

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
_____ В.Г. Некрутов
_____ 2017 г.

Участок механической обработки детали «Полюс 608КМ.09.10.007»

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ
ЮУрГУ–15.03.05.2017.112.000 ПЗ ВКР

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

Руководитель работы,
к.т.н, доцент
_____ В.Г. Некрутов
_____ 2017 г.

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

Автор работы
студент группы ДО-410
_____ Д.В. Григорьев
_____ 2017 г.

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

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДИНИЕ.....	4
1 АНАЛИЗ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ	
1.1 Описание узла изделия и служебное назначение детали	5
1.2 Сравнение отечественных и зарубежных технологических решений	6
1.3 Задачи проектирования	8
2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ	
2.1 Анализ технологичности детали и существующего техпроцесса	9
2.2 Разработка предполагаемого варианта технологического процесса	9
2.3 Размерный анализ разработанного технологического процесса.....	17
2.4 Расчёт режимов резания, определение силы резания, проверка оборудования по мощности	52
2.5 Нормирование технологической операции	54
Выводы раздела второго	56
3 КОНСТРУКТОРСКИЙ РАЗДЕЛ	
3.1 Проектирование зажимного приспособления для фрезерования пазов	57
3.2 Проектирование режущего инструмента	63
3.3 Проектирование приспособления для контроля плоскостности.....	67
Выводы раздела третьего.....	68
4 СТРОИТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ	
4.1 Выбор и определение количества оборудования.....	70
4.2 Определение состава и количества работающих	71
4.3 Определение потребного количества мостовых кранов	72
4.4 Определение потребного количества тележек.....	74
4.5 Выбор способа транспортирования стружки.....	75
4.6 Планировка оборудования и определение производственной площади.....	75
4.7 Выбор типа, формы и определение размеров здания.....	77
Выводы раздела четвертого.....	80
5 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ	
5.1 Краткое описание производственного участка.....	81
5.2 Анализ производственных опасностей	81
5.3 Производственная санитарии	81
5.4 Техника безопасности	87
5.5 Пожарная безопасность	91
5.6 Правила поведения населения при наводнениях и действия по ликвидации их последствий	92
Выводы раздела пятого.....	64

					15.03.05.2017.112.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		2

6 ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ.....	95
Выводы раздела шестого.....	95
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	96
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	98
ПРИЛОЖЕНИЯ	

					15.03.05.2017.112.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		3

ВВЕДЕНИЕ

Создание и производство новых высокопроизводительных и конкурентоспособных машин и оборудования на мировом рынке требуют постоянного совершенствования технологии их изготовления. Поэтому в условиях рыночных отношений при проектировании и внедрении новых технологических процессов должна создаваться конкурентоспособная технология. Эта проблема становится еще более актуальной в связи с возможностью вступления России в ВТО.

Конкурентоспособная технология — это способность добиться лучших результатов по сравнению с другими аналогичными технологиями, что позволит изготавливать качественную и экономичную продукцию в соответствии с конструкторской документацией. Для этого она должна обеспечивать мобильность, гибкость, минимальные затраты труда и потери ресурсов. Конкурентоспособность технологических процессов достигается благодаря новейшим достижениям науки и техники. Научные и технические знания, современные информационные технологии расширяют область применения прогрессивных технологических методов производства на машиностроительных предприятиях.

Цель работы — сокращение времени обработки, внедрение передовых технологий, повышение качества продукции.

Задачами проектирования являются: разработка технологического процесса, проектирование фрезерного приспособления, проектирование приспособления для контроля плоскостности.

Объект работы — создание участка обработки детали «Полюс».

Предмет работы — процесс разработки участка обработки детали «Полюс». Результаты работы рекомендую использовать при изготовлении детали тип «Полюс».

					15.03.05.2017.112.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		4

1 АНАЛИЗ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ

1.1 Описание узла изделия и служебное назначение детали

Деталь входит в сборку тормоз рельсовый и служит для усиления магнитного поля катушки индуктивности, и преобразования этого поля в усилие прижатия собранного тормоза.

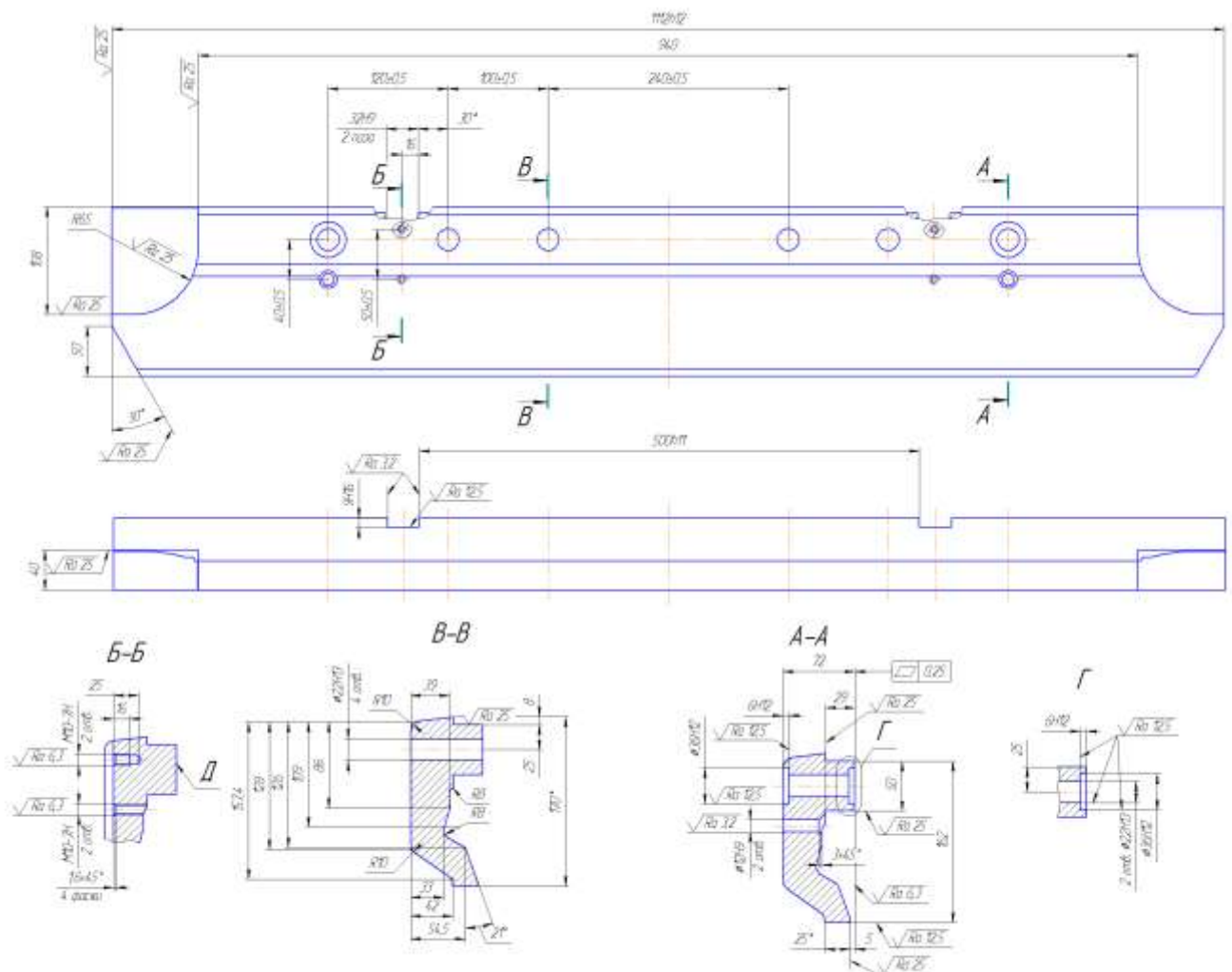


Рисунок 1 – Чертеж деталь «Полюс»

Усиление магнитного поля происходит за счет части полюса, который входит внутрь катушки (размеры 50 и 29 на разрезе А-А), образуя тем самым сердечник. Далее магнитное поле замыкается через магнитопровод (часть полюса, которая не входит внутрь катушки) на рельс и затем через второй полюс магнитное поле замыкается. При включении катушки (+24 В) тормоз притягивается к рельсу, благодаря чему появляется тормозная сила (сила трения).

Передача тормозной силы на элементы тележки обеспечивается шпонками, которые устанавливаются в пазы 32Н9. Расстояние 500h11 обеспечивает минимальный зазор между шпонками и кронштейном на тележке и, следовательно, снижает ударные нагрузки при торможении. 6 отверстий диаметром 22Н13 предназначены для соединения полюсов между собой. Для взаимной неподвижности полюсов друг относительно друга между ними в отверстия 36Н12 устанавливаются специальные шпонки. Тормоз подвешивается на специальных кронштейнах. Эти кронштейны крепятся болтами через отверстия диаметром 22Н13, шпонками по диаметру 36Н12 и штифтами по диаметру 12Н9. Два паза (размеры R65 и 108) предназначены для свободного размещения катушки.

Требования по плоскостности 0.25 мм необходимы для уменьшения магнитных потерь. С этим же связано требование не покрывать поверхность Д. Специальная фаска 50×30° снижает ударные нагрузки, когда тормоз при торможении перескакивает с рельса на рельс.

Материал (ст. 3 кп) выбран исходя из специфики детали: с одной стороны, для повышения магнитной проводимости, необходимо минимальное количество примесей и углерода, с другой стороны увеличение количества углерода и некоторых примесей обеспечивает рост прочности.

1.2 Сравнение отечественных и зарубежных технологических решений

Прошло 50 лет с момента создания компанией MORI SEIKI первого обрабатывающего центра. Но, несмотря на значительные разработки в этой области, в компании решили начать с чистого листа и по-новому взглянуть на концепцию современного вертикального фрезерного обрабатывающего центра. В результате появилась технология DCG® (привод в центре тяжести) как метод минимизации вибрации подвижных частей станка. Технология DCG® обеспечивает высокую скорость перемещения рабочих органов станка, высокую точность размеров и качество поверхности при механической обработке. Для достижения стабильно высокой точности станок может оснащаться функцией контроля над распространением теплоты.

Станки серии MV/50 (рисунок 2) способны осуществить все виды работ: от прецизионной высокоскоростной обработки до резания в тяжелых режимах. Прецизионные вертикальные фрезерные обрабатывающие центры серии MV обеспечивают производительность обработки, которую дают станки более высокого класса, благодаря сверхжесткой конструкции. Массивная литая станина обладает высокими виброгасящими свойствами. Износостойкие направляющие с аэродинамической смазкой обеспечивают стабильную работу станка под высокой нагрузкой - до 5000кг. Благодаря широкому основанию станины, при перемещении стола в крайние положения центр тяжести всегда находится между направляющими оси Y. Отклонение от плоскостности поверхности стола сведено к минимуму даже при фрезеровании крупногабаритных длинномерных заготовок.

					15.03.05.2017.112.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6



Рисунок 2 – Вертикальный фрезерный обрабатывающий центр MORI SEIKI MV-653/50

Для предотвращения температурных деформаций шпиндельный узел, изображенный на рисунке 3, обернут в «масляную рубашку»



Рисунок 3 – Шпиндельный узел

При изготовлении детали «Полюс» на станках MV-653, характеристики которых показаны в таблице 1, мы можем весь технологический процесс свести к обработке на одном обрабатывающем центре, если разработать

					15.03.05.2017.112.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		7

приспособление для переворота детали. Обработывая плоскости 1112×128 и 940×50 можно применить трохoidalное фрезерование (по спиральной линии), что повышает стойкость инструмента и производительность в 1.5 раза.

При использовании такого варианта технологического процесса сократится вспомогательное время, количество рабочих, занимаемые площади и себестоимость детали.

Таблица 1– Характеристика станков MV–653

MV-653	Перемещение по осям X,Y,Z, мм	Рабочая поверхность стола	Максимальная частота вращения шпинделя, об/мин
MV-653/40	1530, 660, 650	1700×660	12000 [20000]
MV-653/50	1530, 660, 650	1700×660	6000 [10000] [15000]

Условные обозначения: [] – опция

1.3 Задачи проектирования

Задачей данного выпускного квалификационной работы является усовершенствование существующего технологического процесса, применяемого на предприятии. Разработка более производительного специального режущего инструмента для сверления профильной поверхности, приспособления для контроля плоскостности, а так же более совершенного зажимного приспособления на фрезерный станок.

Разрабатывается планировка участка с рациональным расположением станков и другого оборудования. Рассчитывается экономический эффект при применении станков с ЧПУ. Рассматриваются организационные и правовые нормы труда.

2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

2.1 Анализ технологичности детали и существующего техпроцесса

В результате анализа технологичности детали «Полюс» показанной на рисунке 1. выявлена малая жесткость детали, что предполагает применение специальных приспособлений для станков. Требования точности заданы обосновано. Проста конфигурация детали, в целом деталь технологична.

В ходе анализа технологического процесса выявлены следующие недостатки:

- использование универсального режущего инструмента;
- обработка каждой поверхности профиля детали отдельно;
- для нарезания резьб используются простые метчики не обеспечивающие заданной на чертеже шероховатости;
- отсутствует механизация контрольной операции;
- отсутствие обработки базовых поверхностей, что, при большой длине детали, не позволяет получить размеры и форму поверхностей в заданных допусках;
- заниженные режимы резания не позволяющие использовать все возможности режущего инструмента;
- обработка шести отверстий отдельно.

Для устранения существующих недостатков предлагается:

- применить для закрепления заготовки пневматическое фрезерное приспособление;
- производить накатывание метрических резьб безстружечным метчиком;
- производить фрезерование одновременно нескольких поверхностей набором фрез;
- для контроля плоскостности применить специальное контрольное приспособление.

2.2 Разработка предлагаемого варианта технологического процесса

2.2.1 Выбор вида и метода получения заготовки

В машиностроении применяют товарные заготовки, сортовые и фасонные профили общего, отраслевого и специального назначения, трубный прокат, гнутые, горячепрессованные и периодические профили.

Фасонные профили проката специального назначения предназначены для вагоностроения, автопромышленности, тракторостроения, сельхозмашиностроения, энергетического машиностроения, электротехнической промышленности.

					15.03.05.2017.112.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		9

В технологическом процессе в качестве заготовки используется профильный прокат специального назначения потому что, приближенность профиля заготовки к профилю детали и гладкость поверхности заготовки позволяют не обрабатывать некоторые поверхности. Профиль проката показан на рисунке 4.

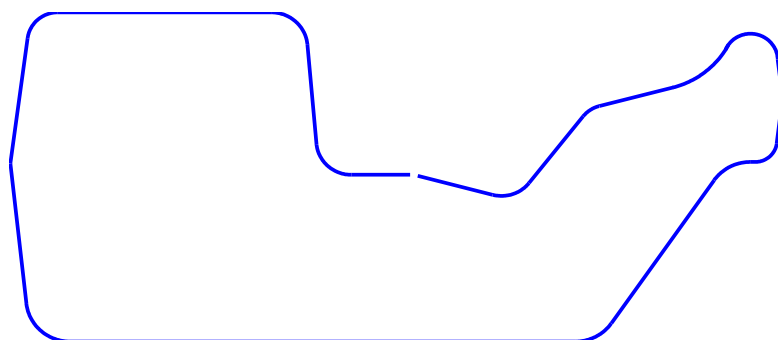


Рисунок 4 – Форма профиля заготовки

2.2.2 Выбор последовательности обработки поверхностей деталей.

На первых операциях необходимо обработать поверхности, которые используются в качестве основных технологических баз. Черновую, чистовую и тонкую обработку производим в одной операции в три перехода. Нарезание резьб производим в последних операциях.

Для определения последовательности обработки назначаются базы указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Базовые поверхности детали

Основные базы	Функциональные поверхности	Вспомогательные базы
Поверхность 1112×128 и 1112×72	Поверхность 1112×25	Остальные поверхности

Далее определяем последовательность обработки детали и записываем в таблицу 3.

Таблица 3 – Последовательность обработки детали

Порядок операций	Последовательность обработки детали	
	Базовые поверхности	Содержание операции
1	2	3
1	Правый торец заготовки размер 170	Обрабатываются левый торец в размер 1114 IT14
2	Левый торец заготовки размер 170	Обрабатываются правый торец в размер 1112 IT12
3	Поверхности 50×1112, 10×1112, 25×1112 и левый торец	Обрабатываются базовые поверхности полюса размером 1112×128 и 1112×72 IT10
4	Поверхности полюса размером 128×1112, 72×1112 и левый торец	Обрабатывается поверхность размерами 50×940 IT10
5	Поверхности полюса размером 128×1112, 72×1112 и левый торец	Обрабатываются поверхности в размеры 29, 8, 29, 5, 50, 162. IT14
6	Левый торец и поверхности размером 1112×128 и 1112×25	Обрабатываются поверхности в размер 40, 108, 86 и 40, 108, 940 и поверхности в размер 50 под углом 30°
7	Левый торец заготовки и поверхности размером 940×50 и 940×29	Обрабатываются 6 отверстий Ø 22 IT11 в размеры 120, 100, 240, 440, 680, 216, 25 IT14.
8	Левый торец заготовки, поверхность размером 1112×128 и 2 отверстия Ø 22 на расстоянии 940	Обрабатываются 2 отверстия Ø 12 IT9 в размеры 40 и 680
9	Левый торец заготовки, поверхность размером 1112×128 и 2 отверстия Ø 22 на расстоянии 940	Обрабатываются 2 фаски 3×45°
10	Поверхность размером 940×50, 1112 на расстоянии 5 и 2 отверстия Ø 22	Обрабатываются 2 паза 32 IT9 на глубину 9 IT16 в размеры 30, 500 IT11

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

15.03.05.2017.112.00 ПЗ

Лист

11

Продолжение таблицы 3

1	2	3
11	Поверхность размером 940×50, 1112 на расстоянии 5 и 2 отверстия Ø 12 на расстоянии 680	Обрабатываются 4 отверстия Ø 8.43 в размеры 16 IT14 и 50, два на проход и два на глубину 25 IT14 и 4 фаски 1.6×45 ⁰
12	Поверхность размером 1112×128 и 2 отверстия Ø 22 на расстоянии 680	Обрабатываются 2 отверстия Ø 36 IT12 на глубину 6 IT12
13	Поверхность размером 940×50 и 2 отверстия Ø 22 на расстоянии 680	Обрабатываются 2 отверстия Ø 36 IT12 на глубину 6 IT12
14	Поверхность размером 940×50, 1112 на расстоянии 5 и 2 отверстия Ø 12 на расстоянии 680	Накатывается 4 резьбы M10-N7, две на проход и две на глубину 16 IT14

2.2.3 Выбор методов и определение количества переходов для обработки поверхностей детали

Для составления технологического маршрута необходимо выбрать методы и определить количество переходов, результаты заносим в таблицу 4 [2].

Таблица 4 – Выбор методов и определение количества переходов для обработки поверхностей детали

Поверхность			Переходы		
Наименование	Квали-тет допуска	Шеро-хова-тость, Ra мкм.	Наименование	Квали-тет допус-ка	Шеро-ховат-ость, Ra мкм.
1	2	3	4	5	6
1.Размер 1114 (левый торец)	14	50	Черновое фрезерование	13	25
2.Размер 1112 (правый торец)	14	50	Черновое фрезерование	13	25
3.Размер 74 (базовая поверхность)	14	50	Фрезерование черновое	13	25
			чистовое	10	6.3
4.Размер 170 (базовая поверхность)	14	50	Фрезерование черновое	13	25
			чистовое	10	6.3

Продолжение таблицы 4

1	2	3	4	5	6
5.Размер 29	14	25	Черновое фрезерование	13	25
6. Размер 8	14	25	Черновое фрезерование	13	25
7. Размер 50	14	25	Черновое фрезерование	13	25
8. Размер 72	14	6.3	Фрезерование: черновое чистовое	13 10	25 6.3
9.Размер 29	14	25	Черновое фрезерование	13	25
10.Размер 5	14	25	Черновое фрезерование	13	25
11.Размер 162	14	12,5	Фрезерование: черновое чистовое	13 10	25 6.3
12.Размер 40	14	25	Черновое фрезерование	13	25
13.Размер 108	14	25	Черновое фрезерование	13	25
14. Размер 86	14	25	Черновое фрезерование	13	25
15. Размер 940	14	25	Черновое фрезерование	13	25
16.Размер 108	14	25	Черновое фрезерование	13	25
17.Размер 40	14	25	Черновое фрезерование	13	25
18.Размер 50 под 30 ⁰	14	25	Черновое фрезерование	13	25
19. Ø 22	11	12.5	Черновое сверление с уменьшенной подачей	11	12,5
20.Размер 6	12	12.5	Зенкерование: черновое чистовое	12 10	25 6,3
21.Ø36	12	12,5	Зенкерование: черновое чистовое	12 10	25 6,3

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

15.03.05.2017.112.00 ПЗ

Лист

13

Продолжение таблицы 4

1	2	3	4	5	6
35. Ø8.43	12	25	Сверление	12	25
36. Размер 50 ^{+0.5}	14	25	Сверление	12	25
36.Размер 16	14	25	Сверление	12	25
37.Размер 25	14	25	Сверление	12	25
38.Фаска 1.6×45 ⁰	14	25	Черновое зенкерование	12	25
39.Резьба М10	7	6.3	Накатывание резьбы безстружечным метчиком	7	0.8
40.Размер 6	12	12.5	Зенкерование: черновое чистовое	12 10	25 6.3
41.Ø36	12	12.5	Зенкерование: черновое чистовое	12 10	25 6.3

2.2.4 Формирование операций

На основании выбранной последовательности обработки поверхностей детали формируем операции, результаты заносим в таблицу 5 [2].

Таблица 5 – Формирование операций

№ операции и	Наименование операции, модель оборудования	Содержание операции
1	2	3
00	Заготовительная	—
05(I)	Вертикально – фрезерная, 6560	Фрезерование черновое левого торца в размер 1120
05(II)	Вертикально – фрезерная, 6560	Фрезерование черновое правого торца в размер 1112
10(I)	Горизонтально – фрезерная, FW–400	Фрезерование черновое базовых поверхностей полюса в размеры 74 и 170
10(II)	Горизонтально – фрезерная, FW–400	Фрезерование чистовое базовых поверхностей полюса в размеры 74 и 170

Продолжение таблицы 5

1	2	3
15(I)	Горизонтально – фрезерная, FW–400	Фрезерование черновое поверхности полюса в размер 72
15(I)	Горизонтально – фрезерная, FW–400	Фрезерование чистовое поверхности полюса в размер 72
20(I)	Горизонтально – фрезерная, FW–400	Фрезерование черновое поверхности набором фрез в размеры 29, 29, 5, 8, 50, 162
20(II)	Горизонтально – фрезерная, FW–400	Фрезерование чистовое поверхности полюса в размер 162
25	Вертикально – фрезерная, 654Ф3	Фрезерование черновое левого кармана в размеры 108, 40, 86 и радиус 65, левого правого кармана в размеры 108, 40, 940 и радиус 65, правого и левого скоса в размер 50 под 30 ⁰
30	Вертикально – сверлильная, 2Г175	Сверлить 6 отверстий Ø22 в размеры 216, 680, 120, 440, 100, 240 на проход
30(I)	Радиально – сверлильная, 2М55	Сверлить два отверстия Ø12 в размеры 680 и 40 на проход
30(II)	Радиально – сверлильная, 2М55	Чистовое зенкерование двух отвестий Ø12 в размеры 680 и 40 на проход
30(III)	Радиально – сверлильная, 2М55	Развёртывание нормальное двух отверстий Ø12 в размеры 680 и 40 на проход
30(IV)	Радиально – сверлильная, 2М55	Зенкерование черновое двух фасок 3×45 ⁰
40(I)	Вертикально – фрезерная, 6Т12	Фрезерование черновое двух пазов 32×9 в размеры 30 и 500
40(II)	Вертикально – фрезерная, 6Т12	Фрезерование чистовое двух пазов 32×9 в размеры 30 и 500
40(III)	Вертикально – фрезерная, 6Т12	Фрезерование тонкое двух пазов 32×9 в размеры 30 и 500
45(I)	Радиально – сверлильная, 2М55	Сверлить четыре отверстия Ø8.43, два на проход и два на глубину 25 в размеры 50 и 16

Продолжение таблицы 5

1	2	3
45(II)	Радиально – сверлильная, 2М55	Зенкерование черновое четырёх фасок 1.6× 45 ⁰
45(III)	Радиально – сверлильная, 2М55	Накатать резьбу М10 в четырёх отверстиях, в двух на проход и в двух на глубину 16
50(I)	Радиально – сверлильная, 2М55	Зенкеровать начерно два отверстия Ø36 на глубину 6
50(II)	Радиально – сверлильная, 2М55	Зенкеровать начисто два отверстия Ø36 на глубину 6
50(III)	Радиально – сверлильная, 2М55	Зенкеровать начерно два отверстия Ø36 на глубину 6
50(IV)	Радиально – сверлильная, 2М55	Зенкеровать начисто два отверстия Ø36 на глубину 6

2.3 Размерный анализ разработанного технологического процесса

Первым этапом анализа является преобразование и кодирование чертежа детали . Преобразованные чертежи детали показаны на рисунках 5, 6 и 7. С учетом разработанного технологического процесса и принятой кодировки чертежа детали составляется таблица технологического маршрута обработки детали (таблица 6). На основании таблиц 6 выполняются схемы размеров в первой, второй и третьей проекциях (рисунки 8, 9 и 10). Схема пространственных отклонений не составляется, так как в чертеже детали нет требований по расположению поверхностей. По разработанным схемам составляем уравнения размерных цепей для определения операционных размеров и размеров заготовки.

					15.03.05.2017.112.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		17

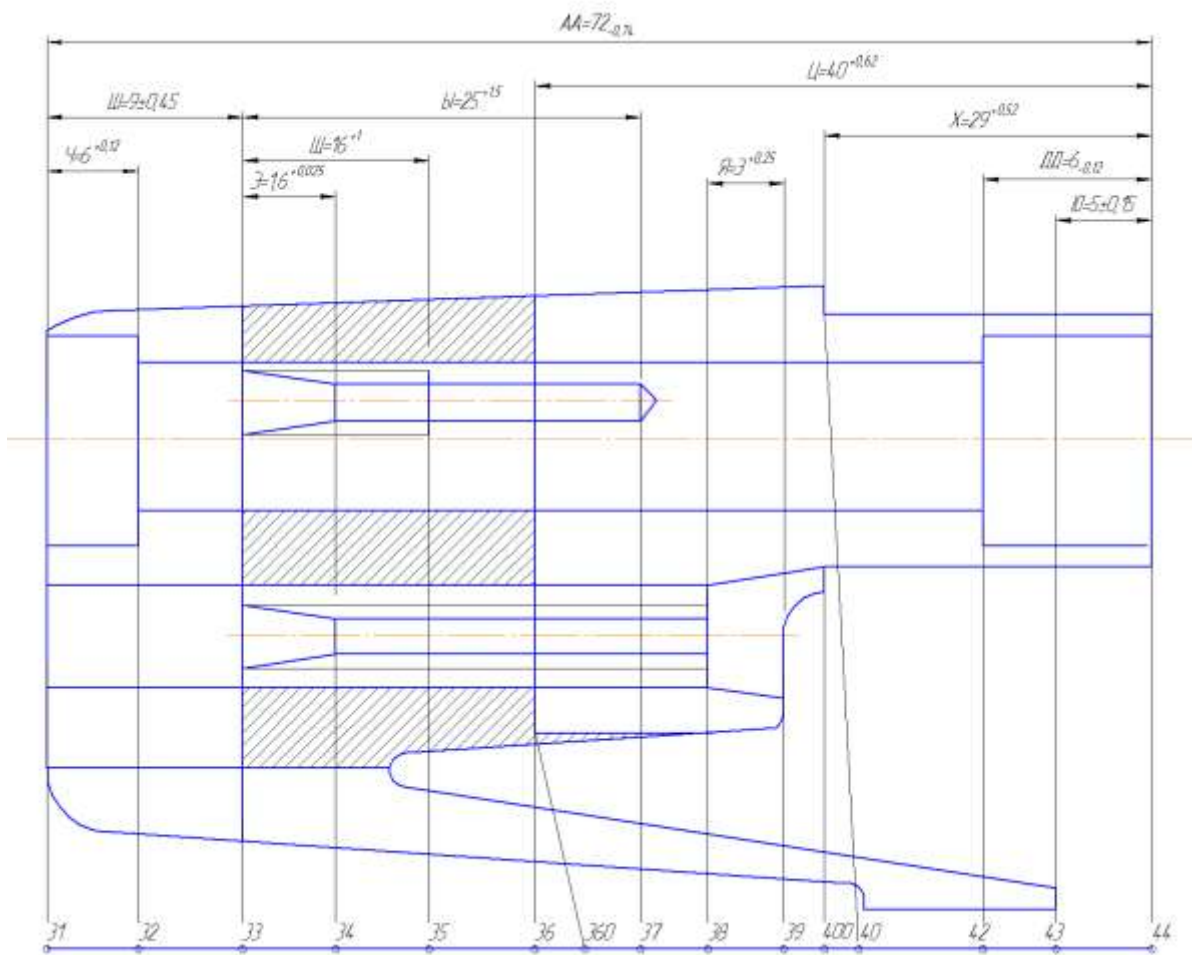


Рисунок 5 – Преобразованный чертеж детали в первой проекции

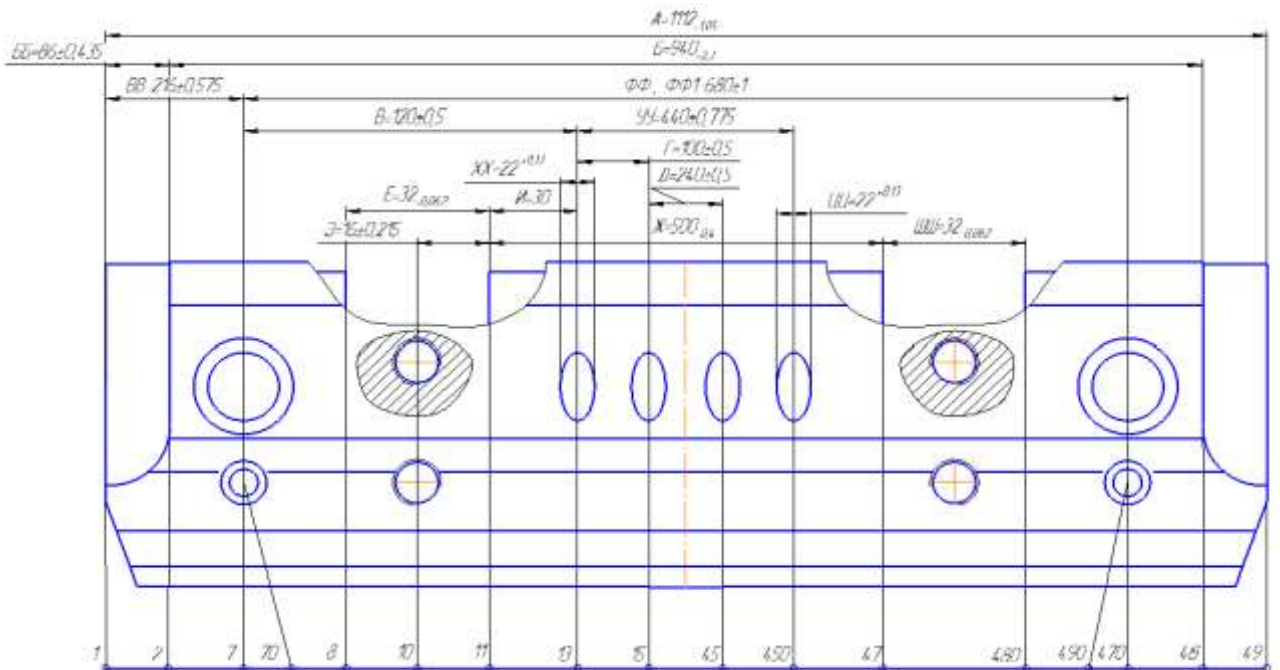


Рисунок 6 – Преобразованный чертеж детали во второй проекции

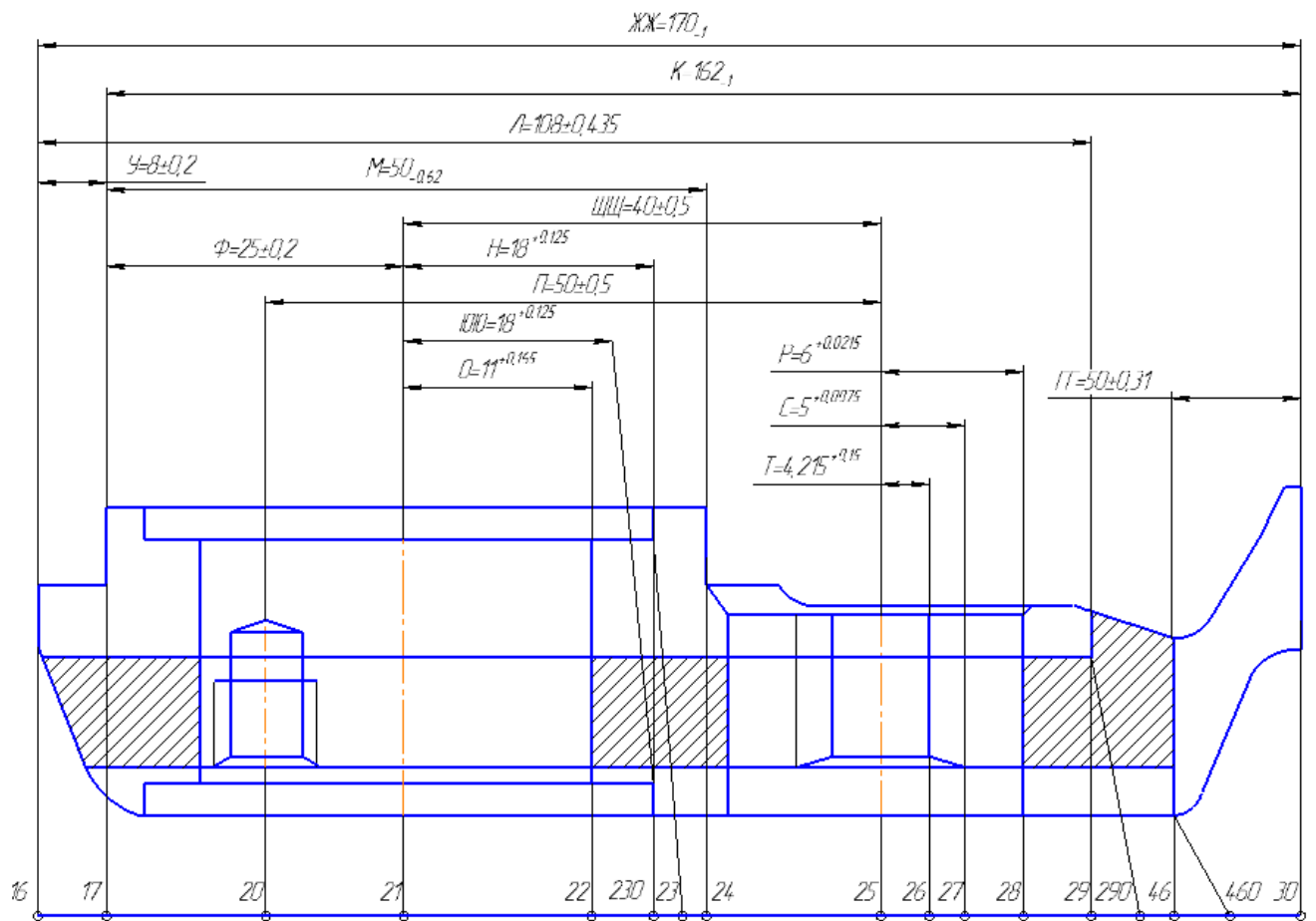


Рисунок 7 – Преобразованный чертеж детали в третьей проекции

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

15.03.05.2017.112.00 ПЗ

Лист

19

Таблица 6 – Технологический маршрут обработки детали

№ Операции	Эскиз	Допуски, технические требования, мм
1	2	3
Заготовительная 00		$TA^0=1.65$ $TAA^0=4.2$ $TЖЖ^0=5$ $ТЫЫ^0=4.5$ $ТЮ^0=2.5$ $ТМ^0=4.5$ $// 1^0, 49^0 = 0.8$ $//$ $31^0, 44^0 = 0.6$ \perp $31^0, 16^0 = 0.6$ \perp $31^0, 30^0 = 0.6$ $\nabla 39$ $^0=0.1$

Изм.	
Лист	
№ докум.	
Подпись	
Дата	
15.03.05.2017.112.00 ПЗ	
Лист	

Продолжение таблицы 6

1	2	3
<p>Фрезерная черновая (I) 50</p>		$T_A^{05(I)} =$ $T_{OBR} A^{05(I)} + \Delta_{ИЗМ} =$ $1.65 + 0.8 = 2.45 \ // \ 1^{05(I)}$ $, 49^0 = 0.3$
<p>Фрезерная черновая (II) 50</p>		$T_A^{05(II)} =$ $1.65 + 0.3 = 1.95 \ //$ $1^{05(I)}, 49^{05(II)} = 0.3$

15.03.05.2017. 112.00.ПЗ

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

Изм.	
Лист	
№ докум.	
Подпись	
Дата	

Продолжение таблицы 6

1	2	3
<p>Фрезерная черновая (I)01</p>		$TAA^{10(I)} = 0.46 + 0.6 = 1.06$ $TЖЖ^{10(I)} = 0.63 + 0.6 = 1.23 \quad //$ $31^{10(I)}, 44^0 = 0.25 \quad \perp$ $31^{10(I)}, 16^{10(I)} = 0.25$ $\perp 31^0, 30^0 = 0.25$
<p>Фрезерная чистовая (II)01</p>		$TAA^{10(II)} = 0.12 + 0.25 = 0.35$ $TЖЖ^{10(II)} = 0.16 + 0.25 = 0.41$ $// 31^{10(II)}, 44^0 = 0.06$ $\perp 31^{10(II)}, 16^{10(II)} = 0.06$

15.03.05.2017.112.00.ПЗ

Продолжение таблицы 6

1	2	3
<p>Фрезерная черновая (I) 51</p>		<p> $TAA^{15(I)} = 0.46 + 0.06 = 0.52$ $\diamond 44^{15(I)} = 0.8$ $//31^{10(II)}, 44^{15(I)} = 0.25$ </p>
<p>Фрезерная чистовая (II) 51</p>		<p> $TAA^{15(II)} = 0.12 + 0.06 = 0.18$ $\diamond 44^{15(II)} = 0.2$ $//31^{10(II)}, 44^{15(II)} = 0.06$ </p>

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
15.03.05.2017.112.00 ПЗ				
	Лист			

Продолжение таблицы 6

1	2	3
<p>20(I) Фрезерная черновая</p>		<p> $TX1^{20(I)}=TX2^{20(I)}=$ $0.33+0.06=0.39$ $TI01^{20(I)}=0.46+0.06=0.52$ $TU^{20(I)}=0.22+0.06=0.28$ $TM^{20(I)}=0.39$ $TK^{20(I)}$ $)=0.63$ $\perp 31^{10(II)}, 17^{20(I)}=0.25$ </p>
<p>20(II) Фрезерная чистовая</p>		<p> $TK^{20(II)}=0.16+0.25=0.41$ </p>

15.03.05.2017.112.00 ПЗ

Изм.
Лист
№ док.
Подпись
Дата

Лист

Изм.	
Лист	
№ докум.	
Подпись	
Дата	

15.03.05.2017.112.00 ПЗ

Лист

Продолжение таблицы 6

1	2	3
<p>25</p> <p>Фрезерная черновая</p>		<p> $TЦ1^{25} = 0.39 + 0.2 = 0.59$ $TЦ2^{25} = 0.39 + 0.2 = 0.59$ $TББ^{25} = 0.54 + 0.3 = 0.84$ $TБ^{25} = 1.4 + 0.16 = 1.56$ $TЛ1^{25} = 0.46 + 0.06 = 0.52$ $TЛ2^{25} = 0.46 + 0.06 = 0.52$ </p>

Продолжение таблицы 6

1	2	3
<p>30 Сверлильная</p>		<p>3</p> <p> $T_{20}^{30(I)}=0.21$ $T_{BB}^{30(I)}=0.46+0.3=0.76$ $T_B^{30(I)}=0.35$ $T_{\Gamma}^{30(I)}$ $=0.35$ $T_{\Delta}^{30(I)}=0.46$ $T_{\Upsilon\Upsilon}^{30(I)}=0.63$ $T_{\Phi\Phi}^{30(I)}$ $=0.8$ $T_{\Phi}^{30(I)}=$ $0.21+0.25=0.46 \perp$ $31^{10(II)}, 7^{35(I)}=0.16$ </p>

Изм.	
Лист	
№ докум.	
Подпись	
Дата	

15.03.05.2017.112.00 ПЗ

Лист

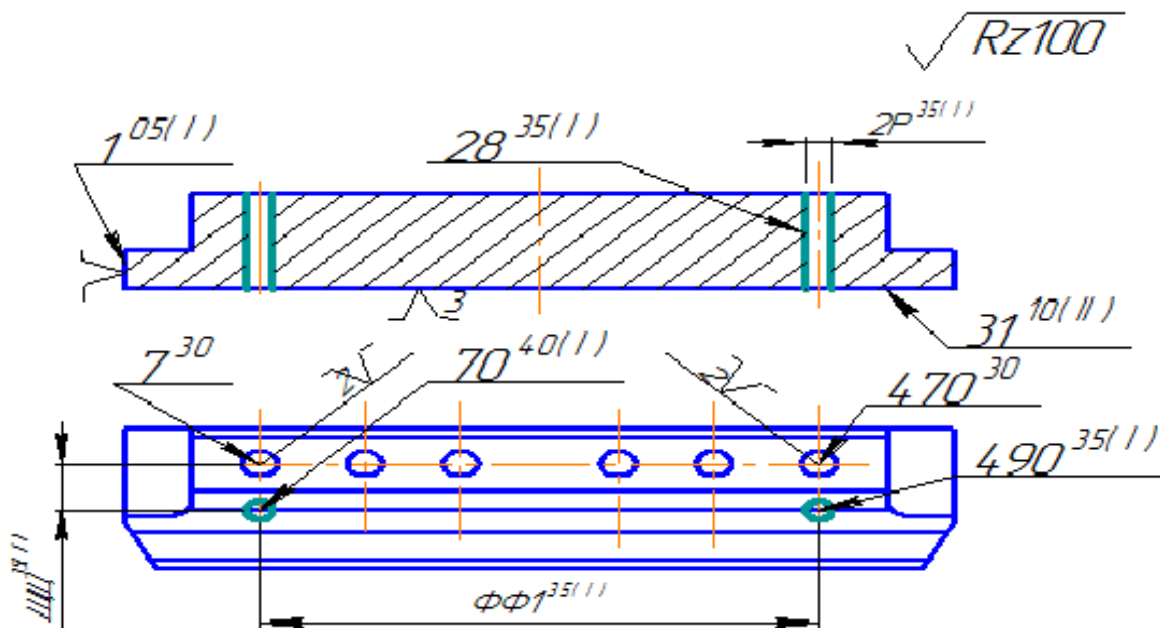
Продолжение таблицы 6

1

2

3

35(I)
Сверлильная



$$T2P^{35(I)}=0.18$$

$$TЦЦ^{35(I)}$$

$$)=0.25+0.16=0.41$$

$$TФФ1^{35(I)}=0.16+0.8=0.96$$

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

15.03.05.2017.112.00 ПЗ

Лист

Изм.	
Лист	
№ докум.	
Подпись	
Дата	

15.03.05.2017.112.00 ПЗ

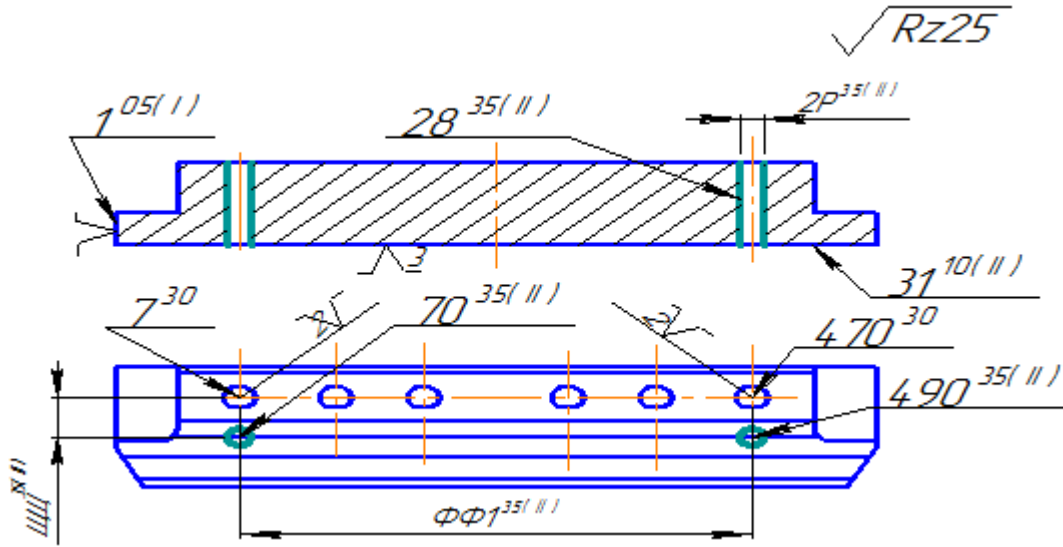
Лист

Продолжение таблицы 6

1

Сверлильная Зенкеровать начисто
(П)

2



3

$$T2P^{35(II)}=0.07$$

$$TЩЩ^{35(II)}=0.1+0.16=0.26$$

$$TФФ1^{35(II)}=0.32+0.16=0.48$$

Продолжение таблицы 6

1	2	3
<p>35(III) Сверлильная Развернуть нормально</p>		<p>3 $T2P^{35(III)}=0.043$ $TЩЦ^{35(III)}=0.062+0.16$ $= 0.222$ $TФФ1^{35(III)}=0.2+0.16=0.36$</p>
<p>35(IV) Сверлильная Зенкеровать начерно</p>		<p>$TЯ^{35(IV)}=0.1+0.1=0.2$</p>

Изм.

Лист

№ док.м.

Подпись

Дата

15.03.05.2017.112.00 ПЗ

Лист

Продолжение таблицы 6

1	2	3
<p>40(I) Фрезерная черновая</p>		$\begin{aligned} \text{ТШЧ}^{40(I)} &= 0.46 + 0.06 \\ &= 0.52 \\ \text{ТЕ}^{40(I)} &= 0.39 \\ \text{ТИ}^{40(I)} &= 0.33 + 0.16 = 0.49 \\ \text{ТЖ}^{40(I)} &= 0.97 \\ \text{ТШШ}^{40(I)} &= 0.39 \end{aligned}$
<p>40(II) Фрезерная чистовая</p>		$\begin{aligned} \text{ТШЧ}^{40(II)} &= 0.12 + 0.06 \\ &= 0.18 \\ \text{ТЕ}^{40(II)} &= 0.1 \\ \text{ТИ}^{40(II)} &= 0.084 + 0.16 = 0.24 \\ 4 \\ \text{ТЖ}^{40(II)} &= 0.25 \\ \text{ТШШ}^{40(II)} &= 0.1 \end{aligned}$

15.03.05.2017.112.00 ПЗ

Изм.
Лист
№ докум.
Подпись
Дата

Лист

Продолжение таблицы 6

1	2	3
<p>40(III) Фрезерование тонкое</p>		<p> $T_{ШЧ}^{40(III)} = 0.046 + 0.06 = 0.106$ $T_E^{40(III)} = 0.039$ $T_I^{40(III)} = 0.033 + 0.16 = 0.193$ $T_J^{40(III)} = 0.097$ $T_{ШШ}^{40(III)} = 0.039 \perp$ $T_{11}^{40(III)}, T_{33}^{40(III)} = 0.016$ </p>
<p>45(I) Сверлильная</p>		<p> $T_{2T}^{45(I)} = 0.15$ $T_{П}^{45(I)} = 0.25$ $T_{Ы}^{45(I)} = 0.25 + 0.016 = 0.266$ $T_{3}^{45(I)} = 0.18 + 0.016 = 0.196$ </p>

15.03.05.2017.112.00 ПЗ

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

Продолжение таблицы 6

1	2	3
<p>45(II) Сверлильная Зенкеровать начерно</p>		$T\Theta^{45(II)} = 0.1 + 0.016 = 0.116$
<p>45(III) Сверлильная Резьбонакотная</p>		$T2C^{45(III)} = 0.015$ $T\Theta^{45(III)} = 0.018 + 0.016 = 0.034$

15.03.05.2017.112.00 ПЗ

Изм.

Лист

№ докум.

Подпись

Дата

Лист

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
15.03.05.2017.112.00 ПЗ				
	Лист			

Продолжение таблицы 6

1	2	3
<p>50(I) Сверлильная Зенкеровать начерно</p>		$TЧ^{50(I)}=0.12+0.06=0.18$ $T2H^{50(I)}=0.25$
<p>50(II) Сверлильная Зенкеровать начисто</p>		$TЧ^{50(II)}=0.048+0.06=0.108$ $T2H^{50(II)}=0.1$

Продолжение таблицы 6

1	2	3
<p>50(III) Сверлильная Зенкеровать начерно</p>		<p>ТДД^{50(III)}=0.12+0.06=0.18 Т2Н1^{50(III)}=0.25</p>
<p>50(IV) Сверлильная Зенкеровать начисто</p>		<p>ТДД^{50(IV)}=0.048+0.06=0.10 8 Т2Н1^{50(IV)}=0.1</p>

Изм.
Лист
№ докум.
Подпись
Дата

15.03.05.2017.112.00 ПЗ

Лист

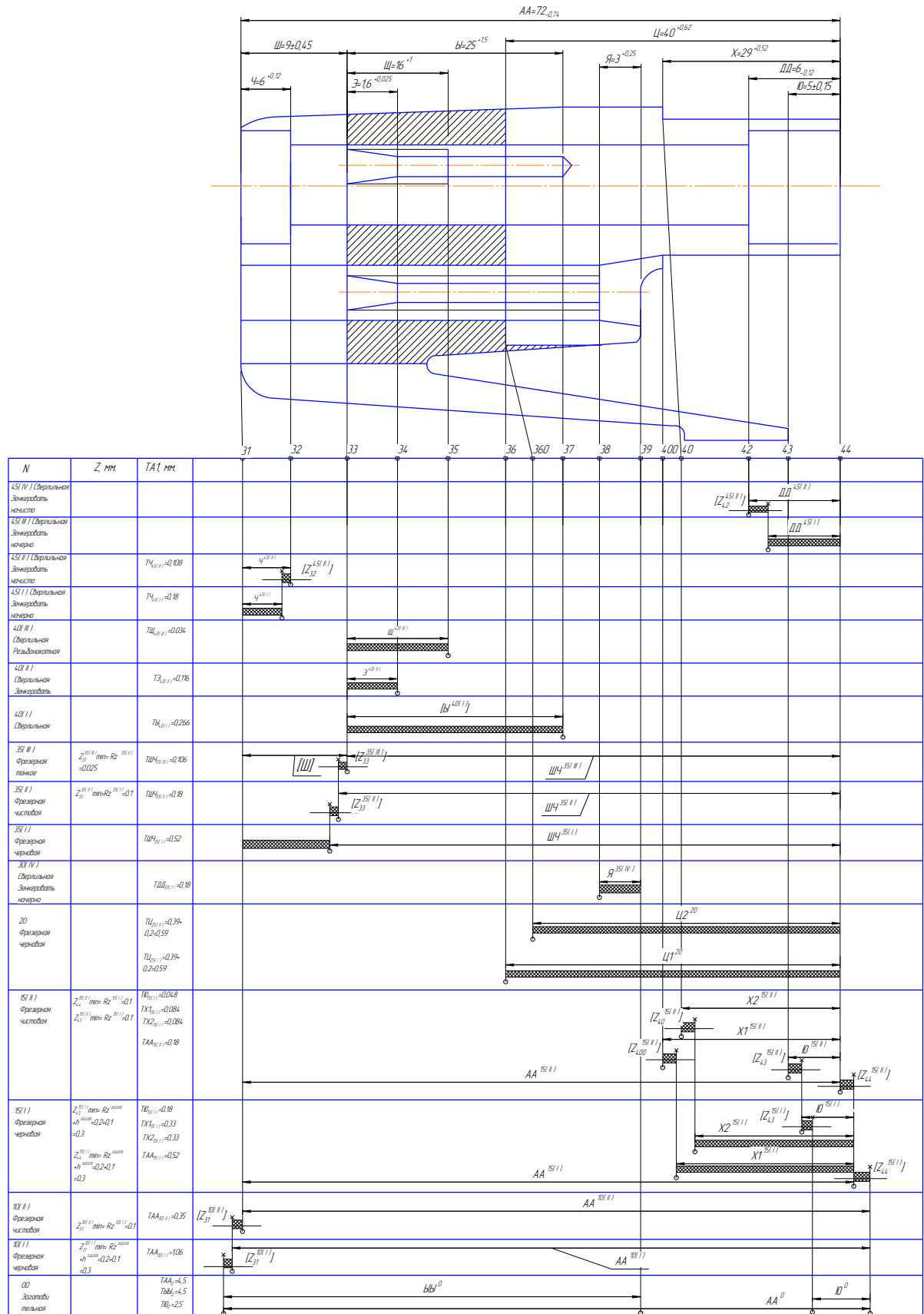
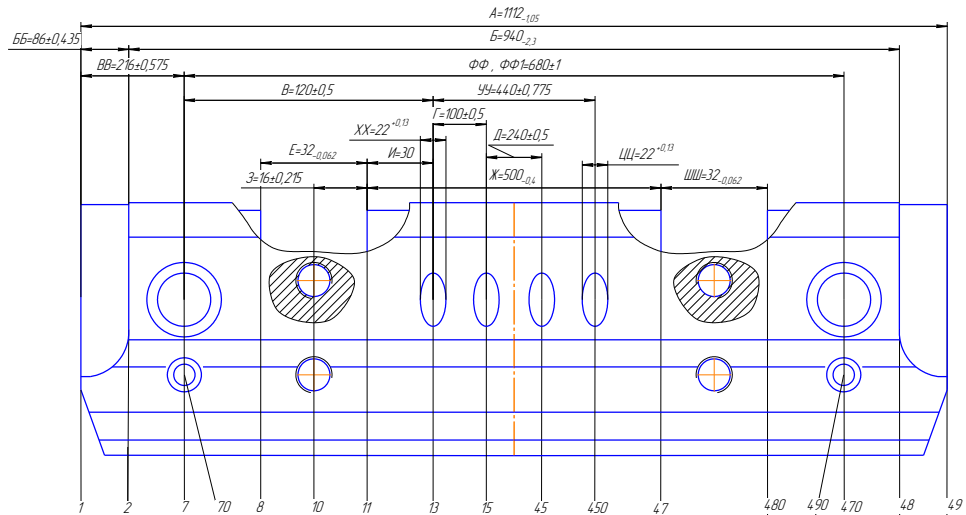
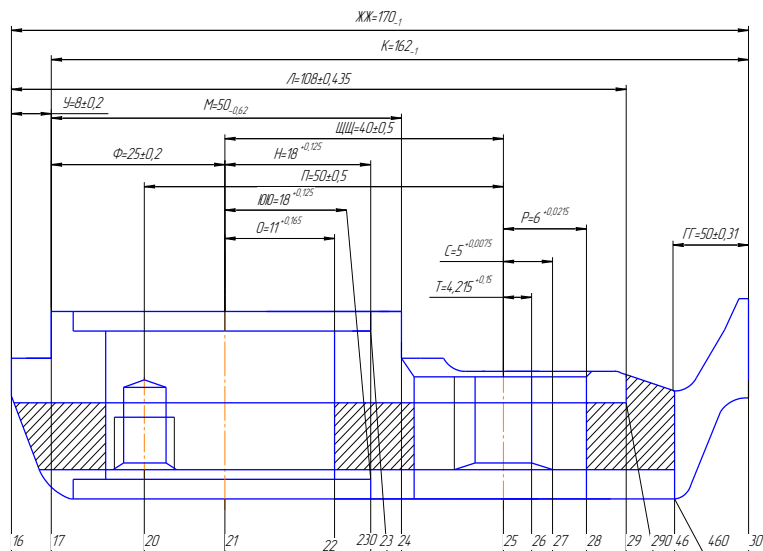


Рисунок 8 — Схемы размеров в первой проекции



N	Z, мм	ТА1, мм	1	2	7	70	8	10	11	13	15	45	450	47	480	490	470	48	49	
40(1) Сверлильная		$T_{3,0(1)} = 0,196$																		
35(II) Фрезерная полюсов	$Z_{2(II)}^{35(II)} \text{ мм} \cdot R_{2(II)}^{35(II)} = 0,025$ $Z_{2(II)}^{35(II)} \text{ мм} \cdot R_{2(II)}^{35(II)} = 0,025$ $Z_{2(II)}^{35(II)} \text{ мм} \cdot R_{2(II)}^{35(II)} = 0,025$ $Z_{2(II)}^{35(II)} \text{ мм} \cdot R_{2(II)}^{35(II)} = 0,025$	$T_{3,0(II)} = 0,039$ $T_{K_{3,0(II)}} = 0,097$ $T_{H_{3,0(II)}} = 0,193$ $T_{W_{3,0(II)}} = 0,039$																		
35(II) Фрезерная чистовая	$Z_{2(II)}^{35(II)} \text{ мм} \cdot R_{2(II)}^{35(II)} = 0,1$ $Z_{2(II)}^{35(II)} \text{ мм} \cdot R_{2(II)}^{35(II)} = 0,1$ $Z_{2(II)}^{35(II)} \text{ мм} \cdot R_{2(II)}^{35(II)} = 0,1$ $Z_{2(II)}^{35(II)} \text{ мм} \cdot R_{2(II)}^{35(II)} = 0,1$	$T_{3,0(II)} = 0,1$ $T_{K_{3,0(II)}} = 0,25$ $T_{H_{3,0(II)}} = 0,244$ $T_{W_{3,0(II)}} = 0,118$																		
35(II) Фрезерная черновая		$T_{3,0(II)} = 0,39$ $T_{K_{3,0(II)}} = 0,97$ $T_{H_{3,0(II)}} = 0,49$ $T_{W_{3,0(II)}} = 0,28$																		
30(II) Сверлильная Поддержка нормально		$T_{ФФ_{3,0(II)}} = 0,36$																		
30(II) Сверлильная Землярь нормально		$T_{ФФ_{3,0(II)}} = 0,48$																		
30(II) Сверлильная		$T_{ФФ_{3,0(II)}} = 0,96$																		
25(II) Сверлильная		$T_{B_{2,0(II)}} = 0,176$ $T_{B_{2,0(II)}} = 0,35$ $T_{H_{2,0(II)}} = 0,25$ $T_{H_{2,0(II)}} = 0,46$ $T_{H_{2,0(II)}} = 0,63$ $T_{ФФ_{2,0(II)}} = 0,8$																		
20 Фрезерная черновая		$T_{B_{2,0(II)}} = 1,56$ $T_{B_{2,0(II)}} = 0,84$																		
5(II) Фрезерная черновая	$Z_{2(II)}^{5(II)} \text{ мм} \cdot R_{2(II)}^{5(II)} = 0,025$ $h_{2(II)}^{5(II)} = 0,2 \cdot 0,1$ $= 0,3$	$T_{A_{1(II)}} = 1,95$																		
5(II) Фрезерная черновая	$Z_{2(II)}^{5(II)} \text{ мм} \cdot R_{2(II)}^{5(II)} = 0,025$ $h_{2(II)}^{5(II)} = 0,2 \cdot 0,1$ $= 0,3$	$T_{A_{1(II)}} = 1,95$																		
00 Землярь нормально		$T_{A_0} = 1,65$																		

Рисунок 9 – Схемы размеров во второй проекции



N	Z, МММ	ТАI, МММ	
45I (V)	$Z_{45I}^{45I(1)}$ мм= $Rz^{45I(1)} \pm 0.1$	$TZ_{45I(1)} \pm 0.1$	$H^{45I(V)}$ $Z_{23}^{45I(V)}$
45I (II)		$TZ_{45I(1)} \pm 0.25$	$H^{45I(II)}$
45I (II)	$Z_{45I}^{45I(1)}$ мм= $Rz^{45I(1)} \pm 0.1$	$TZ_{45I(1)} \pm 0.1$	$\text{Ø}\text{Ø}^{45I(II)}$ $Z_{23}^{45I(II)}$
45I (I)		$TZ_{45I(1)} \pm 0.25$	$\text{Ø}\text{Ø}^{45I(I)}$
40I (II)		$TZ_{40I(1)} \pm 0.075$	$C^{40I(II)}$ $T^{40I(II)}$
40I (I)		$TZ_{40I(1)} \pm 0.15$	$\Pi^{40I(I)}$
30I (II)	$Z_{30I}^{30I(1)}$ мм= $Rz^{30I(1)} \pm 0.043$	$TZ_{30I(1)} \pm 0.043$	$\text{ШШ}^{30I(II)}$ $p^{30I(II)}$ $Z_{29}^{30I(II)}$
30I (II)	$Z_{30I}^{30I(1)}$ мм= $Rz^{30I(1)} \pm 0.025$	$T\text{ШШ}_{30I(1)} \pm 0.222$	$\text{ШШ}^{30I(II)}$ $p^{30I(II)}$ $Z_{29}^{30I(II)}$
30I (I)	$Z_{30I}^{30I(1)}$ мм= $Rz^{30I(1)} \pm 0.1$	$TZ_{30I(1)} \pm 0.07$	$\text{ШШ}^{30I(I)}$ $p^{30I(I)}$ $Z_{29}^{30I(I)}$
30I (I)	$Z_{30I}^{30I(1)}$ мм= $Rz^{30I(1)} \pm 0.1$	$T\text{ШШ}_{30I(1)} \pm 0.26$	$\text{ШШ}^{30I(I)}$ $p^{30I(I)}$
30I (I)		$TZ_{30I(1)} \pm 0.18$	$\text{ШШ}^{30I(I)}$ $p^{30I(I)}$
30I (I)		$T\text{ШШ}_{30I(1)} \pm 0.41$	$\text{ШШ}^{30I(I)}$ $p^{30I(I)}$
25		$TZ_{25(1)} \pm 0.21$	$\Phi^{35I(1)}$ $\sigma^{35I(1)}$
25		$T\Phi_{25(1)} \pm 0.13$	
20		$T\text{ММ}_{20} \pm 0.52$	$\Gamma\Gamma^{20}$
20		$T\text{Ø}\text{Ø}_{20} \pm 0.52$	$\text{Ø}\text{Ø}^{20}$
20		$T\text{ТТ}_{20} \pm 0.59$	ТТ^{20}
20		$T\text{ТТ}_{20} \pm 0.59$	ТТ^{20}
5I (I)	$Z_{5I}^{5I(1)}$ мм= $Rz^{5I(1)} \pm 0.1$	$TK_{5I(1)} \pm 0.41$	$y^{5I(I)}$ $M^{5I(I)}$ $K^{5I(I)}$ $Z_{24}^{5I(I)}$ $Z_{30}^{5I(I)}$
5I (I)	$Z_{5I}^{5I(1)}$ мм= $Rz^{5I(1)} \pm 0.1$	$T\text{K}_{5I(1)} \pm 0.118$	$y^{5I(I)}$ $M^{5I(I)}$ $K^{5I(I)}$ $Z_{24}^{5I(I)}$ $Z_{30}^{5I(I)}$
5I (I)	$Z_{5I}^{5I(1)}$ мм= $Rz^{5I(1)} \pm 0.1$	$T\text{K}_{5I(1)} \pm 0.1$	$y^{5I(I)}$ $M^{5I(I)}$ $K^{5I(I)}$ $Z_{24}^{5I(I)}$ $Z_{30}^{5I(I)}$
5I (I)	$Z_{5I}^{5I(1)}$ мм= $Rz^{5I(1)} \pm 0.1$	$T\text{K}_{5I(1)} \pm 0.1$	$y^{5I(I)}$ $M^{5I(I)}$ $K^{5I(I)}$ $Z_{24}^{5I(I)}$ $Z_{30}^{5I(I)}$
5I (I)	$Z_{5I}^{5I(1)}$ мм= $Rz^{5I(1)} \pm 0.1$	$T\text{K}_{5I(1)} \pm 0.28$	$y^{5I(I)}$ $M^{5I(I)}$ $K^{5I(I)}$ $Z_{24}^{5I(I)}$ $Z_{30}^{5I(I)}$
5I (I)	$Z_{5I}^{5I(1)}$ мм= $Rz^{5I(1)} \pm 0.1$	$T\text{K}_{5I(1)} \pm 0.39$	$y^{5I(I)}$ $M^{5I(I)}$ $K^{5I(I)}$ $Z_{24}^{5I(I)}$ $Z_{30}^{5I(I)}$
5I (I)	$Z_{5I}^{5I(1)}$ мм= $Rz^{5I(1)} \pm 0.1$	$T\text{K}_{5I(1)} \pm 0.63$	$y^{5I(I)}$ $M^{5I(I)}$ $K^{5I(I)}$ $Z_{24}^{5I(I)}$ $Z_{30}^{5I(I)}$
5I (I)	$Z_{5I}^{5I(1)}$ мм= $Rz^{5I(1)} \pm 0.1$	$T\text{K}_{5I(1)} \pm 0.41$	$y^{5I(I)}$ $M^{5I(I)}$ $K^{5I(I)}$ $Z_{24}^{5I(I)}$ $Z_{30}^{5I(I)}$
5I (I)	$Z_{5I}^{5I(1)}$ мм= $Rz^{5I(1)} \pm 0.1$	$T\text{K}_{5I(1)} \pm 0.123$	$y^{5I(I)}$ $M^{5I(I)}$ $K^{5I(I)}$ $Z_{24}^{5I(I)}$ $Z_{30}^{5I(I)}$
00		$T\text{K}_{00} = 4$	M^0 KX^0

Рисунок 9 – Схемы размеров в третьей проекции

По схеме размеров в первой проекции получаем следующие уравнения:

$$\begin{aligned} [Z_{32}^{55(\Pi)}] &= \Psi^{55(\Pi)} - \Psi^{55(I)}; \\ [Z_{33}^{45(\text{III})}] &= \text{ШЧ}^{45(\Pi)} - \text{ШЧ}^{45(\text{III})}; \\ [Z_{33}^{45(\Pi)}] &= \text{ШЧ}^{45(I)} - \text{ШЧ}^{45(\Pi)}; \\ [Z_{42}^{35(\Pi)}] &= \text{ДД}^{35(\Pi)} - \text{ДД}^{35(I)}; \\ [Z_{43}^{20(I)}] &= -\text{Ю1}^{20(I)} + \text{АА}^{10(\Pi)} - \text{АА}^0 + \text{ЮА}^0; \\ [Z_{44}^{15(\Pi)}] &= \text{АА}^{15(I)} - \text{АА}^{15(\Pi)}; \\ [Z_{44}^{15(I)}] &= \text{АА}^{10(\Pi)} - \text{АА}^{15(I)}; \\ [Z_{31}^{10(\Pi)}] &= \text{АА}^{10(I)} - \text{АА}^{10(\Pi)}; \\ [Z_{31}^{10(I)}] &= \text{АА}^0 - \text{АА}^{10(I)}; \end{aligned}$$

По схеме размеров во второй проекции получаем следующие уравнения:

$$\begin{aligned} [Z_8^{45(\text{III})}] &= \text{Е}^{45(\text{III})} + \text{И}^{45(\text{III})} - \text{И}^{45(\Pi)} - \text{Е}^{45(\Pi)} \\ [Z_{11}^{40(\text{III})}] &= \text{И}^{45(\Pi)} - \text{И}^{45(\text{III})} \\ [Z_8^{45(\Pi)}] &= \text{Е}^{45(\Pi)} + \text{И}^{45(\Pi)} - \text{И}^{45(\Pi)} - \text{Е}^{45(I)} \\ [Z_{11}^{45(\Pi)}] &= \text{И}^{45(I)} - \text{И}^{45(\Pi)} \\ [Z_{47}^{45(\text{III})}] &= \text{Ж}^{45(\Pi)} - \text{И}^{45(\Pi)} + \text{И}^{45(\text{III})} - 40^{45(\text{III})} \\ [Z_{480}^{45(\text{III})}] &= \text{ШШ}^{45(\text{III})} + \text{Ж}^{45(\text{III})} - \text{И}^{45(\text{III})} + \text{И}^{45(\Pi)} - \text{Ж}^{45(\Pi)} - \text{ШШ}^{45(\Pi)} \\ [Z_{47}^{45(\Pi)}] &= \text{Ж}^{45(I)} - \text{И}^{45(I)} + \text{И}^{45(\Pi)} - \text{Ж}^{45(\Pi)} \\ [Z_{480}^{45(\Pi)}] &= \text{ШШ}^{45(\Pi)} + \text{Ж}^{45(\Pi)} - \text{И}^{45(\Pi)} + \text{И}^{45(I)} - \text{Ж}^{45(I)} - \text{ШШ}^{45(I)} \\ [Z_{49}^{5(\Pi)}] &= \text{А}^{5(I)} - \text{А}^{5(\Pi)} \\ [Z_1^{5(I)}] &= \text{А}^{(0)} - \text{А}^{5(I)} \end{aligned}$$

По схеме размеров в третьей проекции получаем следующие уравнения:

$$\begin{aligned} [Z_{230}^{55(\Pi)}] &= \text{Н}^{55(\Pi)} - \text{Н}^{55(I)} \\ [Z_{28}^{40(\text{III})}] &= \text{Р}^{40(\text{III})} + \text{ЩЩ}^{40(\text{III})} - \text{ЩЩ}^{40(\Pi)} - \text{Р}^{40(\Pi)} \\ [Z_{28}^{40(\Pi)}] &= \text{Р}^{40(\Pi)} + \text{ЩЩ}^{40(\Pi)} - \text{ЩЩ}^{40(I)} - \text{Р}^{40(I)} \\ [Z_{23}^{35(\Pi)}] &= \text{Н}^{35(\Pi)} + \Phi^{35(\Pi)} - \Phi^{35(I)} - \text{Н}^{35(I)} \\ [Z_{30}^{20(\Pi)}] &= \text{К}^{20(I)} - \text{К}^{20(\Pi)} \\ [Z_{30}^{20(I)}] &= \text{ЖЖ}^{10(\Pi)} - \text{У}^{20(I)} - \text{К}^{20(I)} \\ [Z_{24}^{20(I)}] &= \text{М}^{10(\Pi)} - \text{У}^{20(I)} - \text{М}^{20(I)} \\ [Z_{16}^{10(\Pi)}] &= \text{М}^{10(I)} - \text{М}^{10(\Pi)} \\ [Z_{16}^{10(\Pi)}] &= \text{ЖЖ}^{10(I)} - \text{ЖЖ}^{10(\Pi)} \\ [Z_{16}^{10(I)}] &= \text{М}^0 - \text{М}^{10(I)} \\ [Z_{16}^{10(I)}] &= \text{ЖЖ}^0 - \text{ЖЖ}^{10(I)} \end{aligned}$$

На основании полученных уравнений проверяем точность разработанного технологического процесса:

$$\begin{aligned} [Ш] &= AA^{15(II)} - ШЧ^{40(III)}; \\ ТШ &\geq TAA^{15(II)} + ТШЧ^{40(III)}; \\ 0.9 \text{ мм} &> 0.18\text{мм} + 0.106\text{мм} = 0.286 \text{ мм}. \end{aligned}$$

Из неравенства видно, что точность размера [Ш] обеспечивается.

$$\begin{aligned} [Ю] &= AA^{15(II)} - Ю1^{20(I)}; \\ ТЮ &\geq TAA^{15(II)} + ТЮ1^{20(I)}; \\ 0.3\text{мм} &< 0.18\text{мм} + 0.52\text{мм} = 0.7 \text{ мм}. \end{aligned}$$

Из неравенства видно, что точность размера [Ю] не обеспечивается.

$$\begin{aligned} [X1] &= AA^{15(II)} - X11^{20(I)} \\ TX1 &\geq TAA^{15(II)} + TX11^{20(I)} \\ 0.52\text{мм} &< 0.18\text{мм} + 0.45\text{мм} = 0.63\text{мм}. \end{aligned}$$

Из неравенства видно, что точность размера [X1] не обеспечивается.

Заданный допуск размера Ю намного меньше расчётного допуска. Рассмотрим способы обеспечения допуска на размер Ю. Добавим в операцию 20(II) чистовое фрезерование поверхности 43 в размер Ю1, которое обеспечивает IT10, Ra=6.3 мкм. Эскиз операции показан в таблице 7.

С учетом корректировки операции 20(II) уравнение замыкающего звена будет следующим:

$$\begin{aligned} [Ю] &= AA^{15(II)} - Ю1^{20(II)}; \\ ТЮ &\geq TAA^{15(II)} + ТЮ1^{20(II)}; \\ 0.3\text{мм} &< 0.18\text{мм} + 0.18\text{мм} = 0.36 \text{ мм}. \end{aligned}$$

Из неравенства видно, что точность размера Ю не обеспечивается. Для получения допуска на размер Ю, сделаем его составляющим звеном, то есть будем вести обработку от той поверхности, которая является базовой для него, то есть от которой он поставлен. Введем в операцию 15 черновое и чистовое фрезерование поверхности 43 размер Ю. С учётом корректировки, точность размера Ю обеспечивается. Эскиз операции 15 показан в таблице 8

Заданный допуск размера X1 меньше расчётного допуска. Для получения нужного допуска необходимо в операцию 20(II) добавить чистовое фрезерование поверхностей 40 и 400 в размеры X1 и X2 (X1 = X2), обеспечивающее IT10 и Ra=6.3 мкм. Эскиз операции 20(II) показан в таблице 9

С учетом корректировки операции 20(II) уравнение замыкающего звена будет следующим:

$$\begin{aligned} [X1] &= AA^{15(II)} - X11^{20(II)} \\ TX1 &\geq TAA^{15(II)} + TX11^{20(II)} \end{aligned}$$

										Лист
										39
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

15.03.05.2017.112.00 ПЗ

$$0.52\text{мм} > 0.18\text{мм} + 0.16\text{мм} = 0.34\text{мм}$$

Из неравенства видно, что точность размеров X1 и X2 обеспечивается.

Рассмотрев операции 15 и 20 мы видим что для обеспечения размеров Ю, X1 и X2 необходима обработка в 2 перехода: чистовой и черновой, и целесообразно будет совместить их в одну операцию в два перехода. Черновая обработка поверхностей Ю, X1 и X2 в 15(I), чистовая обработка поверхностей Ю, X1 и X2 в 15(II). И вести обработку размеров X1 и X2 от обрабатываемой в этой операции поверхности 44 которая является для них базой.

Эскиз операции 15 после корректировки показан в таблице 10

$$\begin{aligned} [Л1] &= Y^{15(II)} + K^{15(II)} - Л11^{20} \\ ТЛ1 &\geq ТУ^{15(II)} + ТК^{15(II)} + Л11^{20} \\ 0.87\text{мм} &> 0.118\text{мм} + 0.41\text{мм} + 0.3\text{мм} = 0.828\text{мм} \end{aligned}$$

Из неравенства видно, что точность размеров Л1 и Л2 обеспечивается.

						15.03.05.2017.112.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			40

Изм. Лист № докум. Подпись Дата

Таблица 7 – Операция 20(II) после корректировки

№ Операции	Эскизы	IT, требования, мм.
<p>20(II) Фрезерная чистовая</p>		<p> $T_{Ю1}^{20(II)} = 0.12 + 0.06 = 0.18$ $T_{К}^{20(II)} = 0.16 + 0.25 = 0.41$ </p>

15.03.05.2017.112.00 ПЗ

Лист

Таблица 8 – Операция 15 после корректировки

№ Операции	Допуски	IT, требования, мм.
1	2	3
Фрезерная черновая (I) 51		$TAA^{15(I)} = 0.46 + 0.06 = 0.52$ $TЮ^{15(I)} = 0.18$ $\diamond 44^{15(I)} = 0.8$ $//31^{10(II)}, 44^{15(I)} = 0.25$
Фрезерная чистовая (II) 51		$TAA^{15(II)} = 0.12 + 0.06 = 0.18$ $TЮ^{15(II)} = 0.048$ $\diamond 44^{15(II)} = 0.2$ $//31^{10(II)}, 44^{15(II)} = 0.06$

15.03.05.2017.11.20.00 ПЗ

Изм.

Лист

№ док.м.

Подпись

Дата

Лист

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
15.03.05.2017.112.00 ПЗ				
	Лист			

Таблица 9 – Операция 20(II) после корректировки

№ Операции	Допуски	IT, требования, мм.
<p>20(II) Фрезерная чистовая</p>		<p>ITX1^{20(II)}=ITX2^{20(II)}=0.1+ 0.06=0.16 ITY^{20(II)}=0.058+0.06=0.118 ITM^{20(II)}=0.1 ITK^{20(II)}=0.16 ⊥ 31^{10(II)}, 17^{20(II)} =0.06</p>

Изм.	Лист	№ докum.	Подпись	Дата
15.03.05.2017.112.00 ПЗ				
	Лист			

Таблица 10 – Операция 15 после корректировки

№ Операции	Допуски	IT, требования, мм.
15(I) Фрезерная черновая		$TAA^{15(I)} = 0.46 + 0.06 = 0.52$ $TX1^{15(I)} = TX2^{15(I)} = 0.33$ $TIU^{15(I)} = 0.18$ $TU^{15(I)} = 0.22 + 0.06 = 0.28$ $TM^{15(I)} = 0.39$ $TK^{15(I)} = 0.63$ $\perp 31^{10(II)}, 17^{15(I)} = 0.25$
15(II) Фрезерная чистовая		$TAA^{15(II)} = 0.12 + 0.06 = 0.18$ $TX1^{15(II)} = TX2^{15(II)} = 0.084$ $TIU^{15(II)} = 0.048$ $TU^{15(II)} = 0.058 + 0.06 = 0.118$ $TM^{15(II)} = 0.1$ $TK^{15(II)} = 0.16$ $\perp 31^{10(II)}, 17^{15(II)} = 0.06$

Рассчитываем уравнения размерных цепей по новому маршруту. По схеме размеров в первой проекции получаем следующие уравнения:

$$\begin{aligned}
 [Z_{32}^{45(\text{II})}] &= \Psi^{45(\text{II})} - \Psi^{45(\text{I})}; \\
 [Z_{33}^{40(\text{III})}] &= \text{ШЧ}^{40(\text{II})} - \text{ШЧ}^{40(\text{III})}; \\
 [Z_{33}^{40(\text{II})}] &= \text{ШЧ}^{40(\text{I})} - \text{ШЧ}^{40(\text{II})}; \\
 [Z_{42}^{30(\text{II})}] &= \text{ДД}^{30(\text{II})} - \text{ДД}^{30(\text{I})}; \\
 [Z_{43}^{15(\text{II})}] &= \text{Ю}^{15(\text{II})} - \text{АА}^{15(\text{II})} + \text{АА}^{15(\text{I})} - \text{Ю}^{15(\text{I})}; \\
 [Z_{44}^{15(\text{II})}] &= \text{АА}^{15(\text{I})} - \text{АА}^{15(\text{II})}; \\
 [Z_{40}^{15(\text{II})}] &= \text{Х1}^{15(\text{II})} - \text{АА}^{15(\text{II})} + \text{АА}^{15(\text{I})} - \text{Х1}^{15(\text{I})}; \\
 [Z_{400}^{15(\text{II})}] &= \text{Х2}^{15(\text{II})} - \text{АА}^{15(\text{II})} + \text{АА}^{15(\text{I})} - \text{Х2}^{15(\text{I})}; \\
 [Z_{43}^{15(\text{I})}] &= \text{Ю}^{15(\text{I})} - \text{АА}^{15(\text{I})} + \text{АА}^{10(\text{II})} - \text{Ю}^0; \\
 [Z_{44}^{15(\text{I})}] &= \text{АА}^{10(\text{II})} - \text{АА}^{15(\text{I})}; \\
 [Z_{31}^{10(\text{II})}] &= \text{АА}^{10(\text{I})} - \text{АА}^{10(\text{II})}; \\
 [Z_{31}^{10(\text{I})}] &= \text{АА}^0 - \text{АА}^{10(\text{I})}; \\
 [Z_{31}^{10(\text{II})}] &= \text{ЫЫ}^{10(\text{I})} - \text{ЫЫ}^{10(\text{II})}; \\
 [Z_{31}^{10(\text{I})}] &= \text{ЫЫ}^0 - \text{ЫЫ}^{10(\text{I})};
 \end{aligned}$$

По схеме размеров во второй проекции получаем следующие уравнения:

$$\begin{aligned}
 [Z_8^{40(\text{III})}] &= \text{Е}^{40(\text{III})} + \text{И}^{40(\text{III})} - \text{И}^{40(\text{II})} - \text{Е}^{40(\text{II})} \\
 [Z_{11}^{40(\text{III})}] &= \text{И}^{40(\text{II})} - \text{И}^{40(\text{III})} \\
 [Z_8^{40(\text{II})}] &= \text{Е}^{40(\text{II})} + \text{И}^{40(\text{II})} - \text{И}^{40(\text{I})} - \text{Е}^{40(\text{I})} \\
 [Z_{11}^{40(\text{II})}] &= \text{И}^{40(\text{I})} - \text{И}^{40(\text{II})} \\
 [Z_{47}^{40(\text{III})}] &= \text{Ж}^{40(\text{II})} - \text{И}^{40(\text{II})} + \text{И}^{40(\text{III})} - \text{Ж}^{40(\text{III})} \\
 [Z_{480}^{40(\text{III})}] &= \text{ШШШ}^{40(\text{III})} + \text{Ж}^{40(\text{III})} - \text{И}^{40(\text{III})} + \text{И}^{40(\text{II})} - \text{Ж}^{40(\text{II})} - \text{ШШШ}^{40(\text{II})} \\
 [Z_{47}^{40(\text{II})}] &= \text{Ж}^{40(\text{I})} - \text{И}^{40(\text{I})} + \text{И}^{40(\text{II})} - \text{Ж}^{40(\text{II})} \\
 [Z_{480}^{40(\text{II})}] &= \text{ШШШ}^{40(\text{II})} + \text{Ж}^{40(\text{II})} - \text{И}^{40(\text{II})} + \text{И}^{40(\text{I})} - \text{Ж}^{40(\text{I})} - \text{ШШШ}^{40(\text{I})} \\
 [Z_{49}^{5(\text{II})}] &= \text{А}^{5(\text{I})} - \text{А}^{5(\text{II})} \\
 [Z_1^{5(\text{I})}] &= \text{А}^{(0)} - \text{А}^{5(\text{I})}
 \end{aligned}$$

По схеме размеров в третьей проекции получаем следующие уравнения:

$$\begin{aligned}
 [Z_{230}^{45(\text{II})}] &= \text{Н}^{45(\text{II})} - \text{Н}^{45(\text{I})} \\
 [Z_{28}^{35(\text{III})}] &= \text{Р}^{35(\text{III})} + \text{ЩЩ}^{35(\text{III})} - \text{ЩЩ}^{35(\text{II})} - \text{Р}^{35(\text{II})} \\
 [Z_{28}^{35(\text{II})}] &= \text{Р}^{35(\text{II})} + \text{ЩЩ}^{35(\text{II})} - \text{ЩЩ}^{35(\text{I})} - \text{Р}^{35(\text{I})} \\
 [Z_{23}^{30(\text{II})}] &= \text{Н}^{30(\text{II})} + \text{Ф}^{30(\text{II})} - \text{Ф}^{30(\text{I})} - \text{Н}^{30(\text{I})} \\
 [Z_{30}^{15(\text{II})}] &= \text{К}^{15(\text{I})} + \text{У}^{15(\text{I})} - \text{К}^{15(\text{II})} - \text{У}^{15(\text{II})} \\
 [Z_{24}^{15(\text{II})}] &= \text{М}^{15(\text{I})} + \text{У}^{15(\text{I})} - \text{У}^{15(\text{II})} - \text{М}^{15(\text{II})} \\
 [Z_{17}^{15(\text{II})}] &= \text{У}^{12(\text{II})} - \text{У}^{15(\text{I})} \\
 [Z_{30}^{15(\text{I})}] &= \text{ЖЖ}^{10(\text{II})} - \text{У}^{15(\text{I})} - \text{К}^{15(\text{I})} \\
 [Z_{24}^{15(\text{I})}] &= \text{УМ}^{10(\text{II})} - \text{У}^{15(\text{I})} - \text{М}^{15(\text{I})} \\
 [Z_{16}^{10(\text{II})}] &= \text{М}^{10(\text{I})} - \text{М}^{10(\text{II})} \\
 [Z_{16}^{10(\text{I})}] &= \text{М}^0 - \text{М}^{10(\text{I})} \\
 [Z_{16}^{10(\text{II})}] &= \text{ЖЖ}^{10(\text{I})} - \text{ЖЖ}^{10(\text{II})} \\
 [Z_{16}^{10(\text{I})}] &= \text{ЖЖ}^0 - \text{ЖЖ}^{10(\text{I})}
 \end{aligned}$$

По каждому переходу в соответствующей операции составляется уравнение размерной цепи где замыкающим звеном является припуск на обработку с целью определения номинального межоперационного размера и максимального припуска на обработку. В конечном итоге получаем размеры заготовки с учетом ряда погрешностей обработки. Минимальный припуск на обработку определяется как сумма величины шероховатости Z предшествующего перехода и величина h дефектного слоя поверхности предшествующего перехода (все расчётные значения приведены в мм)

Решение размерных цепей по схеме размеров в первой проекции

$$[Z_{32}^{45(II)}] = \psi^{45(II)} - \psi^{45(I)}$$

Известные величины: $Z_{32}^{45(II)}_{\min} = 0.1$;

$$\psi^{45(II)} = 6_{-0.504}$$

$$T\psi^{45(I)} = 0.18(+0.9)$$

$$Z_{33}^{45(II)}_{\min} = \psi^{45(II)}_{\min} - \psi^{45(I)}_{\max}$$

$$\psi^{45(I)}_{\max} = 5.496 - 0.1 = 5.369$$

$$\psi^{45(I)} = \psi^{45(I)}_{\max} - ES = 5.369 - 0.9 = 4.496$$

Ответ: $\psi^{45(I)} = 4.496_{-0.9}$.

$$Z_{32}^{45(II)}_{\max} = \psi^{45(II)}_{\max} - \psi^{45(I)}_{\min} = 6.504 - 3.596 = 2.908.$$

Остальные уравнения рассчитываются аналогично, результаты расчёта приведены в таблице 11.

Таблица 11 – Результаты расчёта размерных цепей по схеме диаметральных размеров

Исходное уравнение	Известные величины	Рассчитанные размеры
1	2	3
$[Z_{33}^{40(III)}] = ШЧ^{40(II)} - ШЧ^{40(III)}$	$Z_{33}^{40(III)}_{\min} = 0.025$ $ШЧ^{40(III)} = 63_{-0.106}$ $TШЧ^{40(II)} = 0.18(-0.18)$	$ШЧ^{40(II)} = 63.205_{-0.18}$ $Z_{33}^{40(III)}_{\max} = 0.311$
$[Z_{33}^{40(II)}] = ШЧ^{40(I)} - ШЧ^{40(II)}$	$Z_{33}^{40(II)}_{\min} = 0.1$ $ШЧ^{40(II)} = 63.205_{-0.18}$ $TШЧ^{40(I)} = 0.52(-0.52)$	$ШЧ^{40(I)} = 63.807_{-0.52}$ $Z_{33}^{40(II)}_{\max} = 0.782$
$[Z_{42}^{30(II)}] = ДД^{30(II)} - ДД^{30(I)}$	$Z_{42}^{30(II)}_{\min} = 0.1$ $ДД^{30(II)} = 6_{+0.504}$ $TДД^{30(I)} = 0.18(+0.9)$	$ДД^{30(I)} = 4.496_{+0.9}$ $Z_{42}^{30(II)}_{\max} = 2.908$
$[Z_{44}^{15(II)}] = АА^{15(I)} - АА^{15(II)}$	$Z_{44}^{15(II)}_{\min} = 0.1$ $АА^{15(II)} = 72_{-0.18}$ $TАА^{15(I)} = 0.52(-0.52)$	$АА^{15(I)} = 72.62_{-0.52}$ $Z_{44}^{15(II)}_{\max} = 0.8$

Продолжение таблицы 11

1	2	3
$[Z_{43}^{15(\Pi)}] = \text{Ю}^{15(\Pi)} - \text{АА}^{15(\Pi)} + \text{АА}^{15(\text{I})} - \text{Ю}^{15(\text{I})}$	$Z_{43}^{15(\Pi)}_{\min} = 0.1$ $\text{АА}^{15(\text{I})} = 72.62_{-0.52}$ $\text{АА}^{15(\Pi)} = 72_{-0.18}$ $\text{Ю}^{15(\Pi)} = 5_{+0.024}$ $\text{ТЮ}^{15(\text{I})} = 0.18_{(-+0.09)}$	$\text{Ю}^{15(\text{I})} = 4.886_{-+0.09}$ $Z_{43}^{15(\Pi)}_{\max} = 1.038$
$[Z_{40}^{15(\Pi)}] = \text{Х1}^{15(\Pi)} - \text{АА}^{15(\Pi)} + \text{АА}^{15(\text{I})} - \text{Х1}^{15(\text{I})}$	$Z_{40}^{15(\Pi)}_{\min} = 0.1$ $\text{АА}^{15(\text{I})} = 72.62_{-0.52}$ $\text{АА}^{15(\Pi)} = 72_{-0.18}$ $\text{Х1}^{15(\Pi)} = 29_{+0.042}$ $\text{ТХ1}^{15(\text{I})} = 0.18_{(-+0.165)}$	$\text{Х1}^{15(\text{I})} = 28.803_{-+0.165}$ $Z_{40}^{15(\Pi)}_{\max} = 1.039$ $\text{Х2}^{15(\text{I})} = 28.803_{-+0.165}$ $Z_{400}^{15(\Pi)}_{\max} = 1.039$
$[Z_{44}^{15(\text{I})}] = \text{АА}^{10(\Pi)} - \text{АА}^{15(\text{I})}$	$Z_{44}^{15(\Pi)}_{\min} = 0.3$ $\text{АА}^{15(\text{I})} = 72.62_{-0.52}$ $\text{ТАА}^{10(\Pi)} = 0.35_{(-0.35)}$	$\text{АА}^{10(\Pi)} = 73.27_{-0.35}$ $Z_{44}^{15(\text{I})}_{\max} = 1.17$
$[Z_{31}^{10(\Pi)}] = \text{АА}^{10(\text{I})} - \text{АА}^{10(\Pi)}$	$Z_{31}^{10(\Pi)}_{\min} = 0.3$ $\text{АА}^{10(\Pi)} = 73.27_{-0.35}$ $\text{ТАА}^{10(\text{I})} = 1.06_{(-1.06)}$	$\text{АА}^{10(\text{I})} = 74.63_{-1.06}$ $Z_{31}^{10(\Pi)}_{\max} = 1.7$
$[Z_{31}^{10(\text{I})}] = \text{АА}^0 - \text{АА}^{10(\text{I})}$	$Z_{31}^{10(\Pi)}_{\min} = 0.3$ $\text{АА}^{10(\text{I})} = 74.63_{-1.06}$ $\text{ТАА}^0 = 4.5_{(-1.5^{+3})}$	$\text{АА}^0 = 76.43_{-1.5^{+3}}$ $Z_{31}^{10(\text{I})}_{\max} = 5.86$
$[Z_{43}^{15(\text{I})}] = \text{Ю}^{15(\text{I})} - \text{АА}^{15(\text{I})} + \text{АА}^{10(\Pi)} - \text{Ю}^0$	$Z_{31}^{10(\Pi)}_{\min} = 0.3$ $\text{Ю}^{15(\text{I})} = 4.886_{-+0.09}$ $\text{АА}^{10(\Pi)} = 73.27_{-0.35}$ $\text{АА}^{15(\text{I})} = 72.62_{-0.52}$ $\text{ТЮ}^0 = 2.5_{(-+1.5)}$	$\text{Ю}^0 = 3.296_{-+1.5}$ $Z_{43}^{15(\text{I})}_{\max} = 3.85$
$[Z_{31}^{10(\Pi)}] = \text{БЫ}^{10(\text{I})} - \text{БЫ}^{10(\Pi)}$	$Z_{31}^{10(\Pi)}_{\min} = 0.1$ $\text{БЫ}^{10(\Pi)} = 39_{-0.1}$ $\text{ТБЫ}^{10(\text{I})} = 0.39_{(-0.39)}$	$\text{БЫ}^{10(\text{I})} = 39.49_{-0.39}$ $Z_{31}^{10(\Pi)}_{\max} = 0.59$
$[Z_{31}^{10(\text{I})}] = \text{БЫ}^0 - \text{БЫ}^{10(\text{I})}$	$Z_{31}^{10(\text{I})}_{\min} = 0.3$ $Z_{31}^{10(\text{I})}_{\max} = 5.86$ $\text{БЫ}^{10(\text{I})} = 39.49_{-0.39}$ $\text{ТБЫ}^0 = 2.5_{(-+1.5)}$	$\text{БЫ}^0 = 40.79_{-+1.5}$ $Z_{31}^{10(\text{I})}_{\max} = 3.29$

Решение размерных цепей по схеме размеров во второй проекции.

$$[Z_{11}^{40(\text{III})}] = \text{И}^{40(\text{II})} - \text{И}^{40(\text{III})}$$

Известные величины: $Z_{11}^{40(\text{III})}_{\min} = 0.025$;

$$\text{И}^{40(\text{III})} = 30_{+0.0965}$$

$$\text{ТИ}^{40(\text{II})} = 0.244_{(-+0.122)}$$

$$Z_{11}^{40(III)}_{\min} = I^{40(II)}_{\min} - I^{40(III)}_{\max}$$

$$I^{40(II)}_{\min} = 30.0965 + 0.025 = 30.1215$$

$$I^{40(II)}_{\min} = I^{40(II)}_{\min} - EI = 30.1215 + 0.122 = 30.2435$$

Ответ: $I^{40(II)} = 30.2435_{-0.122}$.

$$Z_{11}^{40(III)}_{\max} = I^{40(II)}_{\max} - I^{40(III)}_{\min} = 30.3655 - 29.9035 = 0.462$$

Остальные уравнения рассчитываются аналогично. Результаты расчёта приведены в таблице 12

Таблица 12 – Результаты расчёта размерных цепей по схеме диаметральных размеров

Исходное уравнение	Известные величины	Рассчитанные размеры
1	2	3
$[Z_{11}^{40(II)}] = I^{40(I)} - I^{40(II)}$	$Z_{11}^{40(II)}_{\min} = 0.1$ $I^{40(II)} = 30.2435_{-0.122}$ $TI^{40(I)} = 0.49_{(-0.245)}$	$I^{40(I)} = 30.7105_{+0.245}$ $Z_{11}^{40(II)}_{\max} = 0.834$
$[Z_8^{40(III)}] = E^{40(III)} + I^{40(III)} - I^{40(II)} - E^{40(II)}$	$Z_8^{40(III)}_{\min} = 0.025$ $E^{40(III)} = 32_{+0.039}$ $I^{40(III)} = 30_{+0.0965}$ $I^{40(II)} = 30.2435_{-0.122}$ $TE^{40(II)} = 0.1_{(+0.1)}$	$E^{40(II)} = 31.413_{+0.1}$ $Z_8^{40(III)}_{\max} = 0.401$
$[Z_8^{40(II)}] = E^{40(II)} + I^{40(II)} - I^{40(I)} - E^{40(I)}$	$Z_8^{40(II)}_{\min} = 0.025$ $E^{40(II)} = 31.413_{+0.1}$ $I^{40(II)} = 30.2435_{-0.122}$ $I^{40(I)} = 30.7105_{+0.245}$ $TE^{40(I)} = 0.39_{(+0.39)}$	$E^{40(I)} = 30.164_{+0.1}$ $Z_8^{40(II)}_{\max} = 1.249$
$Z_{47}^{40(III)} = Ж^{40(II)} - I^{40(II)} + I^{40(III)} - Ж^{40(III)}$	$Z_{47}^{40(III)}_{\min} = 0.025$ $Ж^{40(III)} = 500_{-0.097}$ $I^{40(II)} = 30.2435_{-0.122}$ $I^{40(III)} = 30_{+0.0965}$ $TЖ^{40(II)} = 0.25_{(-0.25)}$	$Ж^{40(II)} = 500.737_{-0.25}$ $Z_{47}^{40(III)}_{\max} = 0.809$
$[Z_{47}^{40(II)}] = Ж^{40(I)} - I^{40(I)} + I^{40(II)} - Ж^{40(II)}$	$Z_{47}^{40(II)}_{\min} = 0.1$ $Ж^{40(II)} = 500.737_{-0.25}$ $I^{40(II)} = 30.2435_{-0.122}$ $I^{40(I)} = 30.7105_{+0.245}$ $TЖ^{40(I)} = 0.97_{(-0.97)}$	$Ж^{40(I)} = 502.566_{-0.97}$ $Z_{47}^{40(II)}_{\max} = 1.979$
$[Z_{480}^{40(III)}] = ШШ^{40(III)} + Ж^{40(III)} - I^{40(III)} + I^{40(II)} - Ж^{40(II)} - ШШ^{40(II)}$	$Z_{480}^{40(III)}_{\min} = 0.025$ $Ж^{40(II)} = 500.737_{-0.25}$ $I^{40(II)} = 30.2435_{-0.122}$ $Ж^{40(III)} = 500_{-0.097}$ $I^{40(III)} = 30_{+0.0965}$ $ШШ^{40(III)} = 32_{+0.039}$ $TШШ^{40(II)} = 0.1_{(+0.1)}$	$ШШ^{40(II)} = 31.066_{+0.1}$ $Z_{480}^{40(III)}_{\max} = 1.948$

Продолжение таблицы 12

1	2	3
$[Z_{480}^{40(II)}] = ШШ^{40(II)} + Ж^{40(II)} - И^{40(II)} + И^{40(I)} - Ж^{40(I)} - ШШ^{40(I)}$	$Z_{480}^{40(II)}_{min} = 0.1$ $Ж^{40(II)} = 500.737_{-0.25}$ $И^{40(II)} = 30.2435_{+0.122}$ $Ж^{40(I)} = 502.566_{-0.97}$ $И^{40(I)} = 30.7105_{+0.245}$ $ШШ^{40(II)} = 31.066_{+0.1}$ $ТШШ^{40(I)} = 0.39_{(+0.39)}$	$ШШ^{40(I)} = 27.597_{+0.39}$ $Z_{480}^{40(II)}_{max} = 3.546$
$[Z_{49}^{5(II)}] = A^{5(I)} - A^{5(II)}$	$Z_{49}^{5(II)}_{min} = 0.3$ $A^{5(II)} = 1112_{-1.95}$ $ТА^{5(I)} = 2.45_{(-2.45)}$	$A^{5(I)} = 1114.75_{-2.45}$ $Z_{49}^{5(II)}_{max} = 4.7$
$[Z_1^{5(I)}] = A^{(0)} - A^{5(I)}$	$Z_1^{5(I)}_{min} = 0.3$ $A^{5(I)} = 1114.75_{-2.45}$ $ТА^{(0)} = 2.6_{(-2.6)}$	$A^{(0)} = 1117.65_{(-2.6)}$ $Z_1^{5(I)}_{min} = 5.35$

Решение размерных цепей по схеме размеров в третьей проекции

$$[Z_{230}^{45(IV)}] = H^{45(IV)} - H^{45(III)}$$

Известные величины: $Z_{230}^{45(IV)}_{min} = 0.1$; $H^{45(IV)} = 18_{+0.05}$;

$$ТН^{45(III)} = +0.125$$

$$Z_{230}^{45(IV)}_{min} = H^{45(IV)}_{min} - H^{45(III)}_{max}$$

$$H^{45(III)}_{max} = 18 - 0.1 = 17.9$$

$$H^{45(III)} = H^{45(III)}_{max} - ES = 17.9 - 0.125 = 17.775$$

Ответ: $H^{45(III)} = 17.775_{+0.125}$ $2H^{50(I)} = 35.55_{+0.25}$

$$Z_{230}^{45(IV)}_{max} = H^{45(IV)}_{max} - H^{45(III)}_{min} = 18.05 - 17.775 = 0.275$$

Остальные уравнения рассчитываются аналогично. Результаты расчёта приведены в таблице 13

Таблица 13 – Результаты расчёта размерных цепей по схеме размеров в третьей проекции.

Исходное уравнение	Известные величины	Рассчитанные размеры
1	2	3
$[Z_{28}^{35(III)}] = P^{35(III)} + ЦЦ^{35(III)} - ЦЦ^{35(II)} - P^{35(II)}$	$P^{35(III)} = 6_{+0.0215}$ $ЦЦ^{35(III)} = 45_{+0.111}$ $ЦЦ^{35(II)} = 45_{+0.13}$ $ТP^{35(II)} = +0.035$ $Z_{28}^{35(III)}_{min} = 0.025$	$2P^{35(II)} = 11.398_{+0.07}$ $Z_{28}^{35(III)}_{max} = 0.5635$ $P^{35(II)} = 5.699_{+0.035}$
$Z_{28}^{35(II)} = P^{35(II)} + ЦЦ^{35(II)} - ЦЦ^{35(I)} - P^{35(I)}$	$ЦЦ^{35(II)} = 45_{+0.13}$ $P^{35(II)} = 5.699_{+0.035}$ $ЦЦ^{35(I)} = 45_{+0.205}$ $ТP^{35(I)} = +0.09$ $Z_{28}^{35(II)}_{min} = 0.1$	$P^{35(I)} = 5.174_{+0.09}$ $Z_{28}^{35(II)}_{max} = 0.895$ $2P^{35(I)} = 10.348_{+0.18}$

Продолжение таблицы 13

1	2	3
$[Z_{23}^{30(II)}] = H^{30(II)} + \Phi^{30(II)} - \Phi^{30(I)} - H^{30(I)}$	$H^{30(II)} = 18^{+0.05}$ $\Phi^{30(II)} = 25_{-}^{+0.167}$ $\Phi^{30(I)} = 25_{-}^{+0.23}$ $TH^{30(I)} = +0.125$ $Z_{23}^{30(II)} = 0.1$	$H^{30(I)} = 17.378^{+0.125}$ $Z_{23}^{30(II)} = 1.069$ $2H^{30(I)} = 34.756^{+0.25}$
$[Z_{17}^{15(II)}] = y^{15(II)} - y^{15(I)}$	$y^{15(II)} = 8_{-}^{+0.059}$ $TY^{15(I)} = 0.28(-^{+0.14})$ $Z_{17}^{15(II)}_{min} = 0.1$	$y^{15(I)} = 7.691_{-}^{+0.14}$ $Z_{17}^{15(II)}_{max} = 0.508$
$[Z_{24}^{15(II)}] = M^{15(I)} + y^{15(I)} - y^{15(II)} - M^{15(II)}$	$M^{15(II)} = 50_{-0.1}$ $y^{15(II)} = 8_{-}^{+0.059}$ $y^{15(I)} = 7.671_{-}^{+0.14}$ $TM^{15(I)} = 0.39(-_{0.39})$ $Z_{24}^{15(II)}_{min} = 0.1$	$M^{15(I)} = 51.018_{-0.39}$ $Z_{24}^{15(II)}_{max} = 1.398$
$[Z_{30}^{15(II)}] = K^{15(I)} + y^{15(I)} - K^{15(II)} - y^{15(II)}$	$K^{15(II)} = 162_{-1}$ $y^{15(I)} = 7.671_{-}^{+0.14}$ $y^{15(II)} = 8_{-}^{+0.059}$ $TK^{15(I)} = 0.63(-_{0.63})$ $Z_{30}^{15(II)}_{min} = 0.1$	$K^{15(I)} = 16.238_{-0.63}$ $Z_{30}^{15(II)}_{max} = 1.548$
$[Z_{30}^{15(I)}] = ЖЖ^{10(II)} - y^{15(I)} - K^{15(I)}$	$y^{15(I)} = 7.671_{-}^{+0.14}$ $K^{15(I)} = 162.978_{-0.63}$ $TЖЖ^{10(II)} = 0.41(-_{0.16})$ $Z_{30}^{15(I)}_{min} = 0.3$	$ЖЖ^{10(II)} = 171.249_{-0.16}$ $Z_{30}^{15(I)}_{max} = 1.37$
$Z_{24}^{15(II)}] = M^{15(I)} + y^{15(I)} - y^{15(II)} - M^{15(II)}$	$M^{15(II)} = 50_{-0.1}$ $y^{15(II)} = 8_{-}^{+0.059}$ $y^{15(I)} = 7.691_{-}^{+0.14}$ $TM^{15(I)} = 0.39(-_{0.39})$ $Z_{24}^{15(II)}_{min} = 0.1$	$M^{15(I)} = 50.998_{-0.39}$ $Z_{24}^{15(II)}_{max} = 0.998$
$Z_{24}^{15(I)}] = yM^{10(II)} - y^{15(I)} - M^{15(I)}$	$M^{15(I)} = 51.018_{-0.39}$ $y^{15(I)} = 7.671_{-}^{+0.14}$ $TyM^{10(II)} = 0.12(-_{0.12})$ $Z_{24}^{15(I)}_{min} = 0.3$	$yM^{10(II)} = 59.249_{-0.12}$ $Z_{24}^{15(I)}_{max} = 1.09$
$[Z_{16}^{10(II)}] = ЖЖ^{10(I)} - ЖЖ^{10(II)}$	$ЖЖ^{10(II)} = 171.249_{-0.16}$ $TЖЖ^{10(I)} = 0.63(-_{0.63})$ $Z_{16}^{10(II)}_{min} = 0.1$	$ЖЖ^{10(I)} = 171.979_{-0.63}$ $Z_{16}^{10(II)}_{max} = 0.89$
$[Z_{16}^{10(I)}] = ЖЖ^0 - ЖЖ^{10(I)}$	$ЖЖ^{10(I)} = 171.979_{-0.63}$ $Z_{16}^{10(I)}_{min} = 0.3$ $TЖЖ^0 = 5(-_{1.7}^{+2.3})$	$ЖЖ^0 = 173.979_{-1.7}^{+2.3}$ $Z_{16}^{10(I)}_{max} = 4.93$

Продолжение таблицы 13

1	2	3
$[Z_{16}^{10(II)}] = УМ^{10(I)} - УМ^{10(II)}$	$УМ^{10(II)} = 59.249_{-0.12}$ $Z_{16}^{10(II)}_{min} = 0.1$ $ТУМ^{10(I)} = 0.46(-0.46)$	$УМ^{10(I)} = 59.349_{-0.46}$ $Z_{16}^{10(II)}_{max} = 0.12$
$[Z_{16}^{10(I)}] = УМ^0 - УМ^{10(I)}$	$УМ^{10(I)} = 59.349_{-0.46}$ $Z_{16}^{10(I)}_{min} = 0.3$ $ТУМ^0 = 4(-1.3^{+2.7})$	$УМ^0 = 60.949_{-1.3}^{+2.7}$ $Z_{16}^{10(I)}_{max} = 4.76$

На основании таблиц 11, 12 и 13 оформляется чертёж заготовки (рисунок 10).

К заготовке предъявляются следующие требования [2]:

1. нормализация: 220...240 НВ;
2. класс точности 3
3. неуказанные штамповочные радиусы R6.
4. неуказанные штамповочные уклоны 7°.

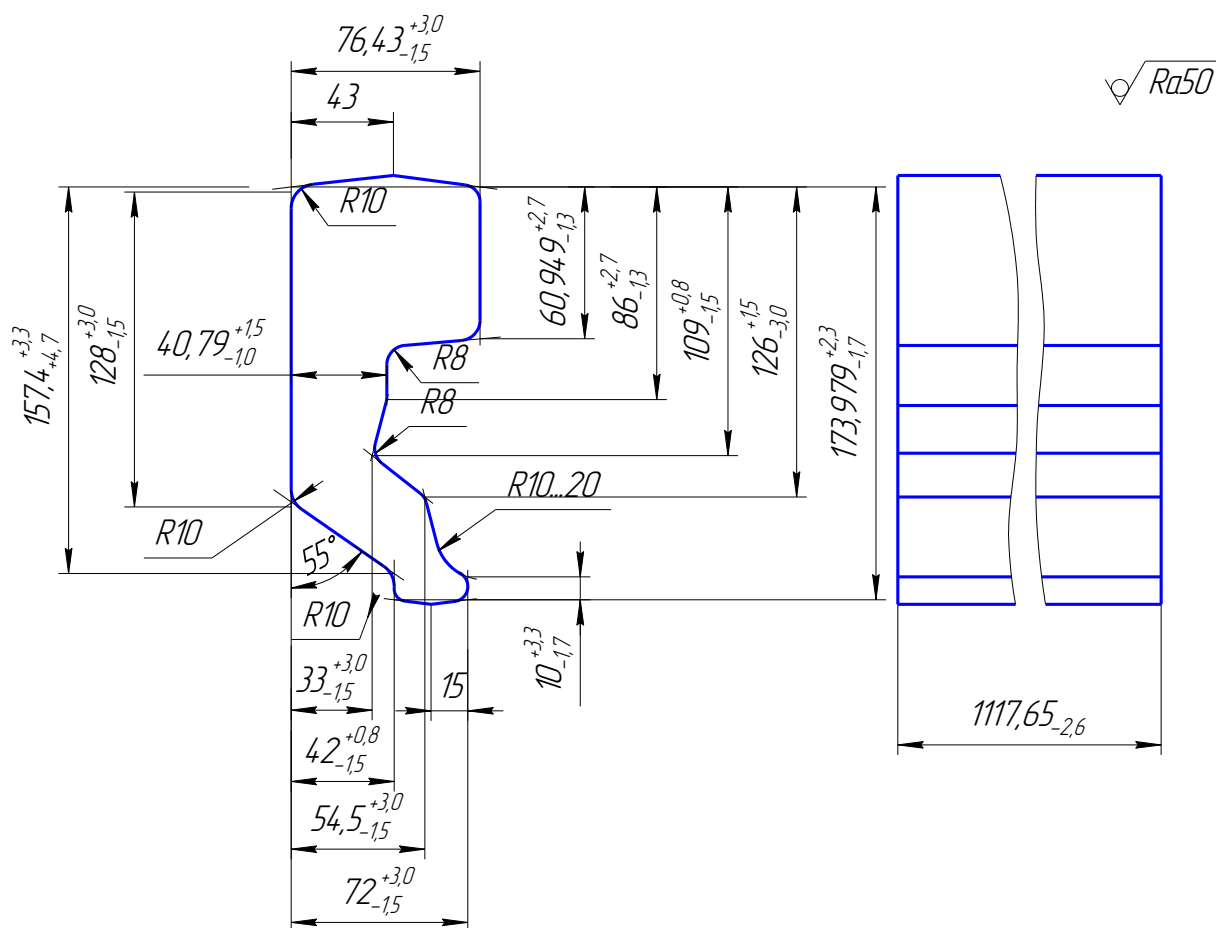


Рисунок 10 – Заготовка

2.4 Расчёт режимов резания, определение силы резания, проверка оборудования по мощности.

Исходными данными для расчёта являются:

вид обработки, материал заготовки, твердость заготовки в НВ, длина рабочего хода, глубина и ширина резания, параметры инструмента: материал режущей части, диаметр, число зубьев и стойкость.

Пример расчёта режимов резания для первого перехода 35 операции.

Исходные данные: концевое фрезерование, сталь 3кп, НВ = 150,

$L_{рх} = 128$ мм., $B = 9$ мм., $t = 30.71$ мм., Р6М5, $D = 30.71$ мм., $z = 4$,

$T = 70$ мин.

Расчетные величины:

– рекомендуемая подача на зуб - $S_z = 0,15$ мм/об

– подача на оборот

$$S_{об} = S_z \cdot z;$$

$$S_{об} = 0.15 \cdot 4 = 0.6 \text{ мм/об.}$$

– скорость резания [5]

$$V = V_{табл} \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3,$$

где K_1 - коэффициент учитывающий диаметр инструмента.

K_2 - коэффициент учитывающий твердость заготовки в НВ и материал режущей части инструмента.

K_3 - коэффициент учитывающий вид обработки и стойкость инструмента.

$V_{табл} = 25$ м/мин; $K_1 = 1.1$; $K_2 = 1.35$; $K_3 = 1$.

$$V = 25 \cdot 1.1 \cdot 1.35 \cdot 1 = 37.125 \text{ м/мин.}$$

– частота вращения шпинделя [5]

$$n = \frac{1000 \times V}{\pi \times D}, \frac{1000 \times 37.125}{3.14 \times 30.71} = 385 \text{ об/мин.}$$

Принимаем по станку $n = 315$ об/мин.

– действительная скорость резания [5]

$$V = \frac{\pi \times D \times n}{1000}, \frac{3.14 \times 30.71 \times 315}{1000} = 30.375 \text{ м/мин.}$$

– минутная подача [5]

$$S_M = S_z \cdot z \cdot n = 0.15 \cdot 4 \cdot 315 = 185 \text{ мм/мин.}$$

– машинное время [5]

$$t_M = \frac{L_{pp}}{S_M}, \frac{128}{185} = 0.7 \text{ мин.}$$

					15.03.05.2017.112.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		52

– мощность резания [5]

$$N_{рез} = E \cdot \frac{V \cdot t \cdot z}{1000} \cdot K1 \cdot K2 ;$$

где E - величина определяемая по таблице[5].

K1 - коэффициент учитывающий твердость заготовки в НВ и материал режущей части инструмента.

K2 - коэффициент учитывающий вид обработки.

E = 1.1; K1 = 0.7; K2 = 1.

$$N_{рез} = 1.6 \cdot \frac{30.375 \cdot 30.71 \cdot 4}{1000} \cdot 0.7 \cdot 1 = 4.179 \text{ кВт.}$$

– проверка оборудования на мощность [5]

$$N_{ст} \cdot \eta \geq N_{рез}$$

$N_{ст} = 7.5 \text{ кВт}; \eta = 0.8.$

$7.5 \cdot 0.8 \geq 4.179; 6 \geq 4.179$ мощности станка достаточны.

Режимы резания для остальных переходов рассчитываются аналогично. Результаты расчёта приведены в таблице 14

Таблица 14 – Результаты расчёта режимов резания

Опера-ция	S _{об} , мм/об	Рассчитанные значения		Принятые значения		S _м , мм/мин	t _м , мин	N _{рез} , кВт
		V, мм/мин	n, об/мин	n, об/мин	V, мм/мин			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
05(I)	0,48	40	243	255	40,035	122,4	1,4	3,38
05(II)	0,48	40	243	255	40,035	122,4	1,4	3,38
10(I)	1,6	45,36	115	71	22,3	113,6	9,78	3,4
10(II)	0,98	67	85,3	93	73,005	93	12	2,45
15(I)	1,6	46	106	100	43,3	160	7	7,6
15(II)	1	63,18	146	140	60,6	140	8	5,4
20 R65	0,322	56,7	285	280	55,3	89,6	7,84	2,5
20 скос	0,32	58,05	293	280	55,3	89,6	0,67	7,5
25	0,2	48,7	704,9	655	45,24	131	0,55	6,99
30(I)	0,18	39	1240	1050	33	189	0,7	0,7
30(II)	0,3	34,6	918	800	30	240	0,17	0,42
30(III)	0,5	7	185	160	6,02	80	0,5	0,4
30(IV)	0,3	34,6	918	800	30	240	0,02	0,42
35(I)	0,6	37,125	385	315	30,38	185	0,7	4,18
35(II)	0,4	35	348	315	30,38	126	1,1	0,39

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

15.03.05.2017.112.00 ПЗ

Лист

53

Продолжение таблицы 14

1	2	3	4	5	6	7	8	9
35(III)	0,24	40	398	400	40,2	96	1,3	0,34
40(I)	0,3	21,6	809	800	21,35	240	0,1	0,42
40(II)	0,3	31	978	800	25,12	80	0,05	0,42
40(III)	1	9	286	280	7,473	280	0,2	0,38
45(I)	0,85	25	221,16	200	22,608	170	0,035	4,5
45(II)	0,5	24	212,3	200	22,608	100	0,06	3,075
45(III)	0,85	25	221,16	200	22,608	170	0,035	4,5
45(IV)	0,5	24	212,3	200	22,608	100	0,06	3,075

Для проверки оборудования по мощности рассмотрим переход с максимальным припуском (в данном случае это первый переход операции 15, черновой обработка набором фрез), так как мощность в этом случае будет иметь максимальное значение.

Для обеспечения нормальной работы станка мощность его привода (кВт) должна удовлетворять условию [6]

$$N_{cr} \geq \frac{N}{\eta},$$

где η – коэффициент полезного действия станка.

Принимаем $\eta=0,8$. Для операции 15 назначен станок модели FW-400. Мощность его привода равна 11 кВт. Тогда $11 \geq \frac{7,6}{0,8}$; $11 \geq 9,5$ – условие выполняется. Значит, мощности станка достаточно для обеспечения его нормальной работы.

2.5 Нормирование технологической операции

Нормирование операций производим по справочникам[4-6].Рассмотрим операцию 05 позиция обработка левого торца детали .Основное (машинное) время определено выше $T_o=1,4$ мин. Штучное время на операцию определяется по формуле [6]:

$$T_{шт} = T_o + T_{вс} + T_{обс} + T_{орг} + T_{отд},$$

где T_o -основное (технологическое) время;

$T_{вс}$ - вспомогательное время,

$T_{обс}$ - время технического обслуживания;

$T_{орг}$ - время организационного обслуживания;

$T_{отд}$ - время перерыва.

Вспомогательное время представляет сумму;

$T_{вс} = T_{уст} + T_{закр} + T_{пер} + T_{изм},$

										Лист
										54
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

15.03.05.2017.112.00 ПЗ

где Туст – время на установку и снятие детали;
 Тзакр – время закрепления
 Тпер - время, связанное с переходом;
 Тизм - время на контрольные измерения.
 Туст=0,8; Тзакр=0,7; Тпер=0,12; Тизм=0,68
 Сумма То + Твсп есть Топ - оперативное время.
 Получаем

$$T_{всп} = 0,7 + 0,6 + 0,12 + 0,58 = 2 \text{ мин}$$

$$T_{оп} = T_o + T_{всп} = 3,6 + 2 = 5,6 \text{ мин}$$

Время на обслуживание рабочего места определяем по карте 26 стр.78 в процентах от основного, 2.5 % , принимаем 0,09 мин.

Время организационного обслуживания рабочего места составляет 1,8% от оперативного, принимаем 0,106 мин.

Время на отдых и личные надобности определяется в процентах от оперативного по карте 75 стр.156 Тпер=5%, принимаем 0,295 мин. Таким образом получаем штучное время:

$$T_{шт} = 5,6 + 0,09 + 0,106 + 0,295 = 6,091 \text{ мин}$$

Подготовительно-заключительное время на наладку станка, инструмента определяем по карте 26, Тпз=19 мин.

Остальные нормы времени операций представлены в таблице 15

Таблица 15– Нормирование операций

Операция нормирован	То	Тв	Тшт	Тпз
05	3,4	2,1	6,1	19
10	14,78	3,5	27,1	19
15	15	3,6	21,13	19
20	18	1,75	21,1	21
25	1,2	2,6	3,97	16
30	3,8	2,36	7,14	16
35	7,6	2,5	2,6	19
40	4,95	5,1	10,86	16
45	1,9	3,10	5,45	16
50	2,4	0,5	3,1	10

На основании разделов 2.1 – 2.5 оформляется технологический процесс обработки деталей «Полнос».

Выводы по разделу два

В технологическом разделе проанализировали чертеж данной детали и технологического процесса, в котором были выявлены недостатки, а также предложили устранения: разработав фрезерное приспособление, режущий инструмент и контрольное приспособление.

Определив последовательность и выбрав метод обработки детали, сформировали операции, а также и технический маршрут обработки. Для каждой операции рассчитал режим резания по которой определил нормирование каждой операции.

					15.03.05.2017.112.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		56

3 КОНСТРУКТОРСКИЙ РАЗДЕЛ

3.1 Проектирование зажимного приспособления для фрезерования пазов

Назначение зажимного приспособления для закрепления заготовок на фрезерных станках, состоит в решении следующих задач:

- точное определение положения заготовки относительно выбранных установочных баз;
- удержание заготовки под действием составляющих силы резания;
- быстрая установка и снятие заготовки.

Первым этапом проектирования зажимного приспособления является разработка теоретической схемы базирования.

3.1.1 Разработка теоретической схемы базирования

Приспособление планируется применять только в операции 35 обработки пазов. Для базирования детали применяется схема показанная на рисунке 11.

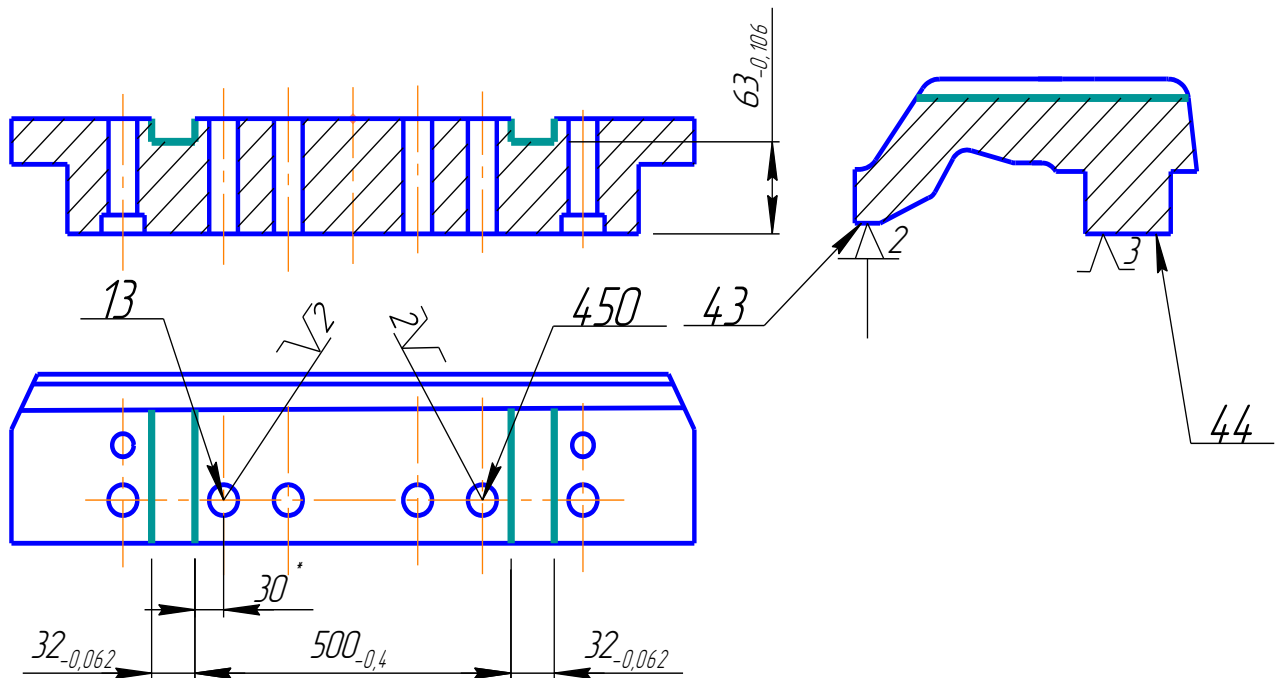


Рисунок 11 – Теоретическая схема базирования

Установочной базой является поверхность 44 – три опорные точки, направляющими базами являются отверстия 13 и 450 – по две опорные точки.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

15.03.05.2017.112.00 ПЗ

Лист

57

3.1.2 Разработка схемы приспособления

В данном разделе проектируется специальное приспособление для фрезерования пазов в операции 35. Схема приспособления показана на рисунке 12.

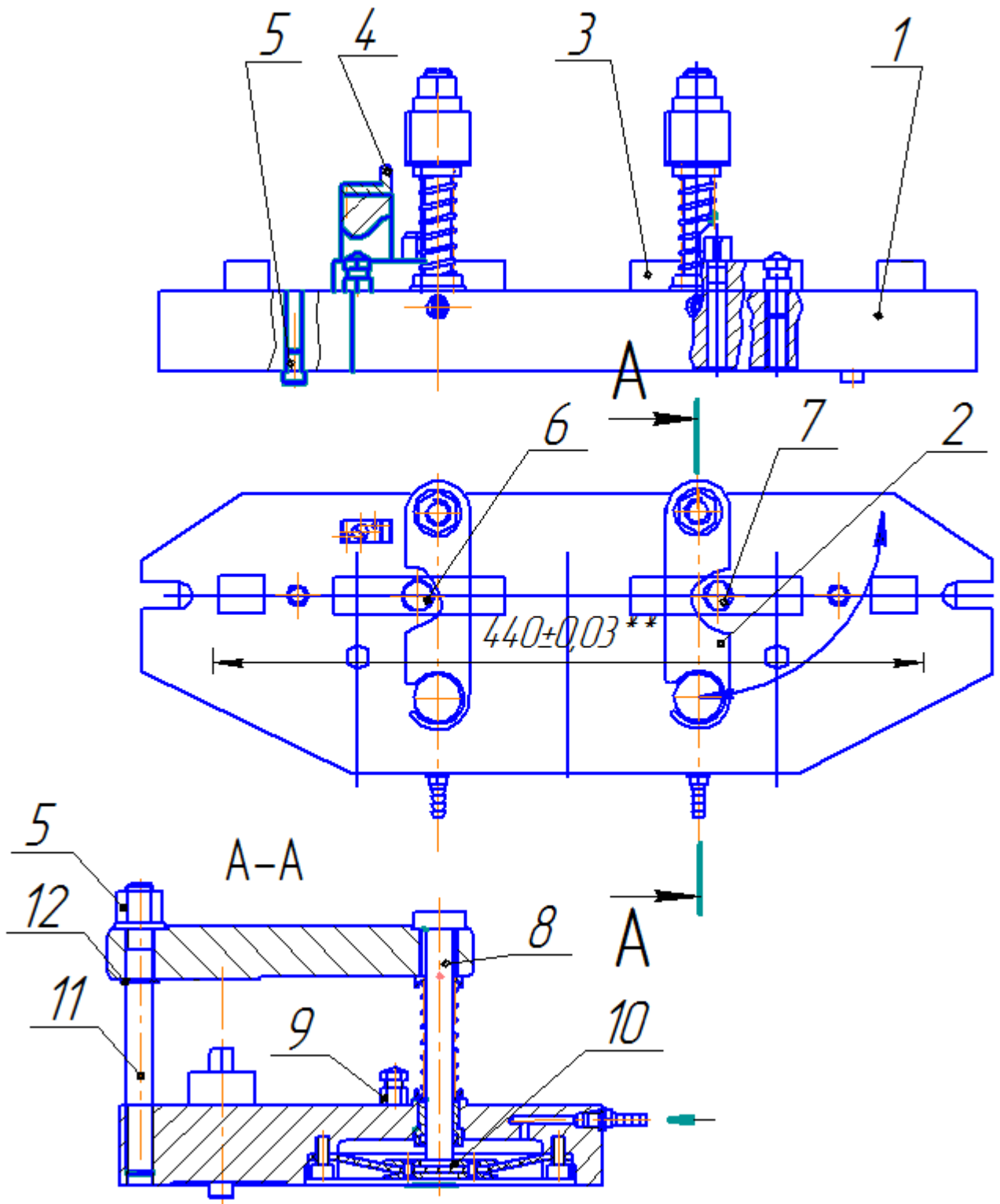


Рисунок 12 – Схема зажимного приспособления

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

15.03.05.2017.112.00 ПЗ

Лист

58

Приспособление представляет собой плиту ориентирующуюся на столе станка с помощью пальцев поз. 5. Заготовка устанавливается на опорах поз. 3 по пальцам поз. 6 и 7. Свободная поверхность заготовки поджимается регулируемыми опорами поз. 9. Деталь закрепляется прижимами поз. 2, под воздействием диафрагменной пневмокамеры поз. 10 через тягу поз. 8. Отводятся прижимы вокруг оси шпильки поз. 11. Фреза настраивается щупом по установу поз. 4. Прижим крепится на шпильке поз. 11 по распорной втулке для настройки предварительного поджатия (длинной распорной втулки) поз. 13. с нижней стороны стопорным кольцом поз. 12 и с верхней гайкой поз. 5.

Приспособление закрепляется на столе станка болтами через выемки на плите.

3.1.3 Расчёты основных элементов приспособления

Основным элементом приспособления является диафрагменная пневмокамера, поэтому расчёт сводится к определению ее диаметра.

Рассчитываем силу для перехода с наибольшим припуском, так как необходимое усилие зажима заготовки в этом случае будет максимальным. В данном случае это переход 1 операции 35 с припуском $t = 32$ мм.

Для расчета сил зажима необходимо определения главную составляющую сил резания по формуле [8]

$$P_z = \frac{C_p \cdot t^{x_p} \cdot S^{y_p} \cdot B^{u_p} \cdot z}{D^{q_p} \cdot n^{w_p}} \cdot K_p,$$

где – $S = 0,6$ мм/об; $t = 32$ мм; $B = 9$ мм; $D = 32$ мм; $n = 315$

– $C_p = 68.2$; $x_p = 0.86$; $y_p = 0.72$; $u_p = 1$; $w_p = 0$; $q_p = 0.86$; $K_p = 0.35$
коэффициенты и показатели степени [19]

$$P_z = \frac{68.2 \cdot 32^{0.86} \cdot 0.6^{0.72} \cdot 9^1 \cdot 4}{32^{0.86} \cdot 315^0} \cdot 0.35 = 1700 \text{ Кг.}$$

Расчётная схема для определения усилия зажима приведена на рисунке 13

					15.03.05.2017.112.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		59

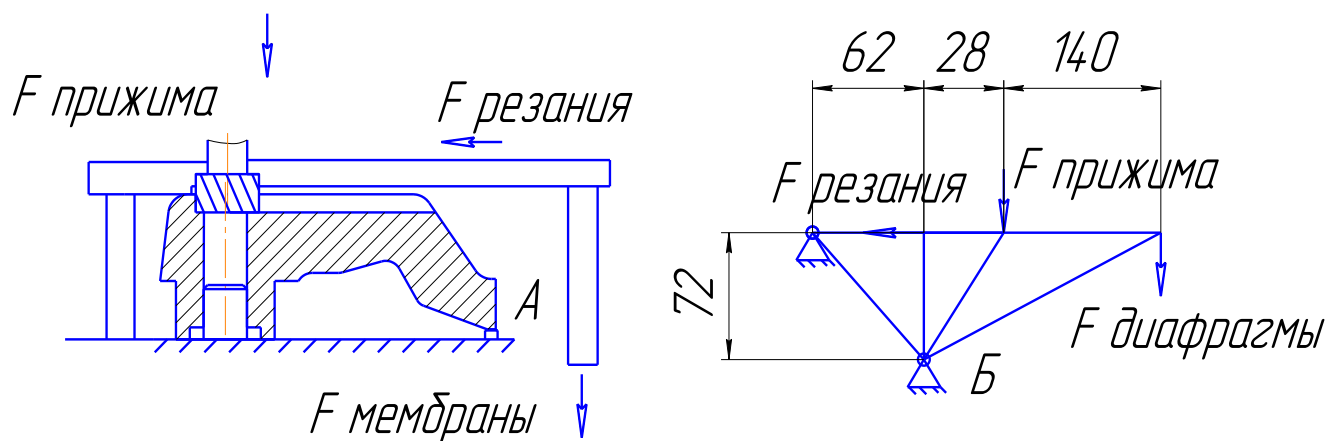


Рисунок 13 – Схема для определения усилия зажима

Схема построена для определения силы удерживающей точку А от отрыва от опоры, как самой невыгодной, так как от поворота деталь удерживается пальцами.

Уравнения для расчета силы диафрагмы составлены относительно точки Б.

$$F \text{ прижима} = F \text{ резания} \cdot \frac{72}{28}$$

$$F \text{ прижима} = F \text{ диафрагмы} \cdot \frac{230}{90}$$

$$F \text{ диафрагмы} = F \text{ резания} \cdot \frac{72}{28} \cdot \frac{90}{230} = F \text{ резания} \cdot 1.006$$

$$F \text{ диафрагмы} = 1700 \cdot 1.006 = 1710 \text{ Кг}$$

Принимаем стандартную резиновую пневмокамеру $D=250$, создающую силу на штоке при рабочем давлении воздуха $p = 5 \times 10^6 \text{ Н/м}^2$ (5 МПа) равную $Q = 2000 \text{ кгс/см}^2$. [19]

По рекомендациям [21] назначаем допуск на пальцы f7 и делаем проверку исходя из точности обработки.

Исходные данные:

- размеры отверстия заготовки $\text{Ø}22^{+0.13}$
- размеры пальца приспособления $\text{Ø}22_{-0.020}^{+0.041}$
- расстояние между отверстиями и пальцами $L = 440$
- расстояние между отверстием и обрабатываемым пазом $B = 30_{-0.26}^{+0.26}$

Определяем максимальное боковое смещение заготовки вдоль линии центров пальцев. (рисунок 14)

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

15.03.05.2017.112.00 ПЗ

Лист

60

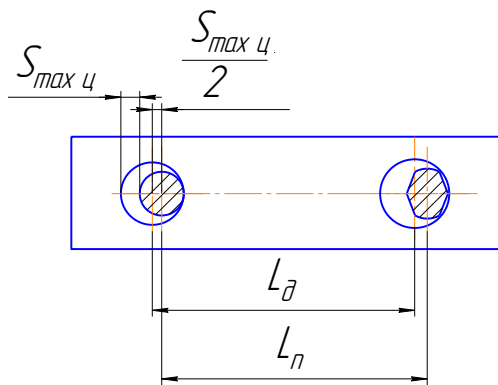


Рисунок 14 – Схема для определения максимального бокового смещения

$$S_{\max \text{ ц}} = \frac{ES \text{ заготовки} - EI \text{ приспособления}}{2},$$

где $S_{\max \text{ ц}}$ - максимальный зазор между заготовкой и цельным пальцем

$\frac{S_{\max \text{ ц}}}{2}$ - расстояние между центрами пальца и заготовки

$$\frac{S_{\max \text{ ц}}}{2} = \frac{0.13 - (-0.020)}{2} = 0.075$$

Максимальное смещение заготовки по нормали к линии центров пальцев равно максимальному боковому смещению так как его определяют размеры целого пальца и отверстия (рисунок 15)

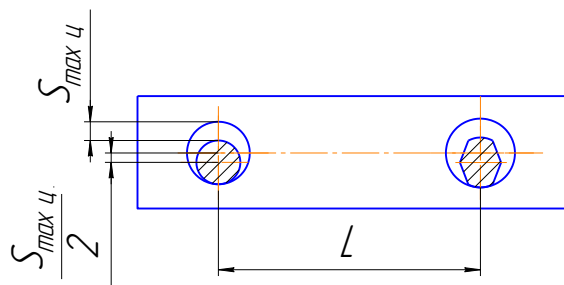


Рисунок 15 – Схема для определения максимального смещения по нормали к линии центров

$$\frac{S_{\max \text{ ц}}}{2} = \frac{ES \text{ заготовки} - EI \text{ приспособления}}{2}$$

$$\frac{S_{\max \text{ ц}}}{2} = \frac{0.13 - (-0.020)}{2} = 0.075$$

Определяем максимальное угловое смещение заготовки, эскиз показан на рисунке 16

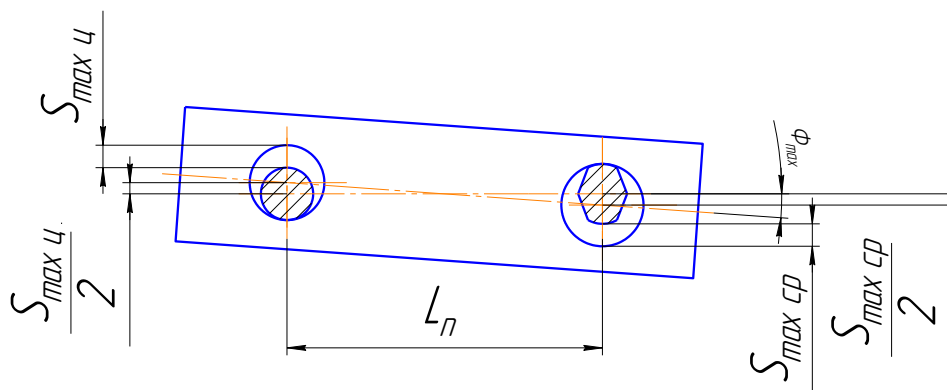


Рисунок 16 – Схема для определения максимального углового смещения

$$\Phi_{\max} = \arctg \left[\frac{0.5(S_{\max \text{ ц}} + S_{\max \text{ ср}})}{L} \right]$$

$$\Phi_{\max} = \arctg \left[\frac{0.5(0.075 + 0.075)}{440} \right] = 0.009766$$

В нашем случае допуск расположения обработанных поверхностей свободный и должно выполняться условие $R \geq 0.5S_{\max}$, где R - допустимое смещение заготовки относительно опор приспособления, равное верхнему и нижнему отклонению размера $30_{-0,26}^{+0,26}$.

$0.26 > 0.075$ условие выполняется

3.1.4 Компоновка зажимного приспособления

Разработанное зажимное приспособление показано на рисунке 17.

Основание устройства выполнено в виде 1 плиты с установленными на ней пластинами 11 и 12 с помощью винтов 30, пальцами 21 и 22, подвижными опорами, состоящими из гаек 16 и опор 19, для базирования детали. В нижней поверхности основания размещена пневмокамера, для зажима заготовки, состоящая из мембраны 9, колец 10, стянутых заклепками 31. Мембрана прижата к основанию пластиной 4 с помощью винтов 14. Деталь закрепляется прижимами 2. Со стороны шпильки 17 прижим крепится неподвижно в осевом направлении стопорной шайбой 29 и гайкой с шайбой 28 и 15. Начальное положение прижима со стороны шпильки и со стороны штока 3 настраивается длинной распорных втулок 5. Шпильки закрепляются от проворачивания винтами 13. Начальное положение фрезы настраивается шупом по установу 23. Установ закрепляется на основании винтом 22 и штифтом 18. Шток пневмокамеры движется по направляющей 6 с уплотнительным кольцом 26. Направляющая запрессована в основание. Для отведения штока после зажима служит одетая на шток пружина 7 с шайбами 8 с двух сторон. Для подачи воздуха в пневмокамеру через отверстие

					15.03.05.2017.112.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		62

в основание ввинчивается штуцер 25 уплотненный кольцом 27. Для закрепления детали в приспособлении нужно установить ее по пальцам и вращательным движением довести прижимы до касания с распорной втулкой штока и подать воздух в камеру.

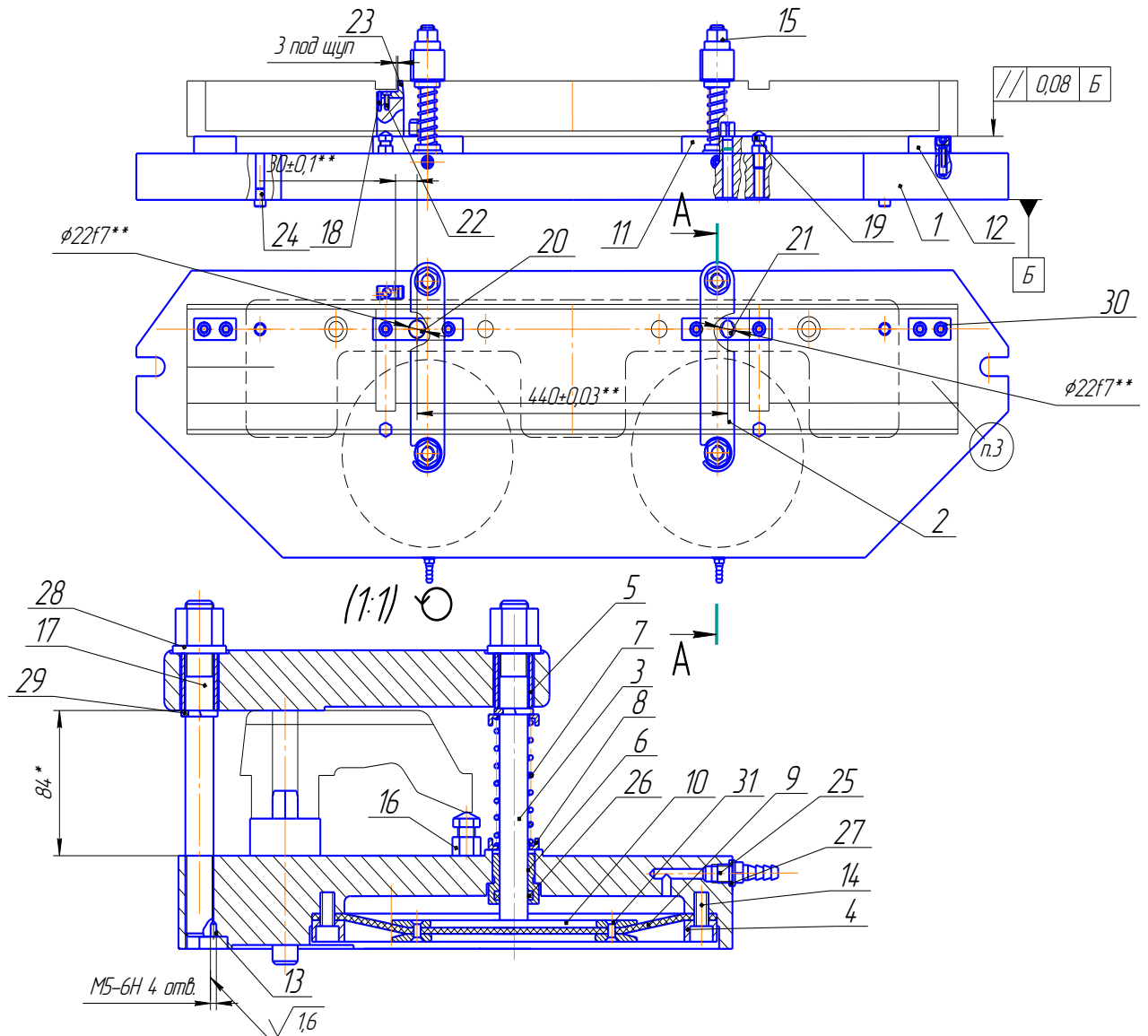


Рисунок 17 – Зажимное приспособление

3.2 Проектирование приспособления для контроля плоскостности

Увеличение производительности контроля достигается при внедрении средств механизации. Увеличение производительности приводит к снижению затрат на контрольной операции, за счёт чего происходит уменьшение себестоимости изделий.

3.2.1 Выбор схемы замера

Схема контроля плоскостности показана на рисунке 18. Контроль осуществляется датчиками перемещения при прижиге детали к контрольной плите.

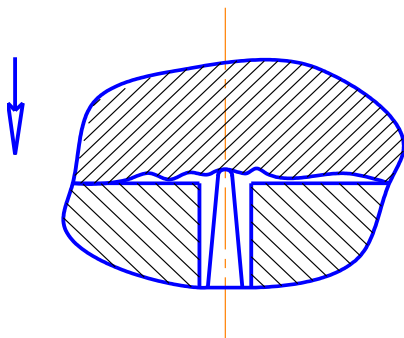


Рисунок 18 – схемы замера

3.2.2 Описание датчика

В приспособлении применены индуктивные датчики перемещения LVDT серии GT (GT500Z) с внутренним возвратным механизмом, который возвращает шток в положение + полной шкалы. Данная версия применяется при условиях, когда невозможно обеспечить крепление штока к перемещающимся объектам. Характеристики датчика представлены в приложении Б.

3.2.3 Разработка схемы приспособления

Схема приспособление приведена на рисунке 19. Из рисунка видно, для замера деталь 5 необходимо установить по ориентирующим пальцам 2 на плиту 4 и прижать прихватами 3. Измерение осуществляется датчиками 1.

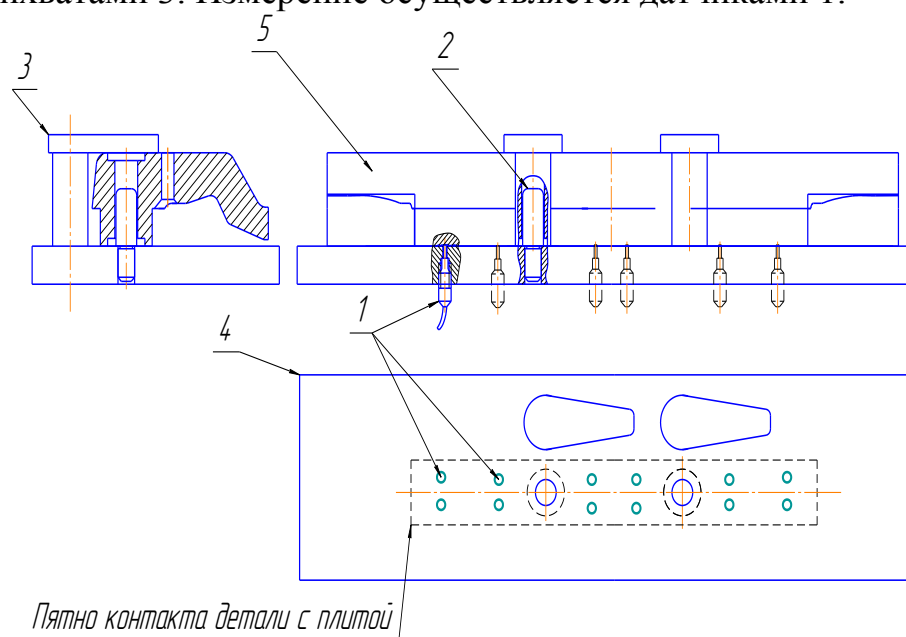


Рисунок 19 – Схемы приспособления

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

15.03.05.2017.112.00 ПЗ

Лист

64

3.2.4 Расчёт основных элементов

Основными элементами приспособления являются пневмоцилиндр и прихват с байонетным пазом. Для прижима детали достаточно усилия равного ее весу, принимаем силу прижима каждого прихвата равную 40 Кг [19]. Найдем силу пневмоцилиндра, расчетная схема показана на рисунке 20

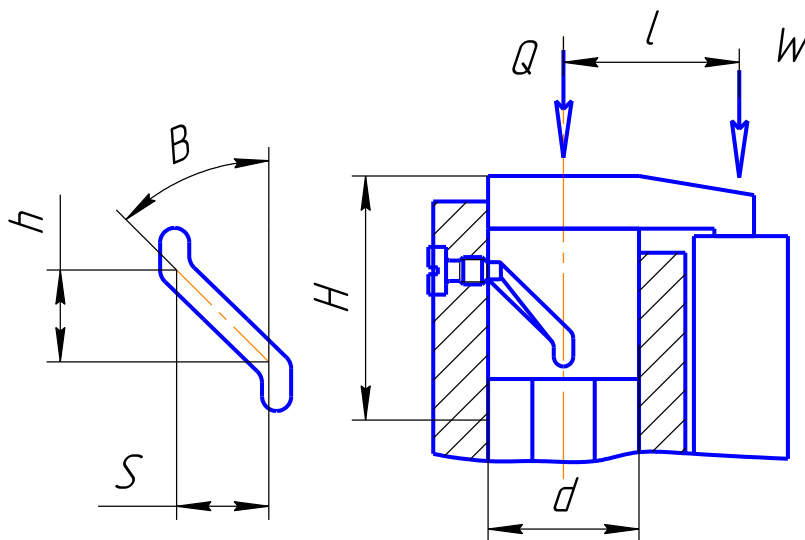


Рисунок 20 – Расчетная схема

$$Q = \frac{W}{1 - \frac{3L}{H} f},$$

где Q – исходная сила, Н;
 $f = 0.1$ – коэффициент трения;
 $W = 40$ Кг – сила прижима;
 $L = 0.04$ м – длина прихвата;
 $H = 0.07$ м – высота прихвата.

$$Q = \frac{40}{1 - \frac{0.04}{0.07} \cdot 0.1} = 42,424.$$

Принимаем стандартный пневмоцилиндр и записываем его параметры [19] и [21]

- диаметр цилиндра $D = 50$ мм;
- диаметр штока $d = 16$ мм;
- диаметр отверстия для подвода воздуха 0.25 дюйма = 6.25 мм;

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

15.03.05.2017.112.00 ПЗ

Лист

65

- давление трогания с места без нагрузки 0.3 кГс/см^2 ;
- толкающая сила $Q = 833 \text{ кГс/см}^2$ и тянущая $Q=75 \text{ кГс/см}^2$ с учетом $\eta = 0.85$ при давлении в системе 5 кГс/см^2 ;
- давление трогания с места без нагрузки 0.3 кГс/см^2 ;
- толщина стенок цилиндра 4 мм.

Определим параметры байонетного паза: ширину и высоту

$$S = \frac{\pi \cdot D \cdot \alpha}{360}$$

где S – ширина паза, мм;

D – диаметр прихвата принимаем равным 40 мм;

$\alpha = 90^\circ$ – угол поворота прихвата.

$$S = \frac{3.14 \cdot 40 \cdot 90}{360} = 31,4 \text{ мм.}$$

$$h = \frac{S}{\text{tg}\beta}$$

где S – ширина паза, мм ;

β – угол наклон паза $30 - 40^\circ$, принимаем 40° .

$$h = \frac{31.4}{0.839} = 37,426 \text{ мм.}$$

3.2.5 Расчет приспособления на точность

Погрешность приспособления определяется [лебедев] по формуле

$$\Delta = \sqrt{\Delta_{CH}^2 + \Delta_B^2 + \Delta_{ПУ}^2}$$

где Δ_{CH}^2 – погрешность средств измерения для электроконтактного датчика 228 по ГОСТ 3899–81 равна 0.002;

Δ_B^2 – погрешность базирования равна 0 т.к. установочная база совпадает с измерительной;

$\Delta_{ПУ}^2$ – погрешность передаточных устройств равна 0 т.к. устройства отсутствуют.

$$\Delta = \sqrt{0.002^2 + 0 + 0} = 0.002 \text{ мм.}$$

3.2.6 Компоновка контрольного приспособления

Разработанное приспособление для контроля плоскостности показано на рисунке 21.

Основной деталью приспособления является плита 1, в нее ввинчиваются электроконтактные датчики 2, до упора. Деталь устанавливается по пальцам 5 диаметром 20 для того, чтобы ее контролируемая поверхность совпала с

					15.03.05.2017.112.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		66

поверхностью приспособления на которой установлены датчики. Для замера плоскостности необходимо прижать деталь отводными прихватами с байонетными пазами 14, с приводом от пневмоцилиндра 15. Прихваты движутся по направляющим 4 в которые ввинчены установочные винты 9, сообщающие прихватам вращательное движение. Направляющие крепятся к плите болтами 13. Прихват связан со штоком цилиндра через ось 3, на которой он закреплен со стороны цилиндра – упорным кольцом 10 и с другой стороны гайкой 11 с шайбой 12. Ось ввинчивается в шток цилиндра с внутренней резьбой M10-8G.

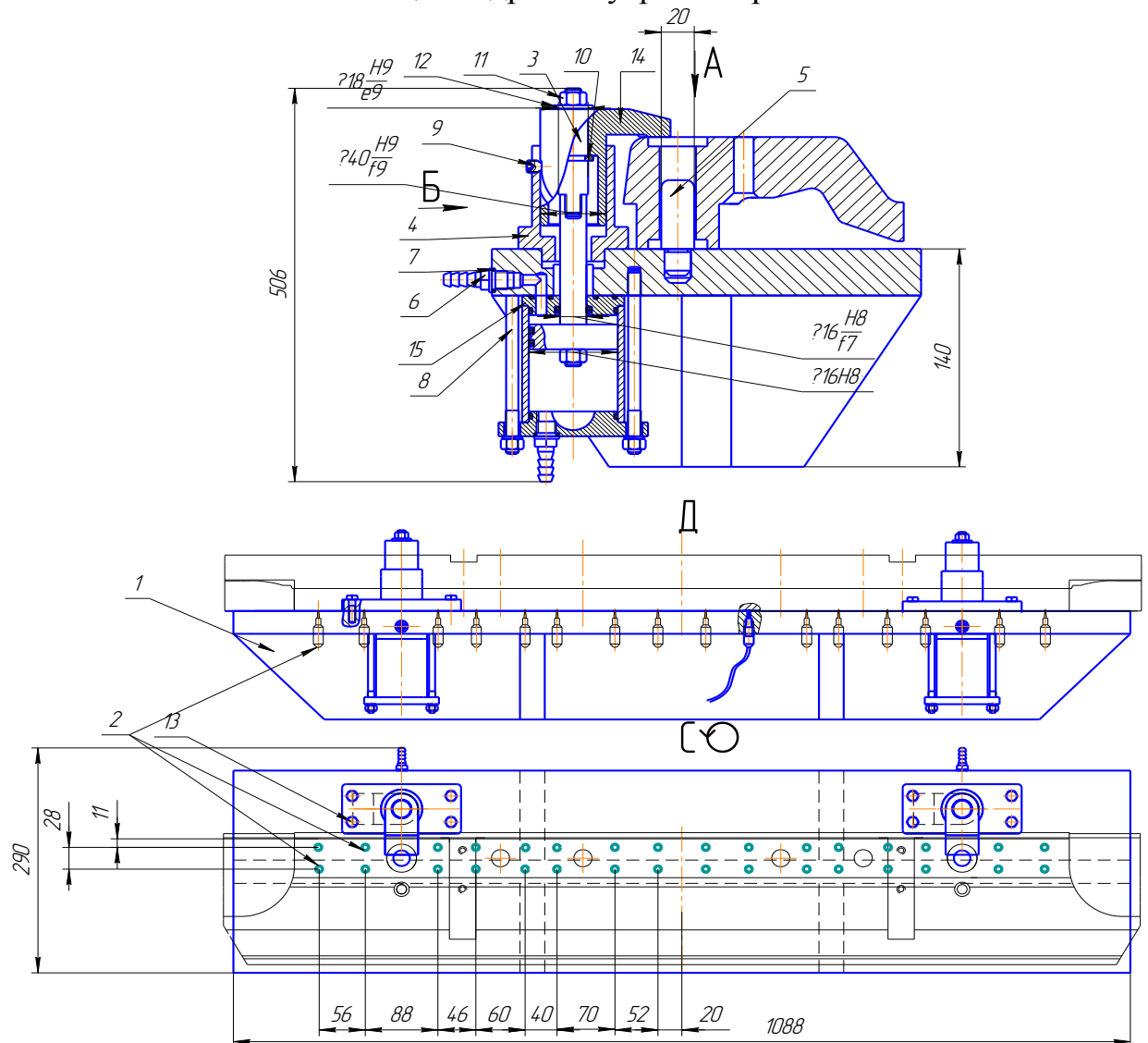


Рисунок 21 – Приспособление контроля плоскостности

3.3 Проектирование режущего инструмента

Расчет комбинированного инструмента сверло-зенковка.

Расчет сверла.

По конструктивным особенностям сверла делят на следующие типы: спиральные, перовые, для глубокого сверления, центровочные и кольцевые.

При выборе значений геометрических параметров большую роль играют

					15.03.05.2017.112.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		67

обрабатываемый и режущий материалы.

Основными элементами спирального сверла являются: угол при вершине 2φ , угол наклона винтовых канавок ω , передний угол γ , угол наклона поперечной режущей кромки ψ и задний угол α .

Чем больше угол 2φ тем больше прочность сверла у перемычки. Значение угла 2φ зависит от обрабатываемого материала (сталь3кп), принимаем $2\varphi=116^\circ$ [17].

Угол наклона поперечной режущей кромки ψ , для сверл диаметром до 12 мм принимаем 50° [17].

Угол наклона винтовых канавок ω изменяется в зависимости от диаметра сверла, принимаем $\omega = 35^\circ$ [23].

От величины передних и задних углов зависит стойкость сверла. У стандартных сверл задний угол различен в разных точках режущей кромки. В наиболее удаленной от оси сверла точке (вершины лезвия) $\alpha = 8..15^\circ$, в ближайшей к оси точке $\alpha = 20..26^\circ$. Задний угол α на ленточке, при обработке конструкционной стали, принимаем равным 12° [17]. Так как мы проектируем сверло из БР, то угол γ , в отличие от сверл из ТС у которых он постоянный, изменяется по всей длине главной режущей кромки. Выводы уравнений для расчета угла γ из-за громоздкости здесь не приводятся.

Для снижения трения калибрующих ленточек о стенки отверстия их ширину f_0 и высоту K в зависимости от диаметра сверла принимают $f_0 = 0,9$ и $K = 0,4$ мм. Во избежание защемления сверла в отверстии предусматривается уменьшение его диаметра к хвостовику - обратная конусность, равная 0.05 мм на 100 мм длины рабочей части. У сердцевин сверла с целью повышения его прочности и жесткости предусматривается прямая конусность, т.е. увеличение ее диаметра в направлении к хвостовику, равное 1.5 мм на 100 мм длины. Толщину сердцевин выбираем в зависимости от диаметра сверла $d_c = 0.25D = 1,8$ мм. Хвостовик сверла делается цилиндрическим или коническим. Сверло с цилиндрическим хвостовиком вставляется в патрон, с коническим - в конусное отверстие шпинделя или переходную коническую втулку.

Расчет зенковки.

У зенковок с коническим углублением главные режущие кромки расположены на конической поверхности, а передние поверхности расположены под углом $\gamma=0^\circ$. В зависимости от диаметра, ($d = 12..60$ мм) число зубьев $z = 4..12$, принимаем $z = 4$, а угол при вершине выбирается соответственно форме углубления $2\varphi=90$. Диаметр зенковки на торце $d_0 = (0,15..0,18) d = 4,86$, угол впадины между зубьями $\theta=90..75^\circ$. Режущая кромка затачивается доостра или с оставлением узкой ленточки шириной $f=0,03..0,05$ мм и заднего угла $\alpha = 12^\circ$.

Спроектированный инструмент показан на рисунке 20.

					15.03.05.2017.112.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		68

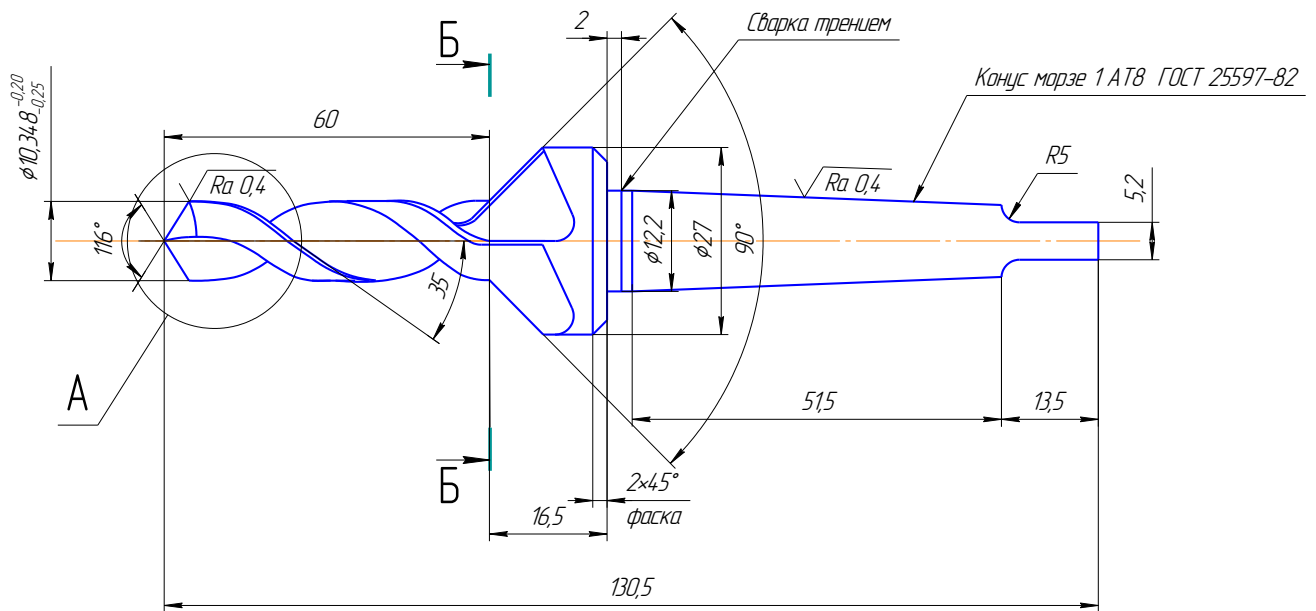


Рисунок 22 – Сверло-зенковка

Выводы по разделу три

В данном конструкторском разделе спроектировали фрезерное приспособление для жесткого закрепления детали для дальнейшего обрабатывания. Основным элементом приспособления является диафрагменная пневмокамера, что позволяет уменьшить затраченное время на установку и снятие детали на приспособление.

Также в данном разделе спроектировано контрольное приспособление для измерения плоскостности, которое приводит к снижению затрат на контрольной операции, за счёт чего происходит уменьшение себестоимости изделий.

Разработан режущий инструмент комбинированное сверло-зенкер, что снижает время на обработку одной операцией отверстия с фаской.

					15.03.05.2017.112.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		69

4 СТРОИТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ

В данном разделе предлагается выполнить рациональную планировку участка обработки деталей типа «Полюс».

4.1 Выбор и определение количества оборудования

Планируется разработать планировку в реальных условиях, поэтому оставляется универсальное оборудование.

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

Число станков определяется по каждой операции по формуле [15]

$$C'_p = \frac{t_{шт}}{\tau},$$

где $t_{шт}$ – штучное время, мин;

τ – такт выпуска деталей, мин.

Такт выпуска деталей (мин) рассчитывается по формуле [15]

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

где Φ_o – эффективный годовой фонд времени работы оборудования, ч,

$N^{ГР}$ – годовой объём выпуска деталей группы, шт.

При двухсменном режиме работы $\Phi_o = 2040$ ч /15/. Годовой объём выпуска деталей $N^{ГР} = 80000$ штук. Тогда по формуле такт выпуска деталей будет равен

$$\tau = \frac{2040 \times 60}{8000} = 15,3 \text{ мин.}$$

$$C'_p = \frac{6,1}{15,3} = 0,399$$

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 [15]

					15.03.05.2017.112.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		70

$$K_3 = \frac{C'_p}{C_p}, K_3 = \frac{0,399}{1} = 0,399$$

Принятое число станков C_{II} определяется с учётом коэффициента использования оборудования K_{II} , который назначается по рекомендациям[15]

$$C_{II} = \frac{C_p}{K_{II}}, C_{II} = \frac{1}{0,95} = 1$$

Расчёт необходимого количества оборудования для остальных операций рассчитываются аналогично

Результаты расчёта приведены в таблице 15.

Таблица 15 – Расчёт количества станков

Опера-ция	τ , мин.	$t_{шт}$, мин	C_p , шт.	K_3	K_{II}	C_{II} , шт.
05	15.3	6.1	1	0.399	0.95	1
10		27.1	1	0.915	0.95	1
15		21,13	1	0.662	0.95	1
20		21.1	2	0.681	0.95	2
25		3.97	1	0.259	0.95	1
30		7.14	1	0.47	0.95	1
35		2,6		0.716	0.95	1
40		10.86	1	0.71	0.95	1
45		5.4	1	0.353	0.95	1
50		3,1	1	0.4	0.95	1
Σ			11	0.574	0.95	11

Средний коэффициент загрузки станков проектируемого участка рассчитывается по формуле [15]:

$$K_3^{CP} = \frac{\sum C_{Pi}}{\sum C_{Pi}}$$

$$K_3^{CP} = \frac{11}{11} = 1.$$

4.2 Определение состава и количества работающих

Определяем по формуле $R_{ст} = \frac{C_{II} \cdot \Phi_0 \cdot K_3 \cdot K_{II}}{\Phi_p \cdot K_M}$,

где $\Phi_0=2040$ ч – эффективный годовой фонд времени работы оборудования;

K_M, K_3, K_{II} – коэффициенты соответственно многостаночного обслуживания,

					15.03.05.2017.112.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		71

загрузки и использования оборудования $K_m = 1,3$; K_z – см.табл.4.2; $K_{и} = 0,95$.

$F_p = 1860$ ч. – эффективный годовой фонд времени рабочего.

S_p – принятое количество станков (см. табл. 15)

$$R_{ст\ 005} = \frac{1 \cdot 2040 \cdot 0,399 \cdot 0,95}{1860 \cdot 1,3} = 0,32 \quad \text{принимаем } R_{ст\ 05} = 1$$

Для остальных операций расчет количества работающих приведен в таблице 16.

Таблица 16 – Расчет количества работающих

№ опер	Тип и модель станка	Фдр ч	Тшт мин	Rn расч	Rn пр
05	Токарная Вертикально – фрезерная, 6560	8000	6,1	0,32	1
10	Горизонтально –фрезерная, FW–400		27,1	0,73	1
15	Горизонтально –фрезерная, FW–400		21,13	0,53	
20	Горизонтально –фрезерная, FW–400		21,1	0,55	1
25	Вертикально –фрезерная, 654Ф3		3,97	0,21	1
30	Радиально – сверлильная, 2М55		7,14	0,38	1
35	Слесарная Вертикально – фрезерная, 6Т12		2,6	0,53	1
40	Вертикально – фрезерная, 6Т12		10,86	0,57	1
45	Радиально – сверлильная, 2М55		5,45	0,28	1
50	Радиально – сверлильная, 2М55		3,1	0,32	1

Количество производственных рабочих определяется в экономическом разделе и равняется 18. 9 человек в одну смену и 9 в другую.

4.3 Определение потребного количества мостовых кранов

В качестве погрузочного и транспортного устройства на участке применяется кран однобалочный мостовой грузоподъемностью 5 т, управляемый с помощью подвесного кнопочного пульта.

Расчёт потребного количества мостовых кранов проводится на основе веса

										Лист
										72
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.05.2017.112.00 ПЗ					

перемещаемых грузов и количества крановых операций. Потребное количество кранов определяется по формуле [15]

$$K = \frac{D \times i}{\Phi \times m} \times \frac{\left(\frac{l_{CP}}{V_{CP}} + t_3 + t_p \right)}{\Phi_H \times K_1},$$

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

i – количество крановых операций на один перевезённый груз;

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

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

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

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

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

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

$\Phi_H = 480$ мин – номинальный фонд времени работы крана;

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

Количество перевезённых грузов определяется по формуле [15]

$$D = \frac{N^{ГОД} \times G_1}{G_K},$$

где $N^{ГОД} = 8000$ шт – годовая программа выпуска деталей;

G_1 – вес одной детали, кг;

G_K – вес контейнера с деталями, кг.

Вес одной детали принимается равным весу заготовки для детали Б, то есть $G_1 = 77$ кг. Вес контейнера с деталями принимается равным 500 кг. Тогда с учётом принятых данных количество перевезённых грузов равно

$$D = \frac{8000 \times 77}{500} = 1232.$$

Количество крановых операций (загрузок и разгрузок) на один перевезённый груз равно единице. Средняя длина пути на одну крановую операцию принимается равной половине длины участка, то есть $l_{CP} = 17,5$ м. Тогда потребное количество кранов равно

$$K = \frac{1232 \times 1}{240 \times 2} \times \frac{\left(\frac{54}{30} + 10 + 10 \right)}{480 \times 0,85} = 0,137 \text{ шт.}$$

										Лист
										73
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

15.03.05.2017.112.00 ПЗ

4.4 Определение потребного количества тележек

Тележки используются для межоперационного транспортирования деталей. Потребное количество тележек определяется по формуле [15]

$$T = \frac{Q \times i}{q \times 60 \times \Phi_H \times m \times K_1} \times \left(\frac{l_{CP}}{V_{CP}} + t_3 + t_p \right),$$

где $N^{Год} = 8000$ шт – годовая программа выпуска деталей;

i – количество транспортных операций с грузом на один рейс;

q – заполнение тележки за один рейс;

$\Phi_H = 2070$ мин – номинальный годовой фонд времени работы тележки;

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

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

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

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

$t_3 = 10$ мин – время одной загрузки тележки;

$t_p = 10$ мин – время одной разгрузки тележки.

Количество транспортных операций на один рейс равно единице. За один рейс тележка заполняется четырьмя деталями, то есть $q = 2$ шт. Средний пробег тележки принимается равным половине длине участка, то есть $l_{CP} = 54$ м. Скорость тележки равна $V_{CP} = 5$ м/мин. Тогда количество тележек будет равно

$$T = \frac{8000 \times 1}{2 \times 60 \times 2070 \times 1 \times 0,85} \times \left(\frac{54}{5} + 10 + 10 \right) = 3,64 \text{ шт.}$$

Принимаем 4 шт.

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 (T) на 1 м² площади цеха. Первым этапом рассчитывается масса стружки [15]

$$m_{СТР} = \frac{(m_{ДЕТ}^Б - m_{ЗАГ}^Б) \times N^{ГП}}{1000},$$

где $m_{ДЕТ}^Б = 65,5$ кг – масса детали Б;

$m_{ЗАГ}^Б = 77$ кг – масса заготовки для детали Б.

Тогда масса стружки по формуле равняется

					15.03.05.2017.112.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		74

$$m_{\text{СТР}} = \frac{(77 - 65,5) \times 8000}{1000} = 92 \text{ т.}$$

Площадь цеха определяется по удельной площади, приходящейся на единицу оборудования. Нормы удельных площадей назначаются по рекомендациям [15] в зависимости от наибольшего габаритного размера оборудования. Расчёт удельной площади цеха представлен в таблице 16.

Таблица 16 – Расчёт удельной площади цеха

Мод. станка	Габаритные размеры, мм			Количество станков, шт.	Удельная площадь, м ²	
	Длина	Ширина	Высота		на один станок	на все станки модели
6560	4190	3400	3120	1	40	40
FW-400	2800	2880	1995	4	25	100
654Ф3	3278	4526	3571	2	25	50
2Г175	1420	1920	3385	1	25	25
2М55	2665	1020	3430	2	25	50
6К12	2135	1865	2290	1	25	25
Стол слесарный	1080	1275	1510	1	12	12
$\Sigma (S_{\text{уд}})$						302

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

$$\frac{m_{\text{СТР}}}{S_{\text{уд}}} = \frac{92}{302} = 0,305 \text{ т/м}^2.$$

Так как $0,3 < \frac{m_{\text{СТР}}}{S_{\text{уд}}} < 0,65 \text{ т/м}^2$, то назначается система уборки стружки винтовой конвейер, предусматривает линейные конвейеры вдоль станочных линий со специальной тарой в конце конвейера в углублении, заполненная тара выносится на накопительную площадку или участок переработки. Таким же образом стружка из станков попадает на конвейер. Линейные конвейеры размещают в каналах глубиной 600-700 мм и шириной 400-600 мм. Принимаем глубину линейного конвейера 700 мм, а ширину 600 мм. [15].

4.6 Планировка оборудования и определение производственной площади

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

На всех операциях, за исключением 10, 15, 20 каждый рабочий обслуживает один станок. Для операций 10, 15, 20 предусмотрено по два станка, которые

					15.03.05.2017.112.00 ПЗ	Лист
						75
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

обслуживаются одним рабочим. Станки на этой операции расположены по кольцевой схеме для удобства приёма заготовок. Расстояние между станками выбирается по рекомендациям [15]: при расположении станков «в затылок» расстояние между ними равно 1700 мм, при расположении станков друг к другу боковыми сторонами – 900 мм, тыльными сторонами – 800 мм, фронтальными сторонами и обслуживании одним рабочим одного станка – 2500 мм. Для каждого станка, в зависимости от модели, показаны места подвода электроэнергии, средства охлаждения и вентиляции.

В начале участка предусмотрено место складирования заготовок, в конце участка – место складирования деталей. Межоперационное транспортирование деталей осуществляется в рельсовой тележке, расположенной вдоль поточной линии. Вдоль рельсового пути возле станков установлены столы для приёма заготовок. Приёмные столы установлены из расчёта один стол на каждую операцию. Кроме этого, возле каждого рабочего места предусмотрены стеллаж с инструментом, приёмный стол, подножная решётка, лампа местного освещения. Ширина рабочего места принимается равной 500 мм, рабочей зоны – 800 мм (по рекомендациям [15]).

На участке предусмотрены контрольный стол и кафедра мастера, на которой находятся телефон и аптечка для переноса детали к станка предусмотрены консольные краны на колонне.

Для уборки стружки с рабочих мест предусмотрена механизированная система: стружка с рабочих мест собирается в специальные контейнеры, после заполнения которых стружка вывозится с территории участка автомобильным транспортом. Для транспортировки контейнеров используется кран однобалочный мостовой грузоподъёмностью 10 т, управляемый из кабинки.

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

Разработанная планировка показана на рисунке 3.2. Участок механической обработки располагается вдоль пролёта между пешеходным проходом шириной 1400 мм и проездом шириной 4000 мм, расположенным вдоль наружной стены здания [15]. Проезд предназначен для одностороннего движения автомобильного транспорта. Пешеходный проход предназначен для свободного доступа к рабочим местам.

Из рисунка 26 видно, что длина участка $A = 54$ м, ширина участка $B = 6$ м. Тогда площадь участка равна [15]:

$$S_{\text{уч}} = A \times B;$$

$$S_{\text{уч}} = 54 \times 6 = 324 \text{ м}^2.$$

Сравним площадь разработанного участка и удельную площадь цеха:

					15.03.05.2017.112.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		76

$$S_{\text{уч}} = 324 \text{ м}^2 < S_{\text{уд}} = 302 \text{ м}^2.$$

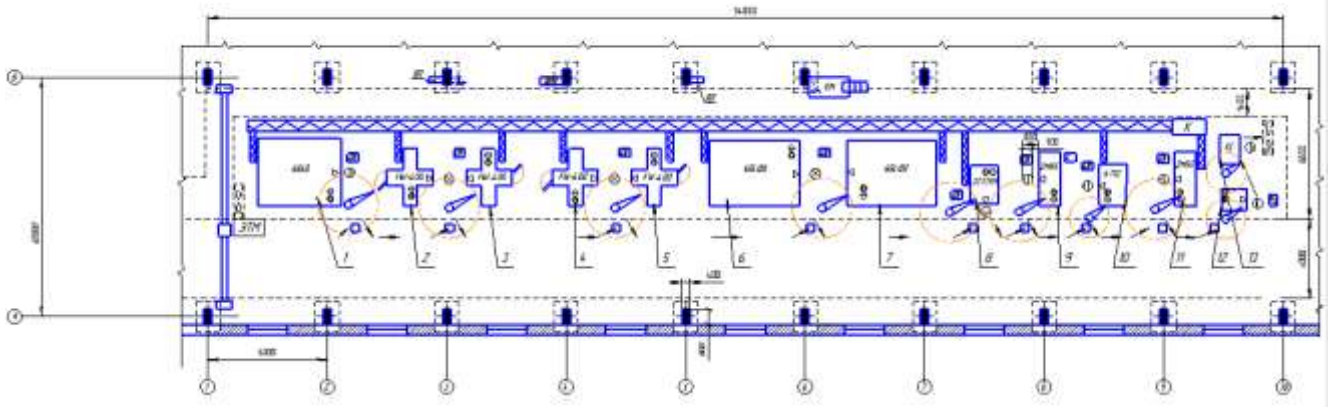


Рисунок 23 – Планировка участка

4.7 Выбор типа, формы и определение размеров здания

Разработанный участок располагается в крайнем пролёте шириной 12000 мм и шагом колонн 6000 мм [15].

Минимальная высота пролёта определяется по высоте до головки подкранового рельса. Высота до головки подкранового рельса (м) рассчитывается по формуле [15]

$$H_{\text{к}} = h_1 + h_2 + h_3 + h_4,$$

где h_1 – максимальная высота оборудования, м;

h_2 – минимальное расстояние между оборудованием и грузом, м;

h_3 – высота транспортируемых грузов, м;

h_4 – высота крана, м.

Оборудованием с максимальной высотой является станок модели 6560 высотой 3.12 м. По рекомендациям [15] высота h_1 назначается не менее 3.5 м. Принимаем $h_1 = 3.5$ м. Минимальное расстояние между оборудованием и перемещаемым грузом $h_2 = 0.5$ м [15]. Высота транспортирования грузов принимается равной $h_3 = 2$ м, высота крана – $h_4 = 0.9$ м. С учётом принятых данных

$$H_{\text{к}} = 3.5 + 0.5 + 2 + 0.9 = 6.9 \text{ м.}$$

Расчётное значение корректируется до ближайшего стандартного. Принимаем $H_{\text{к}} = 6,95$ м. В зависимости от величины $H_{\text{к}}$ принимаем высоту пролёта $H = 9,6$ м.

Колонны здания железобетонные серии КЭ-01-49 с консолями прямоугольного сечения 400×800 мм (рисунок 25).

					15.03.05.2017.112.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		77

Торцовые колонны здания смещены внутрь относительно разбивочной оси на 500 мм. Это необходимо для того, чтобы пропустить колонны фахверка [15]. 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. Длина колоны составляет 11,55м [15].

Размеры и средних пролётов фундаментов назначаются в зависимости от серии сечения колоны (рисунок 26)

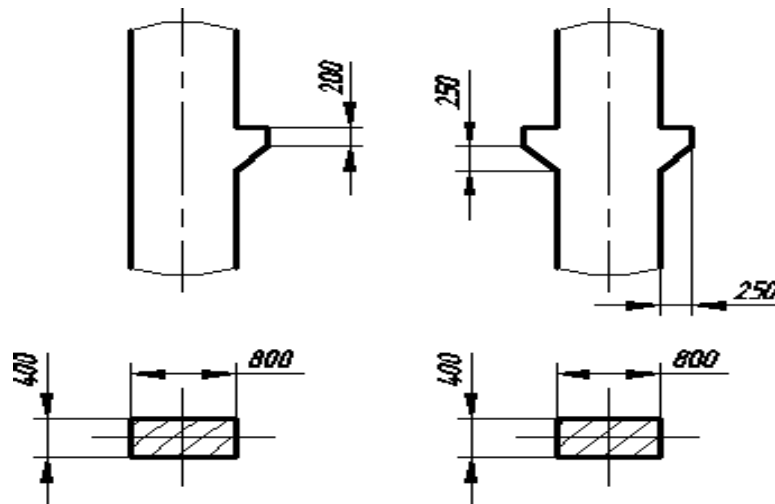


Рисунок 24 – Колонны крайних пролетов

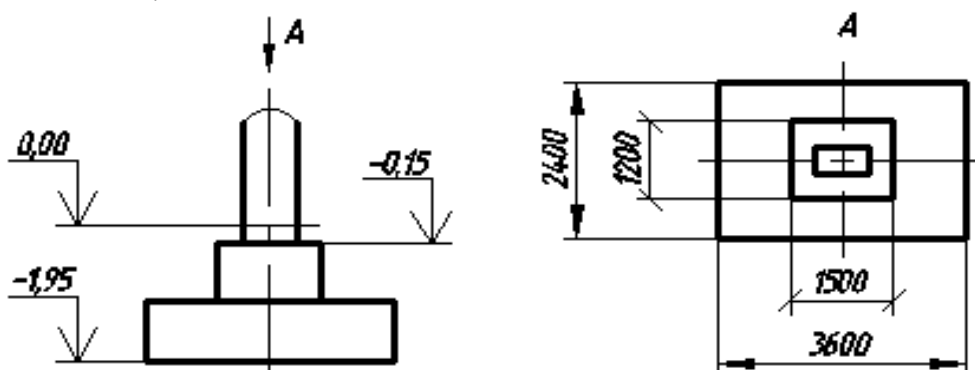


Рисунок 25 – Фундамент под колоны

Несущей конструкцией здания являются железобетонные решётчатые фермы серии 1.462-3 [15]. Габаритные размеры фермы: длина 11960 мм, высота 1390 мм, толщина 200 мм (рисунок 27).

					15.03.05.2017.112.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		78

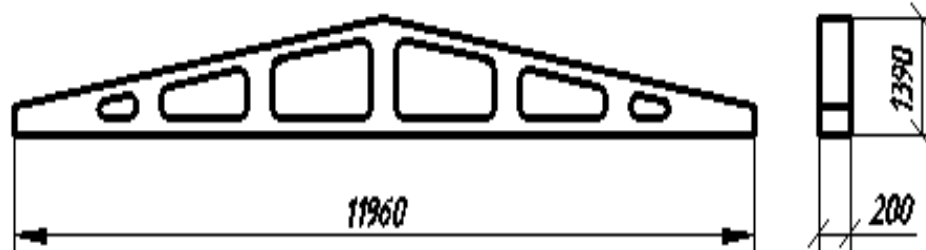


Рисунок 26 – Железобетонная ферма серии 1.462-3

Ограждающим покрытием здания является утеплённая многослойная кровля. Кровля состоит из сборных настилов, укладываемых по фермам (рисунок 28).

Несущим настилом являются железобетонные плиты. В качестве первого слоя применяется песчано-цементная стяжка, выравнивающая 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 песчанно-цементного раствора.

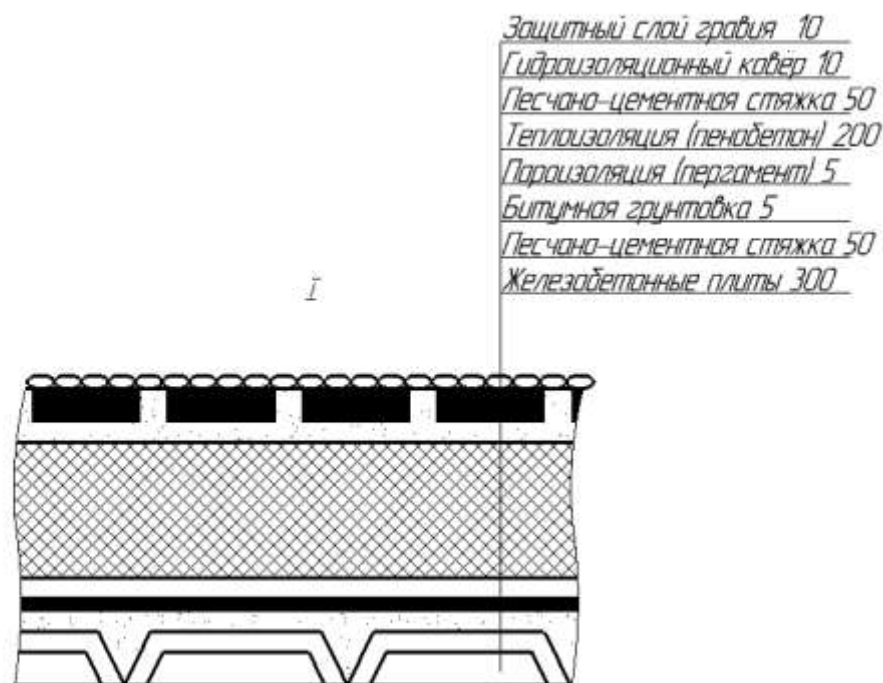


Рисунок 27 – Конструкция кровли

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

										Лист
										79
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.05.2017.112.00 ПЗ					

[15].

В качестве наружного ограждения применяются стены толщиной 500 мм. Вход на территорию цеха осуществляется через распашные ворота. Ширина ворот 4 м, высота – 4,2 м. [15].

Оборудование на участке устанавливается непосредственно на полу. Пол представляет собой многослойную конструкцию (рисунок 29), включающую трамбованный грунт, надёжную бетонную подготовку толщиной 200...300 мм, песчано-цементную стяжку для выравнивания, слой гидроизоляции, а также покрытие пола из бетона [15].

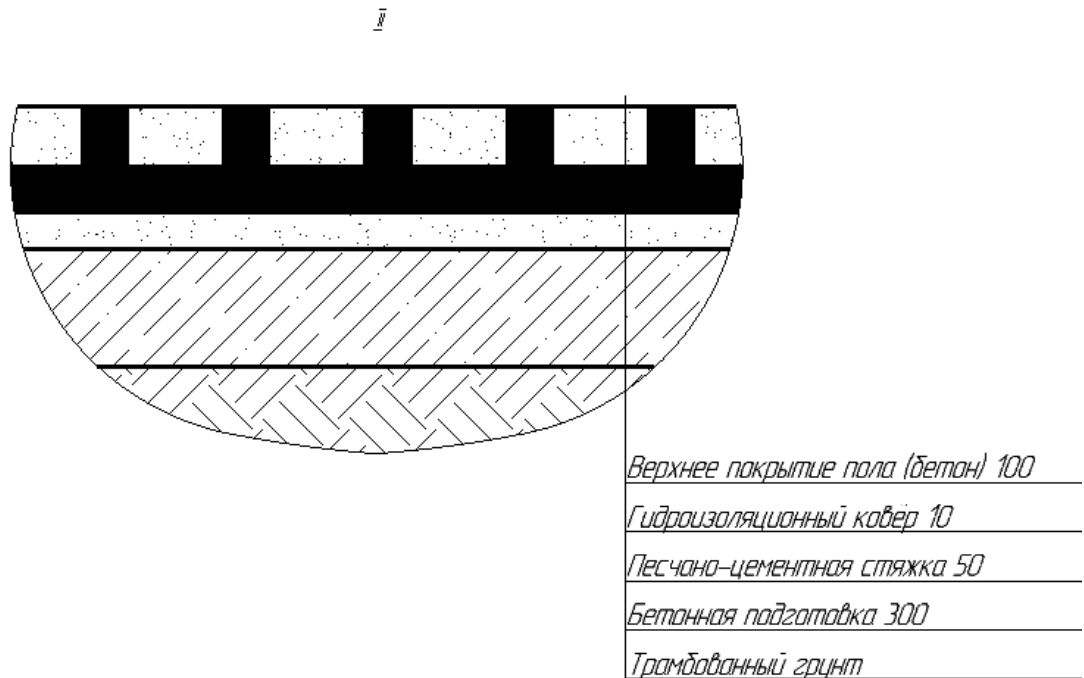


Рисунок 28 – Конструкция пола

Выводы по разделу четыре

В данном разделе предлагается выполнив рациональную планировку участка обработки деталей типа «Полюс». В который вошло Определения количества оборудования в количестве 11 станков, количества рабочих. В качестве погрузочного и транспортного устройства на участке применяется кран однобалочный мостовой. По порядку технологической операции выполнена планировка оборудования и рабочих мест на участке. Также спроектирован сам цех прежде определив фундамент, стены, колонны крайних колон, железобетонную ферму и кровлю. А также вход на территорию цеха осуществляется через распашные ворота.

					15.03.05.2017.112.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		80

5 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

5.1 Краткое описание производственного участка

Участок механической обработки детали «Полнос» габаритами 54 x 12 x 6.95 метров состоит из фрезерных FW-400, 6560, 654Ф3, 6Т12 и сверлильных 2Г175М, 2М55 станков, мостового крана, конвейеров транспортировки деталей и стружки. На этом участке будет выполняться спроектированный технологический процесс детали «Полнос»

5.2 Анализ производственных опасностей

Природно-климатические условия местности:

Зона пребывания людей в техносферном пространстве является не опасной, так как атмосферный воздух находится с минимальной концентрацией загрязняющих веществ, не смотря на то, что Уральский регион относится к наиболее загрязненным регионам России, который составляет:

- доля выбросов 22.6%
- доля сбросов 12%

Для предотвращения появления негативных факторов окружающей среды в городе существует система мониторинга опасностей, которая ведет контроль за содержанием вредных веществ в атмосферном воздухе и в водоемах, в рабочих зонах контролируются вредные травмоопасные факторы, осуществляется наблюдение за условиями труда на рабочих местах.

На участке механической обработки находится технологическое и вспомогательное оборудование, мостовой кран, электро-тележка, конвейер для стружки и другие разные механизмы. На станках и оборудовании (конвейеры и мостовой кран) установлены электродвигатели с питающим напряжением 380 В

Поэтому на участке существуют некоторые опасные факторы, такие как:

- физические - шум, вибрация, запыленность рабочей зоны, недостаточность освещения рабочей зоны, возможность поражения электрическим током (380 В) и механических повреждений;
- биологические - СОЖ;
- психофизиологические - динамические нагрузки, переутомление.

5.3 Производственная санитария

5.3.1 Определение категории тяжести труда при работе на проектируемом объекте.

					15.03.05.2017.11200 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		81

Труд рабочих относится к II категории (энергозатраты до 172 ккал/ч). в соответствии с ГОСТ 2.1.005-88 эта работа, выполняемая сидя или стоя, но не требующая поднятия и переноски тяжестей. Производственное помещение характеризуется незначительными тепловыделениями.

5.3.2 Установление оптимальных параметров микроклимата для помещений проектируемого объекта.

В соответствии с категорией пб предусматриваются следующие оптимальные нормы параметров микроклимата которые сведены в таблицу 16

Таблица 16 - Оптимальные параметры микроклимата

Период года	Категория работы	Температура, °С	Относительная влажность, %	Скорость воздуха, м/с
Холодный	пб	17-19	60-40	≤0.2
Теплый	пб	20-22	60-40	≤0.3

Измерения показателей микроклимата должны проводится в начале, середине и конце холодного и тёплого периода года не менее 3 раз в смену.

5.3.3 Разработка мероприятий по обеспечению оптимальных параметров микроклимата

Оптимальные параметры микроклимата на предприятии достигаются следующими мероприятиями:

Для данного участка предусматривается естественная вентиляция, которая может быть неорганизованной и организованной, также для поддержания оптимальных параметров микроклимата необходимо установить системы кондиционирования воздуха.

– в холодный период года, для поддержания оптимальной температуры участка используется система водяного отопления, как наиболее эффективная в санитарно-гигиеническом отношении. Применяются системы с нагревом воды до 100 С.

– для создания оптимальных метеорологических условий помещение оснащается общей вентиляцией и местным кондиционером, для поддержания заранее заданных параметров по t⁰С, влажности, скорости движения воздуха и чистоте.

5.3.4 Нормирование, выбор и расчет системы освещения

Освещение на участке механической обработки совмещённое.

Естественное и искусственное освещение должно соответствовать СНиП 23-05-95. Для местного освещения следует применять светильники,

										Лист
										82
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

15.03.05.2017.112.00 ПЗ

установленные на металлорежущих станках. Для поддержания оптимального искусственного освещения необходимо предусмотреть регулярную очистку от загрязнений светильников, своевременную замену отработавшей срок службы лампы. Очищать светильники следует при отключенном питании.

Так как на участке размещены в основном фрезерные станки то для избежания стробоскопического эффекта применим лампы накаливания.

При расчете общего освещения для горизонтальной рабочей поверхности с учетом света, отраженного потолком и стенами, применим метод светового потока.

Исходные данные для расчёта:

- длина участка $A = 54$ м;
- ширина участка $B = 12$ м;
- площадь участка $S = 648$ м²;
- тип светильника УПМ;
- высота подвеса светильников над рабочей поверхностью для светильников УПМ, $H_p = 3.5$ м;
- лампы накаливания 4900 Г-125-135-300;
- световой поток лампы $\Phi = 4900$ лм;
- количество ламп в светильнике $n = 1$;
- коэффициент отражения потолка и стен $R_{\text{П}} = 0.3$ и $R_{\text{С}} = 0,5$ соответственно.
- коэффициент запаса, учитывающий старение ламп, запыление и загрязнение светильников $k = 1.5$
- коэффициент неравномерности освещенности, значение которого для ламп накаливания $z = 1,15$;
- коэффициент – коэффициент использования светового потока лампы $U = 51\%$;

Основное уравнение метода (при расчете минимальной освещенности E_{\min})

$$E_{\min} = \frac{\hat{O} \cdot N \cdot U}{100 \cdot S \cdot z \cdot k},$$

N – число ламп общего освещения в помещении

$$N = \frac{S}{L^2};$$

$$N = \frac{648}{27.563} = 23.51$$

Принимаем $N = 24$

L – расстояние между центрами светильников, м.

Обеспечение равномерного распределения освещенности достигается в том случае, если отношение L/H_p расстояния между центрами светильников L к высоте их подвеса над рабочей поверхностью H_p составляет для светильников: УПМ – 1,5;

$$L/H_p = 1.5;$$

					15.03.05.2017.112.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		83

$$L = 1.5 \times 3.5 = 5.25$$

Величина H_p обычно находится в пределах 2,1-3,5 м.

U – коэффициент использования светового потока ламп, % т. е. отношение светового потока, падающего на расчетную поверхность к суммарному потоку всех ламп. Зависит от типа светильника, коэффициентов отражения потолка $R_{\text{П}}$; стен $R_{\text{С}}$ и индекса I формы помещения.

Индекс формы помещения определяется по формуле

$$I = \frac{a \cdot b}{H_p(a+b)},$$

где H_p – высота подвеса светильника над рабочей поверхностью, м;
а и b – длина и ширина помещения, м;

$$I = \frac{54 \times 12}{3.5 \times (54 + 12)} = 2.805$$

Подсчитанную минимальную освещенность, сравнивают с нормативной равной 400 лк для механического цеха. При необходимости подбирают стандартную лампу, обеспечивающую больший световой поток, или задается другая схема расположения светильников.

Тщательный и регулярный уход за установками естественного и искусственного освещения имеет важное значение для обеспечения требуемых величин освещенности без дополнительных затрат электроэнергии.

Для соблюдения норм естественной освещенности производится чистка стёкол световых проемов и побелка потолков, стен, так как грязные окна задерживают до 70% света, а закопчённые стены и потолок отражают мало света и уменьшают освещенность помещения на 30%. Для соблюдения норм искусственной освещенности проводится регулярная очистка светильников от загрязнений, своевременная замена перегоревших ламп, систематический ремонт элементов светотехнической и электрической частей осветительной установки.

$$E_{\text{min}} = \frac{4900 \times 24 \times 51}{100 \times 648 \times 1.15 \times 1.5} = 53.655$$

Подсчитанная минимальная освещенность меньше нормативной, для увеличения E_{min} . Выберем лампу Г-125-135-1000 световой поток, $\Phi=19100$ лм.

$$E_{\text{min}} = \frac{19100 \times 24 \times 51}{100 \times 648 \times 1.15 \times 1.5} = 209.147$$

Подсчитанная минимальная освещенность меньше нормативной 209.147 лк. > 400 лк. Зададим количество ламп в светильнике $n=2$;

					15.03.05.2017.11200 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		84

$$E_{\min} = \frac{19100 \times 48 \times 51}{100 \times 648 \times 1.15 \times 1.5} = 418.293$$

418.293 лк. > 400 лк

Принимаем 24 светильника по две лампы накаливания Г-125-135-1000 в каждом.

Схема расположения светильников показана на рисунке 30

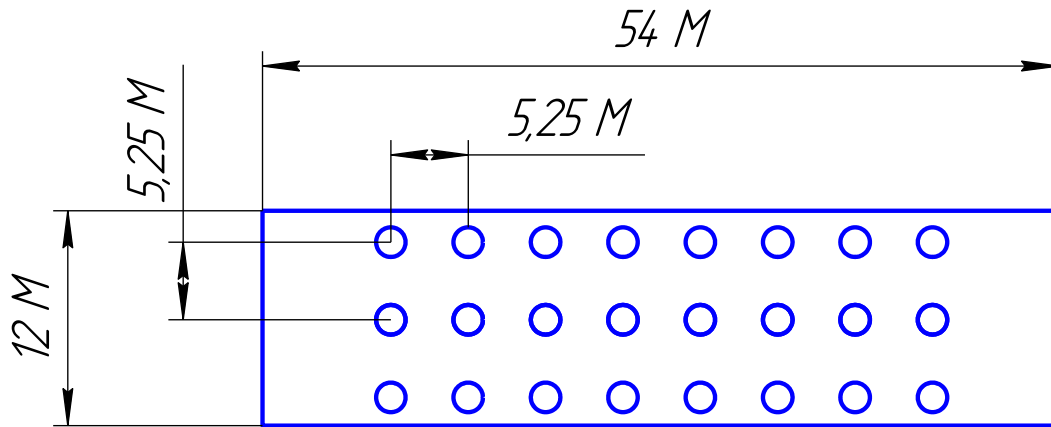


Рисунок 29 – Схема расположения светильников

5.3.5 Выбор и расчет систем вентиляции

На данном участке применяется общеобменная приточно-вытяжная вентиляция. Высота приемного устройства должна зависеть от расположения загрязненного воздуха. В большинстве случаев приемные устройства располагаются в нижних зонах помещения

Работоспособность системы вентиляции определяется показателем кратности воздухообмена

$$N = \frac{L}{U}$$

где N- кратность воздухообмена, 1/ч;

L - кол-во воздуха, удаляемого из помещения в течение часа, м³/ч;

U - объем помещения, м³

При нормальном микроклимате и отсутствии вредных веществ (содержанием их в пределах допустимых норм) воздухообмен L (м³/ч) можно определить по формуле

$$L = n \cdot L_1$$

где n - число работающих в помещении;

L₁ - расход воздуха на одного работающего, принимаемый в зависимости от

										Лист
										85
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

15.03.05.2017.112.00 ПЗ

объёма помещения, приходящегося на каждого работающего ($L_1 = 30\text{м}^3/\text{ч}$ при объёме менее 20м^3 ; $L_1 = 20\text{м}^3/\text{ч}$ при объёме от 20 до 40м^3 ; $L_1 = 40\text{м}^3/\text{ч}$ в помещениях без окон); в остальных случаях $L_1 = 60\text{м}^3/\text{ч}$

$$L = 10 \cdot 60 = 600 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

При этом кратность воздухообмена должна составлять

$$K = \frac{600}{4503.6} = 0,133.$$

5.3.6 Разработка мероприятий по снижению энергетических воздействий

Нормативным документом, регламентирующим уровни шума для различных категорий рабочих мест, является ГОСТ 12.1.003-83 «ССБТ. Шум. Общие требования безопасности». Допустимые значения уровня шума сведены в таблицу 17,

Таблица 17 - Допустимые уровни шума

Рабочие места	Уровни звукового давления								Уровень звука дБА.
	333	125	25	500	10	2000	4000	8000	
Постоянные рабочие места и	99	92	86	83	80	78	76	74	85

Для рассматриваемого цеха снижение шума в источнике его образования можно достигнуть путем своевременного проведения ремонта оборудования, принудительной смазкой трущихся поверхностей. А также путём установления звукоизоляции источника шума, станки устанавливаются на виброизоляционных фундаментах с применением амортизаторов из резиновых прокладок.

Применение СИЗ целесообразно в тех случаях, когда средства коллективной защиты и другие средства не обеспечивают снижение шума до допустимых уровней.

Помимо производственного шума на участке наблюдается небольшой уровень вибрации.

Для вибрации установлены технические нормы. Регламентируется также продолжительность воздействия локальной и общей вибрации в зависимости от степени превышения её параметров над нормативными значениями. Допустимое время воздействия вибрации сведено в таблицу 18.

Таблица 18 - Допустимое время воздействия вибрации

Вибрация	Длительность вибрации, мин. при превышении уровней вибрации над нормативными значениями, дБ				
	0	3	6	9	12
Локальная	320	160	80	40	40
Общая	480	120	60	30	15

Для снижения уровня вибрации и шума станки устанавливаются на виброизоляционных фундаментах с применением амортизаторов из резиновых прокладок. На вибрирующую поверхность деталей наносят вибропоглощающее покрытие, выполненное из резины, пластика или вибропоглощающих мастик. Эти покрытия рассеивают энергию колебаний, на внутренние стенки устанавливают звукопоглощающие облицовку.

5.4 Техника безопасности

5.4.1 Организационные и правовые вопросы охраны труда

Техника безопасности это система организационных мероприятий и технических средств, предотвращающих воздействие на работающих опасных производственных факторов. На данном участке к опасным производственным факторам относятся: электрический ток, подвижные части машин, механизмов, пожар и т.д.

Правила по технике безопасности содержат требования технического характера, направленные на защиту работающих от воздействия предметов и средств труда, безопасную работу машин, оборудования и инструмента. Производственное оборудование должно соответствовать требованиям безопасности в течение всего срока эксплуатации по ГОСТ 12.2.003. Составление планов по охране труда представляет собой разработку конкретных мероприятий на определенный срок, с указанием исполнителей и средств, необходимых на улучшение условий и охраны труда.

Инструкции по охране труда вывешены на рабочих местах. Разработка инструкций, оформление и выдача осуществляется в соответствии с Положением о порядке разработки и утверждения правил и инструкций по охране труда, утвержденным Минтрудом РФ Постановлением от 01.07.93 №129.

Пересмотр инструкций по охране труда должно осуществляться не реже одного раза в 5 лет, а для профессий и видов работ, к которым предъявляются дополнительные повышенные требования безопасности (сварщик, аккумуляторщик, токарь), - не реже одного раза в 3 года.

Инструктаж по своему характеру и времени проведения подразделяется на: вводный; первичный, на рабочем месте; повторный (квартальный); внеплановый; целевой.

Вводный инструктаж проводится в кабинете охраны труда инженером по

					15.03.05.2017.112.00 ПЗ	Лист 87
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

охране труда. Проведение вводного инструктажа фиксируется в специальном журнале.

Первичный инструктаж на рабочем месте проводят со всеми вновь принятыми на предприятии рабочими, переведенными на другую работу, в другое подразделение на территории данного предприятия.

Повторный инструктаж на предприятии проходят все работающие не реже 1 раза в 3 месяца. Повторный инструктаж проводится в целях закрепления знаний безопасных методов и приемов труда по программе первичного инструктажа.

Внеплановый инструктаж проводится в случаях:

- при изменении правил по охране труда;
- изменении технологического процесса, замене оборудования и других факторов, влияющих на безопасность труда;
- при нарушении работающими требований безопасности труда;
- при перерывах в работе: за 30 календарных дней для работ повышенного требования безопасности труда, для остальных работ – 60 дней и больше./39/.

Целевой инструктаж проводится при выполнении разовых работ, не связанных с прямыми обязанностями по специальности (погрузке, разгрузке, уборке территорий), ликвидации последствий аварий, стихийных бедствий и катастроф и т.д.

Все виды перечисленных инструктажей также фиксируются в специальных журналах.

Работники, имеющие профессию и документы о прохождении соответствующего оборудования, допускаются к самостоятельной работе без предварительного обучения после прохождения вводного и первичного инструктажей.

Знания по безопасности труда работники должны получать также при повышении квалификации или обучению вторым программам.

Работники и специалисты, занятые на работах, к которым предъявляются повышенные требования безопасности должны допускаться к самостоятельной работе после курсового обучения по типовым программам, сдачи экзаменов и получения удостоверения на право производства работ и обслуживания определенного оборудования.

Обучение и проверка знаний по охране труда рабочих проводится по ГОСТу 12.0.004 – 90.

5.4.2 Защита от механического травмирования

Основными опасными производственными факторами на участки являются: вращающиеся станочные приспособления и заготовки, а также образующаяся в процессе резания стружка, движущаяся мостовой кран, электротележки, испытательный стенд высокого давления.

Для защиты от механического травмирования при эксплуатации станков с ЧПУ предусмотрены: ограждения движущихся элементов станка, а также токоведущих частей электрической аппаратуры и элементов управления, ограждения для защиты от стружки и СОЖ, блокировочные устройства.

					15.03.05.2017.112.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		88

Для защиты от механического травмирования при эксплуатации фрезерных станков предусмотрены: ограждения зоны обработки как со стороны рабочего, так и с противоположной ему стороны.

Для защиты от механического травмирования при эксплуатации сверлильных станков предусмотрены: специальные крепежные приспособления, специальные очки или щитки для защиты лица.

Для защиты от механического травмирования при эксплуатации мостового крана, электротележки предусмотрены: ограждения движущиеся и вращающиеся механизмы, ограничители грузоподъемности, звуковая и световая сигнализация, тормозные устройства.

5.4.2 Проектирование защитного заземления

Защитное заземление – это преднамеренное электрическое соединение с землей металлических нетоковедущих частей, которые могут оказаться под напряжением.

Назначение защитного соединения – устранение опасности поражения людей электрическим током при появлении напряжения на конструктивных частях электрооборудования, т.е. при замыкании их на корпус.

Принцип действия защитного заземления – снижение до безопасных значений напряжений прикосновения и шага, обусловленных замыканием на корпус, за счет уменьшения потенциала заземленного оборудования, а также выравнивания потенциала основания и оборудования.

Сопротивление защитного заземления в любое время года не должно превышать допустимого сопротивления и при проектировании заземляющего устройства следует соблюдать приведенные в ПУЭ требования.

Согласно правилам устройства электроустановок сопротивление защитного заземления в любое время года для проектируемого участка показано в таблице 19.

Таблица 19 -Допустимое время воздействия вибрации

Характеристика установок			Допустимое сопротивление, Ом
Напряжение	Мощность, кВА	Режим нейтрали	
до 1000 В	237	при любом режиме	4

Выбирается допустимое сопротивление заземляющего устройства $R_{зд}=4$
 Определяется расчетное удельное сопротивление

$$\rho = \rho \cdot \phi,$$

-для вертикальных заземлителей; $\rho = 15 \cdot 1,5 = 22,5$ Ом

-для горизонтальных заземлителей. $\rho = 15 \cdot 3,5 = 52,5$ Ом

(грунтом является глина)

Выбирают тип заземляющего устройства (выносное или контурное) и число искусственных заземлителей.

выносное ЗУ $n = 10$

7. Определяется сопротивление одного искусственного заземлителя (рисунок 33) R_{30}

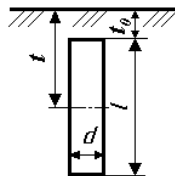


Рисунок 30 - Искусственный заземлитель

$$R_{30} = \frac{\rho}{2 \cdot \pi l} \cdot \left(\ln \frac{2 \cdot l}{d} + \frac{1}{2} \cdot \ln \frac{4 \cdot t + 1}{4 \cdot t - 1} \right)$$

$$R_{30} = \frac{22,5}{2 \cdot 3,14 \cdot 1} \left(\ln \frac{2 \cdot 1 \cdot 1}{0,2} + \frac{1}{2} + \ln \frac{4 \cdot 1 + 1}{4 \cdot 1 - 1} \right) = 20,09 \text{ Ом}$$

8. Определяется сопротивление соединительной полосы (Рисунок 34) $R_{ПО}$ без учета экранирования.



Рисунок 31 - Соединительная полоса

$$R_{ПО} = \frac{\rho}{2 \cdot \pi l_{П}} \cdot \ln \frac{2 \cdot l_{П}^2}{b \cdot t}$$

$$R_{П} = \frac{52,5}{2 \cdot 3,14 \cdot 18} \cdot \ln \frac{2 \cdot 18}{0,048 \cdot 0,0524} = 4,44 \text{ Ом}$$

Длина соединительной полосы выбирается равной:
для выносного ЗУ

$$l_{П} = l_{МЗ} \cdot (n - 1) = 2 \cdot (10 - 1) = 18 \text{ м}$$

где $l_{МЗ}$ – расстояние между заземлителями.

10. Определяется сопротивление соединительной полосы с учетом экранирования

$$R_{\Pi} = \frac{R_{\Pi 0}}{\eta_{\Pi}} = \frac{4,44}{0,94} = 4,72 \text{ Ом}$$

где η_{Π} – коэффициент использования соединительной полосы $\eta_{\Pi}=0,94$

11. Определяется расчетное сопротивление искусственного заземлителя

$$R_{\text{изр}} = \frac{R_{\text{в}} \cdot R_{\Pi}}{R_{\text{в}} + R_{\Pi}} = \frac{R_{\text{зо}} \cdot R_{\Pi 0}}{R_{\text{зо}} \cdot \eta_{\Pi} + R_{\Pi 0} \cdot n \cdot \eta_{\text{с}}}$$

$$R_{\text{изр}} = \frac{11,03 \cdot 4,72}{11,03 + 4,72} = 3,30 \text{ Ом}$$

которое должно соответствовать требованию $R_{\text{изр}} \leq R_{\text{зд}}$

$3,30 \leq 4$ условие выполняется

14. Строится схема заземляющего устройства (рисунок 35).

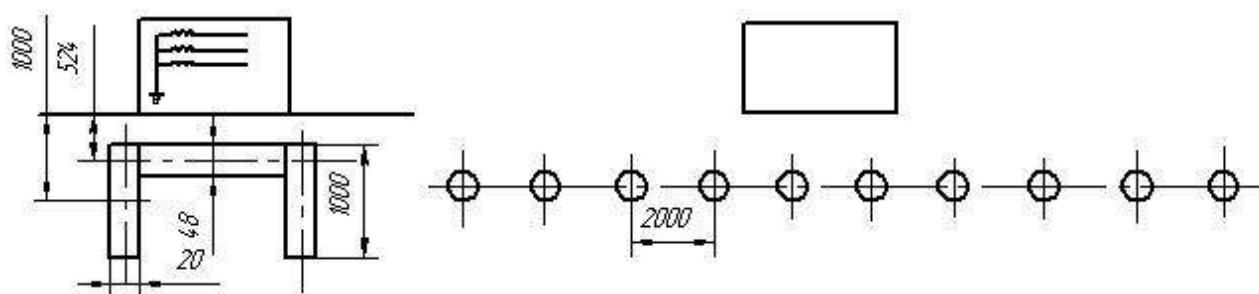


Рис. 32 –схема заземляющего устройства

5.5 Пожарная безопасность

5.5.1 Определение категории помещения противопожарной опасности

Участок механической обработки приравнивается к помещениям категории Д, так как в этом помещении обрабатываются металлические заготовки и транспортируется стружка в холодном состоянии.

5.5.2 Выбор первичных средств пожаротушения

Выбор типа и расчет необходимого количества огнетушителей следует производить в зависимости от их огнетушащей способности, предельной площади, класса пожара горючих веществ и материалов в защищаемом помещении или на объекте согласно ИСО № 3941-77:

					15.03.05.2017.112.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		91

Расстояние от возможного очага пожара до места размещения огнетушителя не должно превышать 70 м для помещений категории Д.

Размещение первичных средств пожаротушения в коридорах, проходах не должно препятствовать безопасной эвакуации людей. Их следует располагать на видных местах вблизи от выходов из помещений на высоте не более 1,5 м.

На площадь участка 648 м² устанавливаем один пожарный щит так как по ИСО N 3941-77 для пожарной опасности категории Д, на площадь 1800 м² устанавливается один щит ЩП – Е.

Комплектация щита ЩП – Е приведена в таблице 20.

Таблица 20 – Комплектация щита ЩП – Е

Наименование первичных средств	Нормы комплектации
Огнетушители порошковые (ОП) вместимостью 10 л	1
Крюк с деревянной рукояткой	1
Комплект для резки электропроводов: ножницы, диэлектрические боты и коврик	1
Асбестовое полотно, грубошерстная ткань или войлок (кошма, покрывало из негорючего материала)	1
Лопата совковая	1
Ящик с песком	1

Ящики с песком, как правило, должны устанавливаться со щитами в помещениях или открытых площадках, где возможен разлив легковоспламеняющихся или горючих жидкостей. Для помещений и наружных технологических установок категории Д не менее 0,5 м³ на каждую 1000 кв. м защищаемой площади.

Асбестовые полотна, грубошерстные ткани или войлок должны быть размером не менее 1 х 1 м и предназначены для тушения очагов пожара веществ и материалов на площади не более 50% от площади применяемого полотна, горение которых не может происходить без доступа воздуха. В местах применения и хранения ЛВЖ и ГЖ размеры полотен могут быть увеличены до 2 х 1,5 м или 2 х 2 м.

Асбестовое полотно, грубошерстные ткани или войлок (кошма, покрывало из негорючего материала) должны храниться в водонепроницаемых закрывающихся футлярах (чехлах, упаковках), позволяющих быстро применить эти средства в случае пожара. Указанные средства должны не реже одного раза в 3 месяца просушиваться и очищаться от пыли.

5.6 Правила поведения населения при наводнениях и действия по ликвидации их последствий.

Под стихийными бедствиями понимаются разрушительные природные

явления, в результате которых может возникнуть или возникает угроза жизни и здоровью людей, происходит разрушение или уничтожение материальных ценностей и элементов окружающей природной среды.

Стихийные бедствия могут быть геофизического или метеорологического происхождения. В некоторых случаях они возникают по вине человека, в результате его производственной или иной деятельности без учета сложившегося экологического равновесия в природе.

К стихийным бедствиям обычно относятся землетресения, наводнения, селевые потоки, оползни, снежные заносы, извержения вулканов, засухи. К таким бедствиям в ряде случаев могут быть отнесены также пожары, особенно массовые лесные и торфяные.

Стихийные бедствия можно встретить по-разному. Уверенно же принять вызов бедствий могут только те, кто, вооруженный знаниями, как действовать в той или иной обстановке, примет единственно правильное решение: окажет помощь другим, спасет себя, предотвратит насколько сможет разрушающее действие стихийных сил.

Правила поведения населения при наводнениях и действия по ликвидации их последствий.

Тяжелыми стихийными бедствиями являются наводнения. Основными причинами большинства наводнений являются сильные ливни, интенсивное таяние снегов, речные паводки в результате приливной волны или изменения ветра в устье реки. Особую опасность представляют наводнения, возникающие вследствие оползней и обвалов горных пород, внезапного прорыва дамб или вод моренных озер; они, как правило, сопровождаются переносом не только обломков, и поэтому часто принимают катастрофический характер.

Действия населения при наводнениях осуществляются с учетом времени упреждения наводнения, а также опыта наблюдений прошлых лет за проявлениями этой стихии. Масштабы наводнений, например, вызываемых весенними, летними или осенними паводками, могут прогнозироваться за месяц и более, нагонные наводнения - за несколько часов (до суток).

При значительном времени упреждения наводнения осуществляются мероприятия по возведению соответствующих гидротехнических сооружений на реках и в других местах предполагаемого наводнения по подготовке и проведению заблаговременной эвакуации населения и сельскохозяйственных животных, по вывозу материальных ценностей из районов возможного затопления.

Об эвакуации на случай наводнения, как правило, объявляется специальным распоряжением комиссии по борьбе с наводнением. Население о начале и порядке эвакуации оповещается по местным радиотрансляционным сетям и местному телевидению; работающие, кроме того оповещаются через администрацию предприятий, учреждений и учебных заведений. Населению сообщаются места развертывания сборных эвакуационных пунктов, сроки явки на эти пункты, маршруты следования при эвакуации пешим порядком, а также другие сведения, соотносящиеся с местной обстановкой, ожидаемым масштабом бедствия и временем его упреждения.

При наличии достаточного времени население из угрожаемых районов

					15.03.05.2017.112.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		93

эвакуируется вместе с имуществом.

Эвакуация производится в ближайшие населенные пункты, находящиеся вне зон затопления. Расселение населения осуществляется в общественных зданиях или на жилой площади местных жителей.

На предприятиях и в учреждениях при угрозе затопления изменяется режим работы, а в некоторых случаях работа прекращается. Защита некоторой части материальных ценностей иногда предусматривается на месте, для чего заделываются приямки, входы и оконные проемы подвалов и нижних этажей зданий.

В зоне возможных затоплений временно прекращают работу школы и дошкольные учреждения; детей переводят в школы и учреждения, которые находятся в безопасных местах.

В случае внезапных наводнений предупреждение населения производится всеми имеющимися техническими средствами оповещения, в том числе и с помощью громкоговорящих подвижных установок.

Внезапность возникновения наводнения вызывает необходимость особых поведения и действий населения. Если люди проживают на первом этаже или других нижних этажах и на улице наблюдается подъем воды необходимо покинуть квартиры, подняться на верхние этажи, если дом одноэтажный занять чердачные помещения.

Поиск людей на затопленной территории организуется и осуществляется немедленно, для этого привлекаются экипажи плавающих средств формирований гражданской обороны и все другие имеющиеся силы и средства.

При спасательных работах спасаемым необходимо проявлять выдержку и самообладание, строго выполнять требования спасателей. Нельзя переполнять спасательные средства (катера, лодки, плоты и т.п.), поскольку это угрожает безопасности и спасенных и спасателей. Попав в воду, следует сбросить с себя тяжёлую одежду и обувь, отыскать поблизости плавающие или возвышающиеся над водой предметы и воспользоваться ими до получения помощи.

Обстановка в районе наводнения может резко осложниться в результате разрушения гидротехнических сооружений. Работы в этом случае проводятся с целью повышения защитных свойств существующих дамб, плотин и насыпей; предупреждения или ликвидации подмыва водой земляных сооружений и наращивания их высоты.

Борьбу с наводнением в период ледохода ведут путём устранения заторов и зажоров, образующихся на реках.

Выводы по разделу пять

В разделе безопасность жизнедеятельности рассмотрены вопросы об определении состава первичных средств пожаротушения. Рассмотрено мероприятие по защите от экстремальных осадков и снежно-ледниковых явлений, а так же рассмотрена организация производственного освещения на производственном участке

					15.03.05.2017.11200 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		94

6 ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

Себестоимость машиностроительной продукции – это выраженные в денежной форме текущие затраты предприятия (объединений) на её производство и реализацию.

В укрупненном виде себестоимость продукции включает стоимость израсходованного сырья, материалов, топлива, энергии, инструмента, заработную плату, промышленного-производственного персонала, затраты на амортизацию и ремонт основных фондов и другие расходы, связанные с производством и реализацией продукции. Таким образом, в себестоимость входят не только живого, но и прошлого труда, осуществленного в средствах и предметах труда.

Себестоимость продукции играет важную роль в производственной деятельности предприятия, а развитие отрасли машиностроения и народного хозяйства в целом. Она показывает, насколько эффективно используются средства труда, предметы труда и сам труд при изготовлении продукции. Снижение себестоимости лежит в основе увеличения общей суммы прибыли, а, следовательно и размеров отчислений в фонды экономического стимулирования.

Себестоимость служит важнейшим элементом хозяйственных отношений между предприятиями, а внутри них – между отдельными производственными подразделениями.

Расчет себестоимости продукции (С) определяется по формуле [33]

$$C = M_3 + A_0 + P_0 + (O_{ГСС} + O_{МС} + O_{ОСИ} + O_{КРК} + Z_{ДР}),$$

где M_3 – материальные затраты на производство и реализацию продукции;

A_0 – амортизационные отчисления на полное восстановление основных фондов;

P_0 – расход на оплату труда;

$O_{ГСС}$ – отчисления на государственное социальное страхование;

$O_{ОСИ}$ – отчисления по обязательному страхованию имущества;

$O_{КРК}$ – плата за краткосрочные кредиты банков, кроме процентов просроченным ссудам;

$Z_{ДР}$ – другие затраты на производство и реализацию продукции, включая затраты на ремонт средств.

Принимаем: $M_3 = 5284790$ руб., $A_0 = 400000$., $P_0 = 468000$

$O_{ГСС} = 94000$ руб., $O_{ОСИ} = 1150000$., $O_{КРК} = 170000$ руб.

Расчет себестоимости на партию деталей (период изготовления – 1 год; партия деталей 8000 шт; вес 1 детали – 65,5кг; нынешняя цена за тонну ст3кп составляет 30000;)

С учетом принятых значений получаем

$$C = 5284790 + 400000 + 468000 + (94000 + 1150000 + 170000) = 6532790 : 8000 = 816,60 \text{ руб}$$

Выводы по разделу шесть

В экономической части произведен расчет себестоимости изготовления детали.

					15.03.05.2017.112.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		95

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данном выпускном квалификационном проекте разрабатывается участок механической обработки детали типа «Полюс», рассматриваются вопросы усовершенствования технологического процесса механической обработки детали. Применяется более производительное и современное оборудование для обработки данной детали, которое имеет числовое программное управление.

Рассчитаны припуски на обработку и размеры заготовки. В спроектированном технологическом процессе применен более совершенный и удобный в работе режущий и измерительный инструмент. Также было спроектировано фрезерное приспособление, режущий и мерительный инструменты.

Произведены расчеты режимов резания и технологических норм времени. Проведено технико-экономическое обоснование проекта и сравнение с базовым вариантом. Рассмотрена охрана труда на проектируемом участке.

В результате вышеизложенных мероприятий удалось снизить затраты на изготовление детали, а значит, и ее себестоимость.

					15.03.05.2017.112.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		96

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Козлов, А. В. Проектирование заготовок: учеб. пособие / А. В. Козлов, Б. А. Решетников, А. В. Бобылев. – Челябинск: Изд. ЮУрГУ, 2002.
2. Справочник технолога-машиностроителя: в 2 кн. / под ред. А. М. Дальского. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение-1, 2001. – Т. 1.
3. Справочник технолога-машиностроителя в 2 кн. / под ред. А. М. Дальского. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение-1, 2001. – Т. 2.
4. Обработка резьб нефтяного и газового сортамента / ЗАО «Резьбовые технологии». – М.: 2005.
5. Козлов, А. В. Расчёт оптимальных режимов резания на ППЭВМ: учеб. пособие / А. В. Козлов, И. П. Дерябин. – Челябинск: Изд. ЧГТУ, 1995.
6. Общемашиностроительные нормативы времени вспомогательного, на обслуживание рабочего места и подготовительно-заключительного для технического нормирования станочных работ. Серийное производство. – 2-е изд. – М.: Машиностроение, 1974.
7. Расчёт и проектирование станочных приспособлений: учеб. пособие / С. Г. Чинёнов, Т. П. Чинёнова, М. В. Губин, В. В. Ворона. – Челябинск: Изд. ЮУрГУ, 2003.
8. Ансёров, М. А. Приспособления для металлорежущих станков / М. А. Ансёров. – М.-Л.: Машиностроение, 1964.
9. Зависляк, Н. И. Современные приспособления к металлорежущим станкам / Н. И. Зависляк. – 2-е изд., перераб. и доп. – Л.: Машиностроение, 1967.
10. Справочник конструктора-машиностроителя: в 3 кн. / под ред. И. Н. Жестковой. – 8-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 2001. – Т. 2.
11. Фрумин, Ю. Л. Высокопроизводительный резьбообразующий инструмент / Ю. Л. Фрумин. – М.: МАШГИЗ, 1963.
12. Новиков, М. П. Основы технологии сборки машин и механизмов / М. П. Новиков. – М.: Машиностроение, 1969.
13. Дунаев, П. Ф. Конструирование узлов и деталей машин: учеб. пособие / П. Ф. Дунаев, О. В. Леликов. – 7-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 2001.
14. Решетников, Б. А. Проектирование механосборочных цехов: учеб. пособие / Б. А. Решетников, В. Ю. Рогинский, С. В. Сергеев. – Челябинск: Изд. ЮУрГУ, 1999.
15. Егоров, М. Е. Основы проектирования машиностроительных заводов / М. Е. Егоров. – 6-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 1969.
16. Михайлова, В. Л. Сборник типовых инструкций по охране труда / В. Л. Михайлова, З. П. Жданова, И. П. Пуляев. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1978.
17. Власов, А. Ф. Безопасность труда при обработке металлов резанием: учеб. пособие / А. Ф. Власов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1984.
18. Балабанов, А. Н. Краткий справочник технолога-машиностроителя / А. Н. Балабанов. – М.: Изд. стандартов, 1992.

					15.03.05.2017.112.00 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум.	Подпись	Дата		97

19. Антонюк В.Е. Справочник конструктора по расчету и проектированию станочных приспособлений / В.Е.Антонюк, В.А.Королев, С.М. Башеев.- Минск: Беларусь, 1979.
20. Максимов, С. П. Безопасность жизнедеятельности: учеб. пособие / С. П. Максимов, Т. Б. Балакина. – Челябинск: Изд. ЮУрГУ, 2005.
21. Лебедев Л.В.Курсовое проектирование по технологии машиностроения: учеб. пособие / Л.В.Лебедев, А.А. Погонин, А.Г. Схиртладзе.- Старый Оскол: ООО «ТНТ», 2007.
22. Безопасность жизнедеятельности / под. ред. С. В. Белова. – М.: Высш. шк., 2001.
23. Кожевников, Д.В. Режущий инструмент: учеб. для вузов / Д.В.Кожевников, В.А.Гречишников, С.В.Кирсанов; под ред. С.В. Кирсанова.- М.: Машиностроение, 2004.
24. Егоров, П. Т. Гражданская оборона / П. Т. Егоров, И. А. Шляхов, Н. И. Алабин. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 1977.
25. Кожанова, О. Н. Планирование на предприятии: учеб. пособие: в 2 кн. / О. Н. Кожанова. – Челябинск: Изд. ЮУрГУ, 2003. – Ч. 1.
26. Шатин, В.П. Шпиндельная оснастка: справочник / В.П.Шатин, Ю.В.Шатин; под ред.И.М. Рыбкина.- М.: Машиностроение, 1981.
27. Схиртладзе А.Г. Проектирование и производство заготовок: учеб. для вузов / А.Г.Схиртладзе, В.П.Борискин, А.В.Макаров.- 2-е изд., перераб. и доп.- Старый Оскол: ООО «ТНТ», 2008.
28. Гузеев В.И. Режимы резания для токарных и сверлильно-фрезерно – расточных станков с числовым программным управлением: справочник / В.И. Гузеев, В.А.Батуев, И.В.Сурков; под ред. В.И. Гузеева.- М.: Машиностроение, 2005.
29. Болотин, Х.Л. Станочные приспособления: учеб. пособие / Х.Л. Болотин, Ф.П. Костромин.- 5-е изд., перераб. и доп.- М.: Машиностроение, 1973.
30. Анухин В.И. Допуски и посадки: учеб. пособие.- 3-е изд.- СПб.: Питер, 2005.
31. Анурьев В.И.Справочник конструктора - машиностроителя в 3-х т. Т.1 / В.И. Анурьев.- 5-е изд., перераб и доп.- М.: Машиностроение, 1979.
32. Обработка металлов резанием: справочник технолога / под общ. ред. А.А. Панова.- 2-е изд., перераб., и доп.- М.: Машиностроение, 2004.