную бетонную подготовку толщиной 200...300 мм, песчано-цементную стяжку для выравнивания, слой гидроизоляции, а также покрытие пола из бетона.

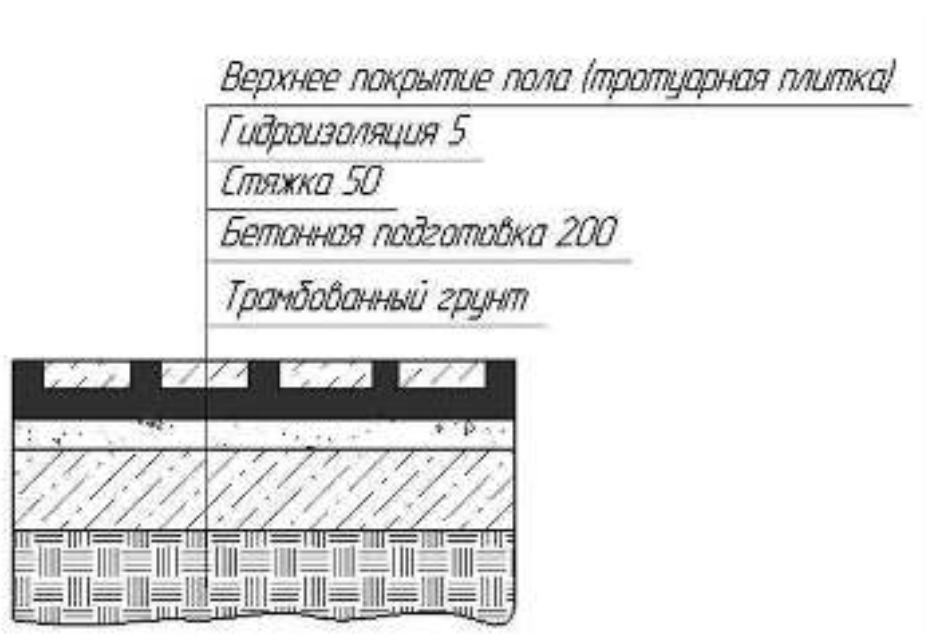


Рисунок 4.8 – Конструкция пола

Выводы по разделу четыре

В строительном разделе выпускной квалификационной работы выполнен расчет необходимого количества оборудования. В качестве погрузочного и транспортного устройства на участке принят однобалочный мостовой кран. Рассчитан подвесной конвейер. Выполнен расчет площадей для складирования заготовок и деталей. Назначена система уборки стружки – механизированная. Окончательным этапом строительного раздела является планирование участка механической обработки.

					15.03.05.2017.094.00.00 ПЗ	Лист
						97
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

5 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

5.1 Определение категории тяжести труда при работе на проектируемом участке.

Механическая обработка детали типа «Крышка», выполняющаяся на данном участке, по своей тяжести относится ко Па категории, как работы связанные с постоянной ходьбой, перемещением и переноской изделий до 1 кг (режущий и измерительный инструмент) сопровождающиеся умеренным напряжением. В соответствии с выбранной категорией тяжести труда устанавливаем требуемые величины оптимальных и допустимых параметров микроклимата.

Установление оптимальных параметров микроклимата проектируемого производственного помещения.

При выборе показателей микроклимата учитываются: период года, категория тяжести работ, характеристика помещения по избыткам явной теплоты. В связи с тем, что параметры микроклимата на участке: температура воздуха, относительная влажность, скорость движения воздуха входят в пределы оптимальных параметров [16], значения которых приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Оптимальные показатели параметров микроклимата

Период года	Категория работы	Температура воздуха, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с
Холодный	Па	18-20	60-40	0,2
Теплый	Па	21-23	60-40	0,3

При температуре воздуха 18° - 20°С, относительной влажности 40-60% и скорости движения воздуха 0,2 м-с в холодный период года, и при температуре 21°-23°С, влажности 40-60% и скорости движения воздуха 0,3 м/с в теплое время года обеспечивается сохранность нормального функционального состояния организма и сохраняются предпосылки для высокого уровня работоспособности. Холодными и переходными периодами года считаются периоды с наружной температурой воздуха ниже +10°С, а теплым периодом года – с наружной температурой выше +10°С. В летний период в отдельных случаях допускается превышение температуры воздуха в рабочей зоне (против наружной): в цехах с тепловыделением до 20ккал/м.час – на 3°С; в цехах с тепловыделением более 20 ккал/м.час – на 5°С. Воздухообмен должен обеспечиваться из расчета на одного работающего. При этом должны быть соблюдены нормы метеорологических условий для производственных помещений, а также допустимые нормы концентрации ядовитых паров, газов и пыли.

Объем помещения на каждого работающего – 15 м. Площадь помещения на каждого работающего – 4,5 м.

									Лист
									98
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.05.2017.094.00.00 ПЗ				

5.2 Расчёт естественного освещения участка

Помещения с постоянным пребыванием людей должны иметь, как правило, естественное освещение.

Естественное освещение подразделяется на боковое, верхнее и комбинированное (верхнее и боковое). В данном случае в цехе предусмотрено двустороннее боковое освещение. Включающее в себя шестнадцать оконных проёмов шириной 3 м и высотой 4,8. Таким образом общая площадь оконных проёмов равна 130,6 м², а площадь одного окна – 14.4 м².

Для обеспечения нормального значения КЕО площадь световых проёмов определяется по формуле:

$$S_o = \frac{e_n \times \eta_0 \times S_n \times K_{зд} \times K_з}{100 \times \tau_0 \times r_1}$$

где: e_n – нормированное значение КЕО

S_o – площадь окон, м²

S_n – площадь пола, м²

τ_0 – общий коэффициент светопропускания

r_1 – коэффициент, учитывающий повышение КЕО от отражённого света

η_0 – световая характеристика окон

$K_{зд}$ – коэффициент затемнения окон от противостоящих зданий

$K_з$ – коэффициент запас

Нормированное значение КЕО, для зданий располагаемых в различных районах следует определять по формуле:

$$e_n = e_n \times m_n,$$

где: n – номер группы обеспеченности естественным светом

e_n – значение КЕО, %

m_n – коэффициент светового климата

Работы, производимые в цехах, соответствуют IV и V разряду зрительных работ. Поэтому значение КЕО выбираем для наивысшего разряда зрительных работ (IV), $e_n=1,5\%$. Значение коэффициента светового климата зависит от ориентации световых проёмов по сторонам горизонта и от группы административных районов России по ресурсам светового климата. Так для Челябинской области $m_n=1$ [5].

По формуле получаем:

$$e_n = 1,5 \times 1 = 1,5\%$$

При боковом двухстороннем освещении r_1 принимается 1,5; η_0 - в промежутке от 8,0 до 15,0; $K_{зд}$ равно 1,0; $K_з$ принимается в промежутке от 1,5 до 2,0, а τ_0 равно 0,9 [6]. Площадь пола цеха равна 590.49 м².

									Лист
									99
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.05.2017.094.00.00 ПЗ				

Таким образом, по формуле определяем расчетную площадь окон

$$S_0 = \frac{1,5 \times 1,2 \times 590,49 \times 1 \times 1,7}{100 \times 0,9 \times 1,5}$$

Расчетная площадь окна равна 13,38 м², что не намного отличается от действительной площади равной 14,4 м².

Поэтому можно считать, что действительная площадь окон соответствует установленным нормам.

3.3 Организация средств коллективной защиты при чрезвычайной ситуации

К средствам коллективной защиты относят разнообразные здания и сооружения, способные защитить население от поражающих факторов.

Убежища - это сооружения, обеспечивающие защиту людей от высоких температур, поражающих газов, пожаров, взрывоопасных, радиоактивных, сильнодействующих ядовитых и отравляющих веществ, ударной волны, проникающей радиации и светового излучения ядерного взрыва и других поражающих факторов, действующих в ЧС.

Укрытия подразделяются на:

- противорадиационные;
- простейшие укрытия.

Противорадиационные укрытия как правило строят заблаговременно специальной службой по специальным строительным нормам и правилам. Такие укрытия при отсутствии используются в хозяйственных целях как бытовые помещения, склады и т.д., но, несмотря на это всегда имеется возможность очень быстрого перевода на использование их по прямому назначению.

Простейшие укрытия (открытые и крытые щели, траншеи, подземные переходы и т. д.) обеспечивают защиту людей от летящих поражающих элементов, а также снижают воздействие радиации. Строятся они при непосредственной угрозе или с возникновением ЧС силами населения из подручных средств и строительных материалов. Сооружают простейшие укрытия вне зон возможных завалов и затоплений.

При себе необходимо иметь двухдневный запас продуктов питания, туалетные принадлежности, необходимые личные вещи, документы и средства индивидуальной защиты.

Основные требования к убежищам:

- наличие ограждающих конструкций, способных выдерживать заданные нагрузки (например ударной волны);
- наличие систем жизнеобеспечения и фильтровентиляционной установки;
- экономичность.

Состав основных помещений в убежище:

- пункта управления и мониторинга;
- медицинского пункта.

									Лист
									100
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.05.2017.094.00.00 ПЗ				

И дополнительных:

- фильтровентиляционной установки (ФВУ);
- дизельной электростанции;
- регенерационной установки;
- продовольственного склада;
- санузла.

Убежища должны быть оснащены тамбур-шлюзами. Не менее важным является обеспечение помещения двумя выходами, расположенными в противоположных концах убежища.

Убежища работают в трех режимах:

- чистой вентиляции (очистка воздуха от пыли);
- фильтровентиляции (очистка воздуха от РВ, ОВ, СДЯВ, бактериальных аэрозолей);
- полной изоляции (при появлении облака СДЯВ, РВ, пожаре).

Помещения убежища оснащают дозиметрическими приборами, приборами химической разведки, защитной одеждой, средствами пожаротушения, аварийными запасами инструментов, средствами аварийного освещения, запасами продовольствия и воды, медицинским имуществом.

При возникновении ЧС может проводиться и экстренная эвакуация по территориальному признаку, т. е. эвакуация от мест проживания или нахождения людей.

В зависимости от масштабов ЧС эвакуацию подразделяют на:

- локальную;
- местную.

По объему эвакуационные мероприятия подразделяют на:

- общую (все население)
- частичную (женщины и дети).

Проведение мероприятий по инженерной, противопожарной, противорадиационной, противохимической и противобактериологической защите включает организацию и проведение спасательных и других неотложных работ, специальную обработку местности, сооружений, технических средств и санитарную обработку людей.

										Лист
										101
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.05.2017.094.00.00 ПЗ					

6 ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

6.1 Расчет цеховой себестоимость детали

6.1.1 Определение расхода и стоимости материалов.

Стоимость материалов определяется исходя из стоимости заготовки с учётом возвратных сумм за реализованные отходы по формулам [13]

$$M = C_3 - C_{отх}, \text{ руб.}$$

$$C_{отх} = Ц_{отх} \times m_{отх} = Ц_{отх} \times (m_3 - m_д), \text{ руб.}$$

$$C_3 = Ц_м \times m_3, \text{ руб.}$$

где M – стоимость основных материалов на деталь, руб

$m_{отх}$ – масса отходов на одну деталь, кг.

m_3 – масса заготовки, кг.

$m_д$ – масса детали, кг.

$Ц_м$ – цена металла за 1 кг, руб.

$Ц_{отх}$ – цена за 1 кг. отходов, руб.

C_3 – стоимость заготовки, руб.

$C_{отх}$ – стоимость отходов, руб.

Расчёт приводится в таблице 6.1.

Таблица 6.1– Расход и стоимость основных материалов

Показатели		Расчет
Деталь	Наименование детали	Клапан
	Масса одной детали	$m_д = 1.34$ кг
Заготовка	Материал	Сталь 35-2ГП
	Вид заготовки	Прокат
	Норма расхода на 1 заготовку	$m_3 = 1,76$ кг
Стоимость материалов	Цена металла за 1 кг	$Ц_м = 1700$ руб/кг
	На 1 заготовку	$C_3 = 1700 \cdot 1,76 = 2992$ руб
Масса отходов	На деталь	$m_{отх} = 0,42$ кг
Стоимость отходов	Цена отходов за 1 кг	$Ц_{отх} = 150$ руб/кг.
	На 1 деталь	$C_{отх} = 150 \cdot 0,42 = 63$ руб.
Стоимость материалов за вычетом отходов	На 1 деталь	$M = (2992 - 63) = 2929$ руб.

6.1.2 Определение заработной платы производственных рабочих

Для оплаты труда рабочих применяется сдельно-премиальная система заработной платы. Рассчитываем сдельные расценки по операциям и результаты расчетов сводим в таблицу 6.2.

$$P_{сд} = (T_{ст} \times T_{штк}) / 60, \text{ руб.}$$

где $T_{ст}$ - часовая тарифная ставка соответствующего разряда работы, принимаются действующие тарифные ставки на базовом предприятии.

$T_{шт}$ - норма штучного времени по операциям

Таблица 6.2–Расчёт сдельных расценок

Наименование операции	$T_{шт\text{мин.}}$	$T_{пз\text{мин.}}$	$T_{штк\text{мин.}}$	$T_{ст\text{руб}}$	Разряд рабочих	$P_{сд\text{руб}}$
05	1,91	25	26,91	61,2	4	27,45
10	10,3	25	35,3	61,2	4	36,01
15	1,7	25	26,7	61,2	4	27,23
20	10,9	25	35,9	61,2	4	36,62
25	9,1	25	34,1	61,2	4	34,78
30	3,6	25	28,6	61,2	4	29,17
35	1,3	25	26,3	61,2	4	26,83
40	0,54	14	14,54	61,2	4	14,83
45	7,1	16	23,1	61,2	4	23,56
50	32,4	16	48,4	61,2	4	49,37
55	8,6	16	24,6	61,2	4	25,09
Итого	-	-	324,54	-	-	330,94

Основная заработная плата Z_o на деталь [13]

$$Z_o = Z_{сд} \cdot \eta_{пр} \cdot \eta_{рк}, \text{ руб}$$

где $\eta_{пр}$ - коэффициент, учитывающий приработок равный 1,6

$\eta_{рк}$ - районный коэффициент равный 1,15

$$Z_o = 330,94 \cdot 1,6 \cdot 1,15 = 608,93 \text{ руб.}$$

Дополнительная заработная плата производственных рабочих Z_d определяется в размере 18% от основной заработной платы.

$$Z_d = Z_o \cdot 0,18, \text{ руб.}$$

$$Z_d = 608,93 \cdot 0,18 = 109,61 \text{ руб.}$$

					15.03.05.2017.094.00.00 ПЗ	Лист
						103
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

6.1.3 Калькуляция цеховой себестоимости детали

Страховые взносы определяются в размере 32,5% от суммы основной и дополнительной заработной платы по формуле [13]

$$З_{стр} = ((З_о + З_д) \times 0,325, \text{ руб.}$$

$$З_{стр} = (608,93 + 109,61) 0,325 = 233,53 \text{ руб.}$$

Общепроизводственные расходы определяются в размере 200% к основной заработной плате производственных рабочих.

$$О_{ПР} = (З_о \times 200) / 100, \text{ руб.}$$

$$О_{ПР} = (608,93 \times 200) / 100 = 1217,86 \text{ руб.}$$

Транспортные - заготовительные расходы определяются в размере 3,5% к стоимости заготовки [13]

$$Т_{ЗР} = 0,035 \times С_з, \text{ руб}$$

$$Т_{ЗР} = 0,035 \times 2992 = 104,72 \text{ руб.}$$

Цеховая себестоимость определяется по формуле [13]

$$С_{ц} = М + Т_{ЗР} + З_о + З_д + З_{стр} + О_{ПР}, \text{ руб}$$

Цеховая себестоимость составляет:

$$С_{ц} = 2929 + 104,72 + 608,93 + 109,61 + 233,53 + 1217,86 = 5203,65 \text{ руб.}$$

По данным расчета составляем калькуляцию цеховой себестоимости детали.

Таблица 6.3 – Калькуляция цеховой себестоимости детали

№ п/п	Статьи затрат	Сумма, руб
1	Материалы (за вычетом отходов)	2929
2	Транспортные - заготовительные расходы	104,72
3	Основная заработная плата	608,93
4	Дополнительная заработная	109,61
5	Страховые взносы	233,53
6	Общепроизводственные расходы	1217,86
Итого: цеховая себестоимость детали (С _ц)		5203,65

Цеховая себестоимость детали «Крышка» составляет 5203,65 руб.

Себестоимость изготовления в базовом варианте равна $C_0=5775,89$ руб, что на 572 руб. 24 коп. больше, чем в проектном.

В связи с внедрением более рациональной заготовки для изготовления детали «Крышка» себестоимость ее изготовления уменьшается, для сравнения в базовом технологическом процессе масса заготовки (1,76 кг) больше, чем в спроектированном технологическом процессе (1,34 кг).

Выводы по разделу шесть

В экономическом разделе выпускной квалификационной работы рассчитана себестоимость изготовления детали «Крышка», выявлена экономическая целесообразность внедрения спроектированного технологического процесса.

					15.03.05.2017.094.00.00 ПЗ	Лист
						105
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенной работы разработан участок механической обработки детали «Крышка».

Проведен анализ исходных данных и сравнение отечественных и зарубежных технологий. Составлен размерный анализ с целью определения оптимального размера заготовки и межоперационных размеров. В качестве заготовки выбрана поковка. Сформированы операции и назначены режимы резания, нормированы технологические операции, разработан технологический процесс механической обработки.

В конструкторском разделе разработаны: сверлильное приспособление для сверления 8-и отверстий, фасонный резец, приспособление для контроля торцового биения.

В строительном разделе спроектирован участок с оптимальным расположением оборудования. Произведен расчет необходимого количества основных и вспомогательных рабочих. Определено количество подъемно-транспортного оборудования. Рассчитана производственная площадь. Определены форма и размер здания.

В разделе безопасности жизнедеятельности определены категории тяжести труда при работе на проектируемом участке, произведен расчёт естественного освещения участка, рассмотрена организация средств коллективной защиты при чрезвычайной ситуации.

В экономическом разделе выполнены ориентировочные расчеты себестоимости изготовления детали.

Таким образом, цель работы достигнута, задачи – решены.

Результаты работы рекомендуется использовать при изготовлении детали «Крышка».

									Лист
									106
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.05.2017.094.00.00 ПЗ				

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1 Справочник технолога-машиностроителя: в 2 кн. / под ред. А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова, - 4-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1986. - Т.1.- 656 с.

2 Справочник технолога-машиностроителя в 2 кн. / под ред. А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова, - 4-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1985. - Т.2. - 496 с.

3 Матвеев, В.В. Размерный анализ технологических процессов/В.В. Матвеев, М.М.Тверской, Ф.И.Бойков. – М, 1980 – 592с

4 Прогрессивные режущие инструменты и режимы резания металлов: справочник / В.И. Баранчиков, А.В. Жаринов, Н.Д. Юдина, А.И. Садыхов. - М.: Машиностроение, 1990. - 400 с.

5 Режимы резания металлов: справочник / под ред. Ю.В. Барановского, - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1972. - 408 с.

6 Ансеров, М. А. Приспособления для металлорежущих станков / М. А. Ансеров. -М.-Л.: Машиностроение, 1964. - 650 с.

7 Расчёт и проектирование станочных приспособлений: учеб, пособие / С.Г. Чинёнов, Т.П. Чинёнова, М.В. Губин, В.В. Ворона. - Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2003.-78 с.

8 Зависляк, Н. И. Современные приспособления к металлорежущим станкам /Н. И. Зависляк. - 2-е изд., перераб. и доп. - Л.: Машиностроение, 1967. - 356 с.

9 Ванин, В.А. Приспособления для металлорежущих станков: учебное пособие / В.А.Ванин, А.Н.Преображенский, В.Х. Фидаров– Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2007. – 316 с.

10 Кишууров, В.М. Курсовое проектирование режущего инструмента в машиностроении: учеб. пособие/В.М. Кишууров, П.П. Черников. – М.: Изд-во МАИ, 2006. – 159с.

11 Проектирование станочных приспособлений: методические указания / Б.В.Шандров, И.А.Булавин, А.Ю.Груздев. – 2-еизд.- М.: МГТУ «МАМИ»,2009.-40с.

12 Проектирование машиностроительных производств: учебное пособие / В.М.Балашов, В.В. Мешков, А.Г. Схиртладзе, В.П. Борискин. - Старый Оскол: ООО «ТНТ»,2008.-200с.

13 Решетников, Б.А. Проектирование механосборочных цехов: учеб, пособие/ Б.А. Решетников, В.Ю. Рогинский, С.В. Сергеев. - Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 1999.-82 с.

					15.03.05.2017.094.00.00 ПЗ	Лист
						107
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		