

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Южно-Уральский государственный университет
(национальный исследовательский университет)»
Политехнический институт
Механико-технологический факультет
Кафедра машиностроения, автоматизации и электроэнергетики

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ
Заведующий кафедрой
_____ Виноградов К.М.
_____ 2018г.

Участок механической обработки детали «Корпус С5.80.0400-161»

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ
ЮУрГУ– 15.03.05.2018.096.000 ПЗ ВКР

Консультанты
Безопасность жизнедеятельности,
доцент
_____ Некрутов В.Г.
_____ 2018 г.

Руководитель работы
профессор,
_____ Решетников Б.А.
_____ 2018 г.

Строительный раздел,
профессор
_____ Решетников Б.А.
_____ 2018 г.

Автор работы
студент группы ДО-507
_____ Калинина Т.В.
_____ 2018 г.

Нормоконтролер
доцент,
_____ Иршин А.В.
_____ 2018 г.

Челябинск 2018

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	7
1 АНАЛИЗ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ	8
1.1 Описание узла изделия. Служебное назначение детали	
1.2 Анализ соответствия требований чертежа детали её назначения	
1.3 Сравнение отечественных и передовых зарубежных технологий и решений.....	9
1.4 Задачи проектирования.....	11
2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ.....	12
2.1 Анализ технологичности детали и существующего технологического процесса	
2.2 Разработка предлагаемого варианта технологического процесса	
2.2.1 Выбор вида и метода получения заготовки	
2.2.2 Определение последовательности обработки поверхностей.....	14
2.2.3 Выбор методов и определение количества переходов для обработки поверхностей детали	
2.2.4 Формирование операций	16
2.3 Размерный анализ разработанного технологического процесса.....	18
2.4 Расчёт режимов резания и нормирование технологического процесса.....	44
3 КОНСТРУКТОРСКИЙ РАЗДЕЛ.....	51
3.1 Проектирование оправки цанговой	
3.1.1 Разработка теоретической схемы базирования	
3.1.2 Проектирование схемы приспособления	
3.1.3 Расчёт основных элементов приспособления.....	52
3.1.4 Компоновка приспособления.....	53
3.2 Проектирование режущего инструмента.....	56
3.2.1 Компоновка резбонарезной головки	58
3.3 Проектирование контрольного приспособления для замера радиального биения.....	58
3.3.1 Разработка схемы замера	
3.3.2 Разработка схемы приспособления.....	60
3.3.3 Компоновка приспособления	
4 СТРОИТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ.....	62
4.1 Выбор и определение количества оборудования	
4.2 Определение необходимого состава работающих и их численности.....	64
4.2.1 Многостаночное обслуживание	
4.2.2 Определение количества вспомогательных рабочих	
4.2.3 Определение количества инженерно – технических работников.....	66
4.2.4 Определение количества служащих	
4.2.5 Определение количества работников технического контроля	
4.3 Определение площади складов.....	67

					15.03.05.2018.096.000 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		

4.4 Выбор типа транспортных и грузоподъемных средств и определение их количества	
4.5 Расчёт потребного количества подъёмно – транспортного оборудования.....	68
4.6 Выбор способа транспортирования стружки.....	69
4.7 Планировка участка, определение его основных размеров.....	71
5 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....	76
5.1 Разработка мероприятий по снижению энергетических воздействий	
5.2 Расчет защитного заземления.....	79
5.3 Особенности защиты при космических чрезвычайных ситуациях	
6 ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ.....	75
6.1 Расчёт себестоимости механической обработки детали	
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	79
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	80

					15.03.05.2018.096.000 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы

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

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

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

Задачами проектирования являются: разработка технологического процесса, проектирование патрона, головки резьбонарезной, контрольного приспособления для контроля радиального биения, определение экономического эффекта.

Объект работы – создание участка обработки детали «Корпус».

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

					15.03.05.2018.096.000 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		

1 АНАЛИЗ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ

1.1 Описание узла изделия. Служебное назначение детали

Данная деталь, изображённая в соответствии с рисунком 1.1 входит в состав двигательной установки, в узел клапана. Клапан состоит из корпуса, сильфона, поршня, пружин. Клапаны служат для разделения полостей баковс горючим и окислителей при хранении, а также при запусках КА.К корпусу сваркой соединяют наконечники.

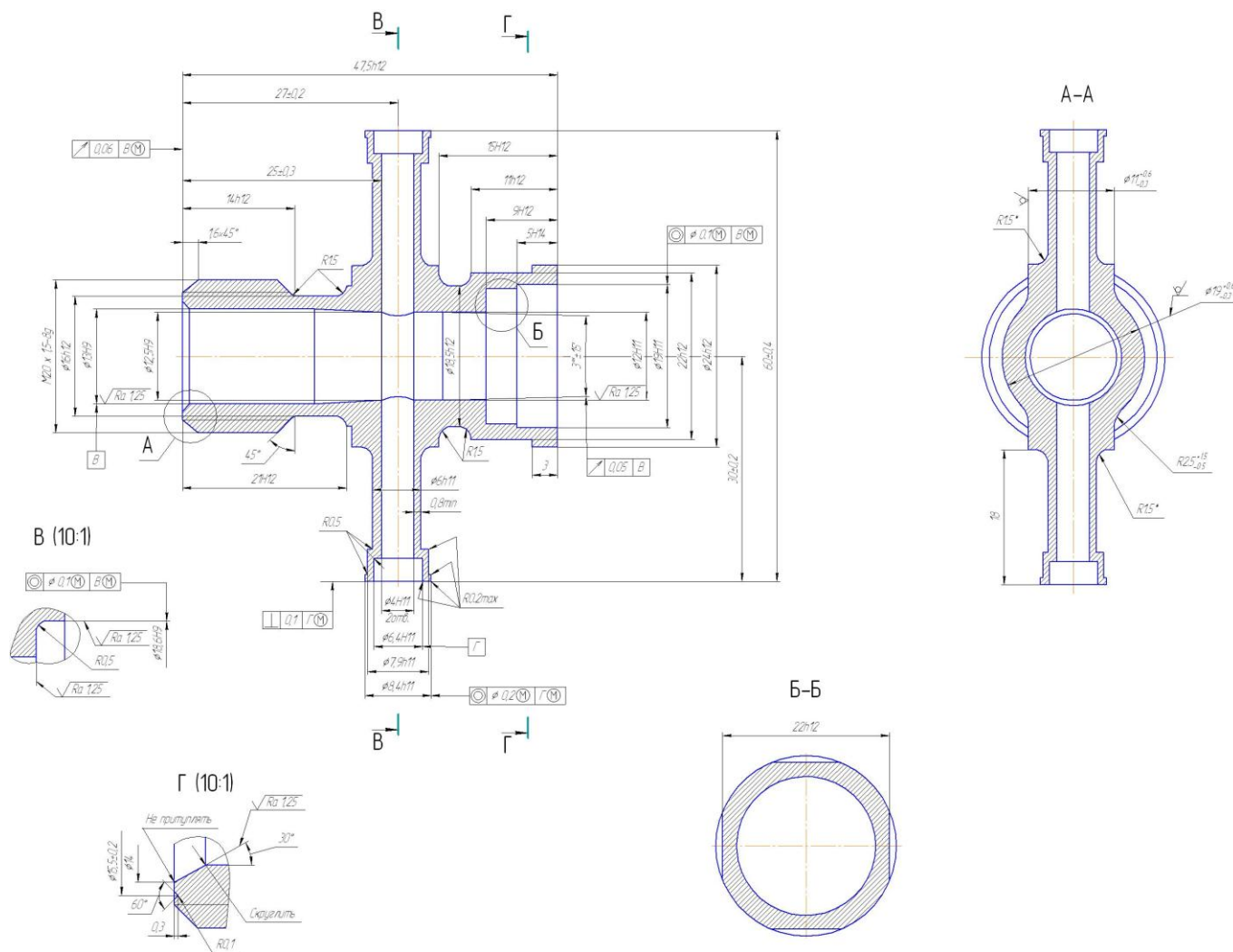


Рисунок 1.1 – Чертёж детали

1.2 Анализ соответствия требований чертежа детали требованиям ее назначения

Корпус базируется в узле присоединительной поверхностью по резьбе М20. Диаметр 19Н11 с допуском соосности по базе В необходим для соосности опорной втулки штока, который должен двигаться строго по оси корпуса для выполнения функции клапана. Выполнение ф12,5 Н9 с шероховатостью Ra 1,25 обусловлено также служебным назначением. Для качества сборки и функционирования узла

									Лист
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата	15.03.05.2018.096.000 ПЗ				

введены требования соосности на $\varnothing 8,4h11$, торцовое биение левого торца, а также перпендикулярность на стыка патрубков выполненных в детали и его торце, это сделано для надежного соединения.

В соответствии с рисунком 1.2 изображён эскиз узла, в котором работает деталь.

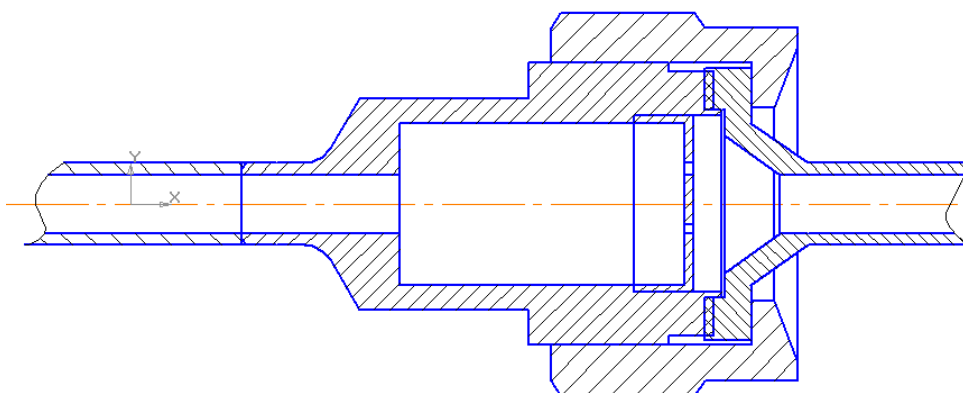


Рисунок 1.2 – Эскиз узла

1.3 Сравнение отечественных и передовых зарубежных технологий и решений

Технология Wiper - абсолютно новый взгляд на подачу и шероховатость поверхности при точении. Требование хорошего качества поверхности становится характерным для получистовых и, даже, для черновых операций. Пластины Wiper, изображённые в соответствии с рисунками 1.3 и 1.4 определяют новый подход к высокопроизводительному точению, в основе которого лежит возможность значительного увеличения подачи.

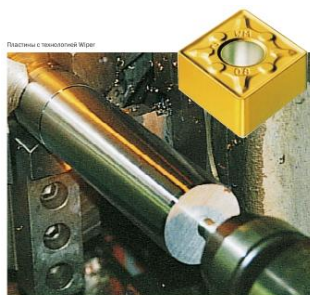


Рисунок 1.3 – Пластина с технологией WIPER



Рисунок 1.4 – Пластина с технологией WIPER

					15.03.05.2018.096.000 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		

Качество и точность обработанных поверхностей находятся под влиянием совокупности факторов, таких как величина радиуса при вершине, значение подачи, степень надежности обработки, вид заготовки, система крепления инструмента и условия работы.

Принято считать, что при точении подача инструмента и его радиус непосредственно связаны с шероховатостью поверхности.

Большая величина подачи сокращает время цикла обработки, но ухудшает качество обработанной поверхности.

Большой радиус при вершине способствует хорошей чистоте поверхности и достаточно прочной режущей кромке. Но в этом случае появляется склонность к вибрациям, становится неудовлетворительным стружкообразование, снижается время стойкости инструмента, что является следствием увеличения длины контакта инструмента и заготовки. В связи с этим на практике существуют определенные ограничения по отношению к подаче и радиусу при вершине пластины. С целью опровергнуть это установившееся положение вещей, т.е. получать хорошее качество поверхности при обработке с большими подачами, были разработаны новые пластины с технологией Wiper. В основе этой технологии лежит специально разработанное сочетание формы вершины с некоторыми геометрическими параметрами пластин изображенной на рисунке 1.5.

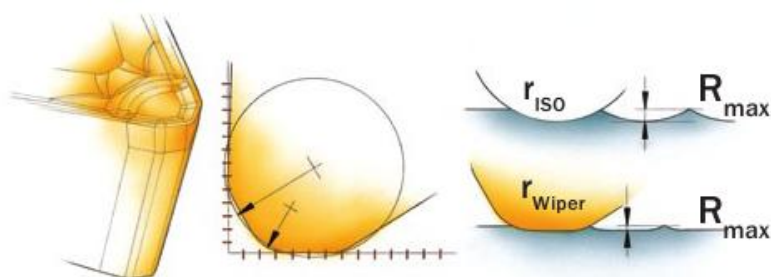


Рисунок 1.5 – Конфигурация вершины резца

Зачистная кромка пластины Wiper обеспечивает минимальную высоту микронеровностей, при этом проявляется так называемый эффект «выглаживания» поверхности. Пластины Wiper имеют усовершенствованную геометрию режущей части. Существуют специальные зачистные пластины для фрезерования, устанавливаемые на фрезу ниже уровня остальных пластин и имеющие зачистную кромку параллельную обрабатываемой поверхности, которая «зачищает» эту поверхность в процессе резания. Подобно пластинам Wiper для точения, они разработаны для улучшения качества поверхности. Возможен и другой вариант их использования – увеличение подачи при той же чистоте обработки.

Обычно токарная операция характеризуется определенной назначенной величиной подачи.

Например, при использовании пластины с максимально возможным радиусом 1,2 мм для обработки низколегированной стали с подачей 0,15 мм/мин можно получить шероховатость поверхности $R_a = 1$ мкм. Если удвоить подачу, то шерохова-

					15.03.05.2018.096.000 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		

тость поверхности будет находиться в районе 2,5 мкм. При увеличении значения подачи, выходящим за пределы рабочей области геометрии пластины, шероховатость поверхности вообще становится неудовлетворительной. Изменение подачи также может привести к нарушению процесса стружкодробления, увеличению нагрузки на режущую кромку и к повышенному износу инструмента. Помимо этого подача является параметром, максимально влияющим на время обработки и, в то же время, ее влияние на стойкость не так велико, как влияние скорости резания. Применение технологии Wireg самый простой способ увеличения производительности обработки.

Пластины Wireg имеют улучшенную геометрию стружколомов, по сравнению со стандартными пластинами. Наряду с изменением радиуса у пластин Wireg произошло также усовершенствование стружколомающей поверхности для увеличения величины подачи. Зачистные пластины имеют расширенные возможности стружкодробления, выходящие за пределы стандартных ограничений. Это одна их причин, по которой пластины Wireg, сегодня, все чаще выступают в качестве оптимального решения для токарных операций с неудовлетворительными условиями для формирования стружки.

1.4 Задачи проектирования

- разработка технологического процесса
- проектирование патрона рычажного
- проектирование головки резьбонарезной
- проектирование приспособления для контроля радиального биения
- определение безопасных условий работы
- определение себестоимости изготовления детали

					15.03.05.2018.096.000 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		

2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

2.1 Анализ технологичности детали и существующего технологического процесса

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

Конструкция детали «Корпус» форма и габариты детали, основные и вспомогательные базы и их сочетания, материал из которого изготавливается деталь, соответствуют принятым для типовой конструкции деталей типа «корпус».

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

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

Анализ существующего техпроцесса позволил выявить следующие факторы:

- базовый техпроцесс состоит из 14 операций;
- вся механическая обработка разбита на простейшие переходы;
- есть обработка на универсальном оборудовании;
- для базирования и закрепления детали применяются универсальные приспособления;

Токарная обработка данной детали в базовом варианте выполняется на универсальных токарных станках и зажимается в трехкулачковом патроне, предлагаю заменить универсальный станок на ряде операций на токарный с ЧПУ и разработать на токарную операцию рычажный патрон. Применение оборудования с ЧПУ позволяет сократить штучное время на обработку.

Обработка резьбы М20 осуществляется многопроходным точением. Предлагаю разработать резьбонарезную невращающуюся головку для обработку резьбы М20.

В базовом техпроцессе контроль расположения поверхностей детали осуществляется на станке индикатором часового типа. Предлагаю спроектировать центрирующее контрольное приспособление для измерения радиального биения с рожковой мембраной и пневмоприводом.

2.2 Разработка предлагаемого варианта технологического процесса

2.2.1 Выбор вида и метода получения заготовки

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

					15.03.05.2018.096.000 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		

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

Выбор заготовки – штамповка.

Заготовку такого вида можно получить с помощью различных методов. В проекте будет применяться следующий метод – штамповка на кривошипном горячештамповочном прессе (КГШП). Он позволяет получить несколько заготовок за один ход пресса, экономичнее по расходу металла, чем литье, имеет одну плоскость разъема штампа, в отличие от штамповки на горизонтально-ковочной машине (ГКМ). Такой метод позволяет получить заготовку 14 качества точности, шероховатости Rz 200. В соответствии с рисунком 2.1 изображена форма заготовки, из которой производится деталь.

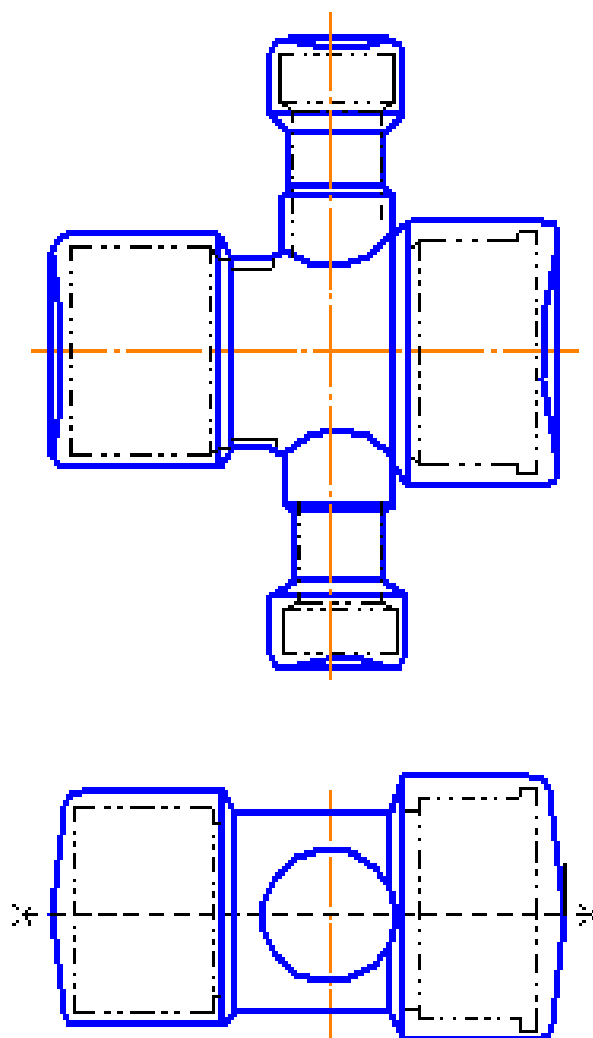


Рисунок 2.1 – Форма заготовки

					15.03.05.2018.096.000 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		

2.2.2 Определение последовательности обработки поверхностей

Для определения последовательности обработки определим базовые поверхности детали.

Базовые поверхности делятся на вспомогательные, функциональные и основные.

Основными базовыми поверхностями являются поверхности: $\varnothing 13H9$, $\varnothing 24h12$, торцы 1,20. Функциональной базой является поверхность: $M20 \times 1,5-8g$.

Остальные поверхности – вспомогательные поверхности.

В первую очередь производится черновая обработка всех вспомогательных базовых поверхностей, затем черновая обработка основных базовых поверхностей, и далее производится чистовая обработка основных базовых поверхностей и обработка функциональных базовых поверхностей.

2.2.3 Выбор методов и определение количества переходов для обработки поверхностей детали

Диаметральные размеры:

- 1) $\varnothing 13 h 9 Ra3,2$
 - Сверление IT12 Ra25
 - Точение получистовое IT10 Ra3,2
 - Точение чистовое IT9 Ra3,2
- 2) $\varnothing 12,5 h 9 Ra3,2$
 - Сверление IT12 Ra25
 - Точение чистовое IT9 Ra3,2
- 3) $\varnothing 14 h 10 Ra25$
 - Сверление IT12 Ra25
 - Точение получистовое IT11 Ra12,5
 - Точение чистовое IT10 Ra3,2
- 4) $\varnothing 15,5 \pm 0,2 IT14 Ra25$
 - Точение черновое IT14 Ra25
- 5) $\varnothing 16h12 Ra25$
 - Точение черновое IT12 Ra25
- 6) $M20 \times 1,5-8g Ra3,2$
 - Обработка диаметра под резьбу $M20 \times 1,5-8g Ra25$
 - Точение черновое IT12 Ra25
 - Точение получистовое IT11 Ra12,5
 - Резьбонарезание IT10 Ra3,2
- 7) $\varnothing 12H11 Ra12,5$
 - Сверление IT12 Ra25
 - Точение получистовое IT11 Ra25
- 8) $\varnothing 18,5h12 Ra12,5$
 - Точение черновое IT12 Ra12,5

					15.03.05.2018.096.000 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		

- Точение получистовое IT11 Ra12,5
- 9) Ø18,6H9 Ra6,3
- Сверление IT12 Ra25
- Точение получистовое IT11 Ra12,5
- Точение чистовое IT9 Ra6,3
- 10) Ø19H11 Ra12,5
- Сверление IT12 Ra 25
- Точение получистовое IT11 Ra 12,5
- 11) Ø24h12 Ra 12,5
- Точение черновое IT12 Ra 12,5
- 12) Ø4H11 Ra 12,5
- Сверление IT12 Ra 25
- Зенкерование IT11 Ra 12,5
- 13) Ø6h11 Ra 12,5
- Точение черновое IT12 Ra 25
- Точение получистовое IT11 Ra 12,5
- 14) Ø7,9h11 Ra 12,5
- Точение черновое IT12 Ra 25
- Точение получистовое IT11 Ra 12,5
- 15) Ø8,4h11 Ra 12,5
- Точение черновое IT12 Ra 25
- Точение получистовое IT11 Ra 12,5
- 16) 47,5h12 Торец 1 Ra 12,5 Торец 17 Ra 12,5
- Торец 1– точение черновое IT14 Ra 25
- Торец 1– точение получистовое IT12 Ra 12,5
- Торец 17– точение черновое IT14 Ra 25
- Торец 17– точение получистовое IT12 Ra 12,5
- 17) 27±0,2 Торец 1 Ra 12,5
- Торец 1 Ra 12,5 Обработка описана в пункте 16
- 18) 25±0,3 Торец 1 Ra 12,5
- Торец 1 Ra 12,5 Обработка описана в пункте 16
- 19) 14h12 Торец 1 Ra 12,5 Торец 3 Ra 12,5
- Торец 1 Ra 12,5 Обработка описана в пункте 16
- Торец 3 обработка производится совместно с обработкой Ø16h12
- 20) 21H12 Торец 1 Ra 12,5 Торец 4 Ra 12,5
- Торец 1 Ra 12,5 Обработка описана в пункте 16
- Торец 4 Ra 12,5 Обработка производится совместно с обработкой Ø16h12
- 21) 15H12 Торец 12 Ra 12,5 Торец 17 Ra 12,5
- Торец 12 Ra 12,5 Обработка производится совместно с обработкой Ø18.5h12
- Торец 17 Ra 12,5 Обработка описана в пункте 16
- 22) 11h12 Торец 13 Ra 12,5 Торец 17 Ra 12,5
- Торец 13 Ra 12,5 Обработка производится совместно с обработкой Ø18,5h12
- Торец 17 Ra 12,5 Обработка описана в пункте 16

					15.03.05.2018.096.000 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		

- 23) 9H12 Торец 14 Ra 6,3 Торец 17 Ra 12,5
 - Торец 14 Ra 6,3 Обработка производится совместно с производством $\varnothing 18,6H9$
 - Торец 17 Ra 12,5 Обработка описана в пункте 16
- 24) 5H14 Торец 15 Ra 12,5 Торец 17 Ra 12,5
 - Торец 15 Ra 12,5 Обработка производится совместно с обработкой $\varnothing 19H11$
 - Торец 17 Ra 12,5 Обработка описана в пункте 16
- 25) 3h14 Торец 16 Ra 12,5 Торец 17 Ra 12,5
 - Торец 16 Ra 12,5 Обработка производится совместно с обработкой $\varnothing 22h12$
 - Торец 17 Ra 12,5 Обработка описана в пункте 16
- 26) $30\pm 0,2$ Торец 18 Ra 12,5
 - Торец 18 Ra 12,5 Обработка – точение черновое IT14 Ra 25
 - Точение получистовое IT12 Ra 25
 - Точение чистовое IT11 Ra 12,5
- 27) 18H14 Торец 22 Ra 12,5 Торец 18 Ra 12,5
 - Торец 22 Ra 12,5 Обработка – точение черновое IT14 Ra 25
 - Торец 22 Ra 12,5 Обработка – точение получистовое IT12 Ra 25
 - Точение чистовое IT11 Ra 12,5
 - Торец 18 Ra 12,5 Обработка в пункте 26
- 28) 4,5h12 Торец 21 Ra 12,5 Торец 18 Ra 12,5
 - Торец 21 Ra 12,5 Обработка производится совместно с обработкой $\varnothing 6h11$
 - Торец 18 Ra 12,5 Обработка описана в пункте 26
- 29) 3H14 Торец 20 Ra 12,5 Торец 18 Ra 12,5
 - Торец 20 Ra 12,5 Обработка производится совместно с обработкой $\varnothing 6,4H11$
 - Торец 18 Ra 12,5 Обработка описана в пункте 26
- 30) 0,8-0,1 Торец 19 Ra 12,5 Торец 18 Ra 12,5
 - Торец 19 Ra 12,5 Обработка производится совместно с обработкой $\varnothing 7,9h11$
 - Торец 18 Ra 12,5 Обработка описана в пункте 26
- 31) 22h12 Торец 24 Ra 25
 - Фрезерование черновое IT12 Ra 25
- 32) 0,3H14 Торец 1 Ra 12,5 Торец 2 Ra 12,5
 - Торец 1 Ra 12,5 Обработка описана в пункте 16
 - Торец 2 Ra 12,5 Обработка проводится совместно с обработкой $\varnothing 15,5\pm 0,2$

2.2.4 Формирование операций

000-Заготовительная: оборудование КГШП. Получение заготовки.

005-Токарно-револьверная: оборудование 1Г340

- Позиция 1: Подрезка черновая торца 1
- Позиция 2: Точение черновое поверхности под резьбу M20×1,5-8g

010-Токарно-револьверная: оборудование 1Г340

- Позиция 1: Подрезка черновая торца 17
- Позиция 2: Сверление центрального отверстия
- Позиция 3: Сверление отверстия $\varnothing 9H14$

					15.03.05.2018.096.000 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		

- Позиция 4: Точение черновое поверхности $\varnothing 24h12$
015 – Токарно-револьверная
- Позиция 1: Подрезка черновая торца 18
- Позиция 2: Точение черновое поверхности $\varnothing 8,4h11$
020 – Токарно-револьверная
Обработка второго концевика, производимая в операции, аналогична обработке первого концевика, производится в операции 015
- 025-Ткарная с ЧПУ: оборудование СТП-220Пр
- Позиция 1: Точение получистовое торца 1
- Позиция 2: Точение чистовое торца 1
- Позиция 3: Точение получистовое поверхностей $\varnothing 12,5H9$; $\varnothing 13H9$; $\varnothing 14H14$
- Позиция 4: Точение чистовое поверхностей $\varnothing 12,5H9$; $\varnothing 13H9$; $\varnothing 14H14$
- Позиция 6: Точение получистовое поверхностей под резьбу M20x1,5-8g
Точение фаски $1,6 \times 45^0$
- Позиция 7: Точение черновое поверхности $\varnothing 16h12$
Точение черновое торца 3
Точение черновое торца 4
- Позиция 8: Точение получистовое поверхностей $\varnothing 16h12$
Точение получистовое торца 3,4
- Позиция 9: Точение черновое канавки $\varnothing 15,5 \pm 0.2$ глубиной 0,3H14
- Позиция 10: Точение тонкое поверхностей $\varnothing 12H11$; $\varnothing 12,5H9$; $\varnothing 13H9$; $\varnothing 14H14$
- Позиция 11: Нарезание резьбы M20x1,5-8g
030 Токарная с ЧПУ: оборудование СТП-220Пр
- Позиция 1:
Точение получистовое торца 1
- Позиция 2:
Точение чистовое торца 17
- Позиция 3:
Точение получистовое поверхностей $\varnothing 18,6H9$, $\varnothing 19H11$
Точение получистовое торцов 14 и 15
- Позиция 4:
Точение чистовое поверхностей $\varnothing 18,6H9$; $\varnothing 19H11$
Точение чистовое торцов 14 и 15
- Позиция 5:
Точение тонкое поверхностей $\varnothing 18,6H9$; $\varnothing 11H11$ и торцов 14,15
- Позиция 6:
Точение получистовое поверхности $\varnothing 24h12$
- Позиция 7:
Точение чистовое поверхности $\varnothing 24h12$
- Позиция 8:
Точение получистовое поверхностей $\varnothing 18.5h12$
Точение получистовое торцов 12 и 13

					15.03.05.2018.096.000 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		

035 Токарная с ЧПУ: оборудование СТП-220Пр

- Позиция 1:

Сверление центрального отверстия

- Позиция 2:

Сверление черновое отверстия $\varnothing 4H11$

- Позиция 3:

Развертывание получистовое отверстия $\varnothing 4H11$

- Позиция 4:

Точение получистовое торца 18

- Позиция 5:

Точение чистовое торца 18

- Позиция 6:

Точение получистовое поверхности $\varnothing 6h11$; $\varnothing 7,9h11$; $\varnothing 8,4h11$

- Позиция 7:

Точение получистовое поверхности $\varnothing 6,4H11$

Точение получистовое торца 20

- Позиция 8:

Точение получистовое поверхности $\varnothing 6h11$

Точение получистовое торцов 21 и 22

- Позиция 9:

Точение получистовое поверхностей $\varnothing 7,9h11$; $\varnothing 8,4h11$

Точение получистовое торца 19

040 Токарная с ЧПУ: оборудование СТП -220Пр

Обработка второго концевика, производимая в операции, аналогична обработке первого концевика, производимой в операции 025

045 Фрезерная с ЧПУ: оборудование 6P13Ф3.Фрезерование поверхности 22h12

Операция 055 Слесарная операция.

Операция 060 Контрольная операция.

2.3 Размерный анализ разработанного технологического процесса

Размерный анализ проводится по методике профессора Матвеева В.В. [1]

Размерный анализ выполняют в следующей последовательности:

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

б) намечаем маршрут обработки детали по операциям;

в) вычерчиваем схемы размеров по осям OX и OZ;

д) записываем уравнения размерных цепей и производим их расчет.

Преобразованный чертеж детали показан в двух проекциях: на ось OZ – в соответствии с рисунком 2.2 и на ось OX – в соответствии с рисунком 2.3, в системе координат XOZ.

Технологический маршрут изготовления детали «Корпус» представлен в таблице 2.1

					15.03.05.2018.096.000 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		

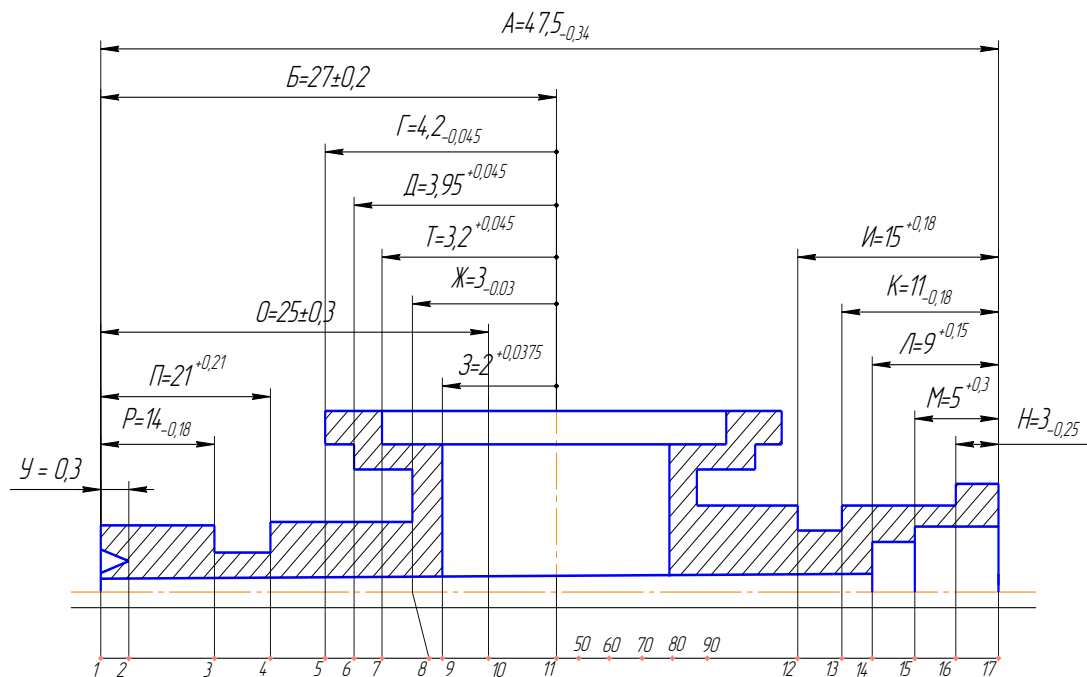


Рисунок 1.3—Проекция на ось OX

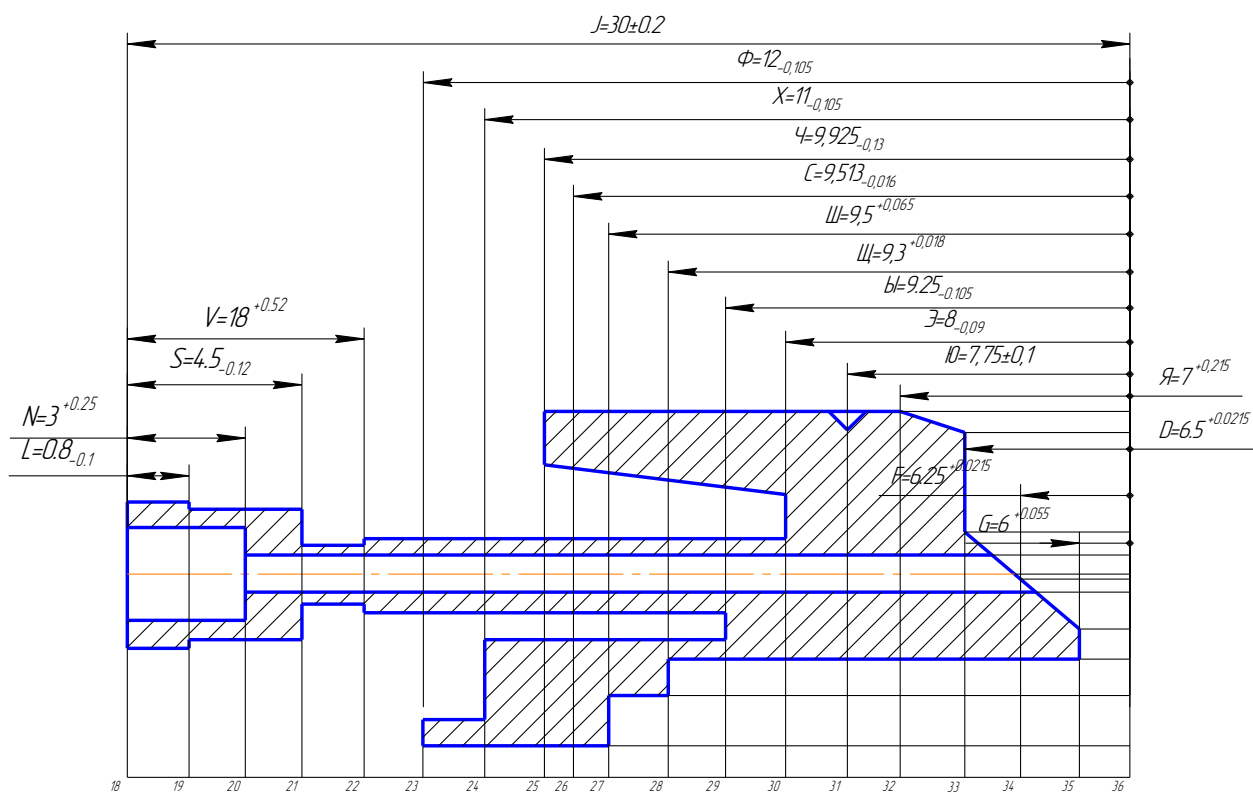
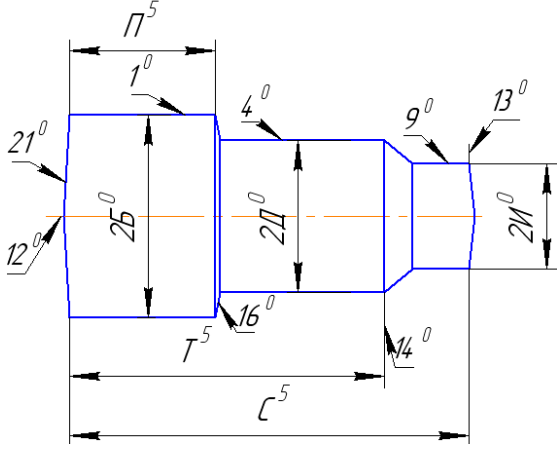
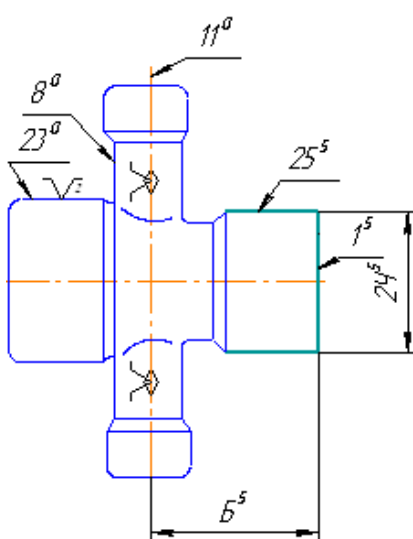
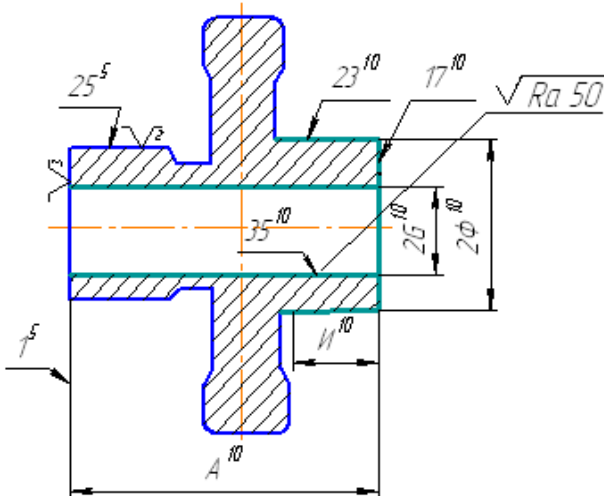


Рисунок 1.4— Преобразованный чертеж детали на ось OZ

									Лист
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата	15.03.05.2018.096.000 ПЗ				

Таблица 2.1 – Маршрут обработки детали

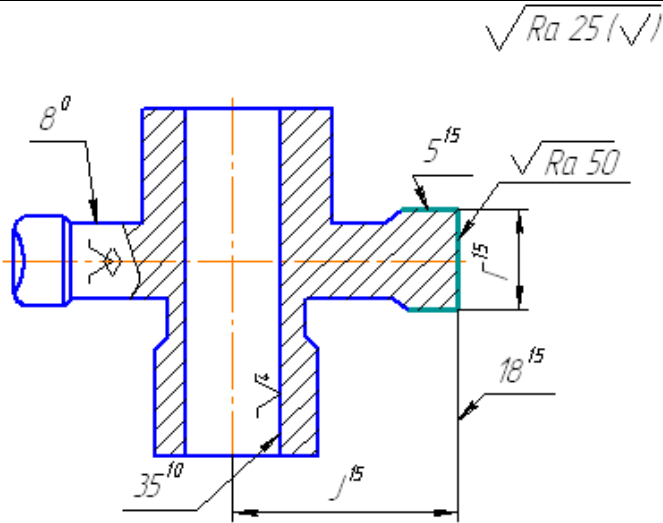
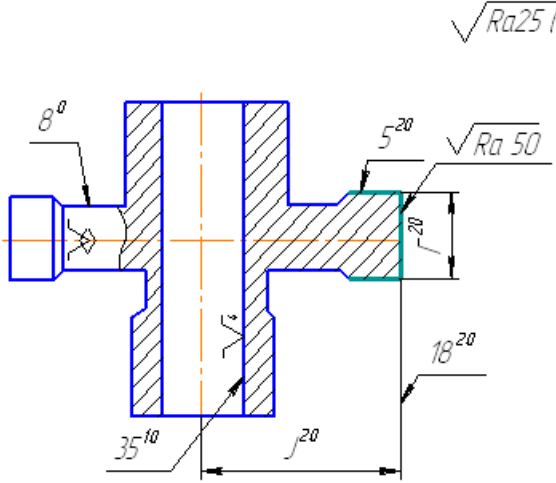
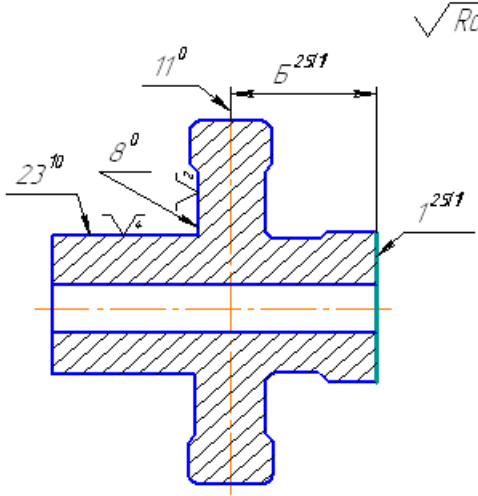
Операция	Эскиз	Допуски и ТТ
000 Заготовительная		<p> $TT^0=0,74$ $TP^0=0,52$ $TC^0=0,87$ $T2B^0=0,62$ $T2D^0=0,62$ $T2H^0=0,52$ $\odot 11^0 12^0=0,5$ $\odot 4^0 12^0=0,5$ $\odot 9^0 12^0=0,4$ $\perp 21^0 12^0=0,25$ </p>
005 Токарная с ЧПУ	 <p style="text-align: right;">$\sqrt{Ra25(\checkmark)}$</p>	<p> $T2Ч^5=0,21$ $TБ^5=0,52+0,35=0,87$ $\odot 25^5 23^0 = 0,16$ $\perp 1^5 25^5 = 0,05$ </p>
010 Токарная с ЧПУ	 <p style="text-align: right;">$\sqrt{Rn 25(\checkmark)}$</p> <p style="text-align: right;">$\sqrt{Ra 50}$</p>	<p> $T2G^{10}=0,15$ $T2\Phi^{10}=0,21$ $TA^{10} = TA^{10}_{табл.} + \Delta 1^5 = 0,68$ $TI^{10} = TI^{10}_{табл.} = 0,43$ $\odot 23^{10} 25^5 = 0,16$ $\odot 35^{10} 25^5 = 0,1$ $\perp 17^{10} 23^{10} = 0,06$ </p>

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

15.03.05.2018.096.000 ПЗ

Лист

Продолжение таблицы 2.1

Опера- ция	Эскиз	Допуски и ТТ
015 Токарная с ЧПУ		$T2\Gamma^{15} = 0,18$ $TJ^{15} = IT14 + \Delta_{35}^{10} =$ $= 0,52 + 0,09 = 0,61$ $\odot 5^{15} 8^0 = 0,075$
020 Токарная с ЧПУ		$T2\Gamma^{20} = 0,18$ $TJ^{20} = 0,285$ $\odot 5^{20} 8^0 = 0,075$ $TJ^{20} = IT14 + \Delta_{35}^{10} =$ $= 0,52 + 0,09 = 0,61$
025 Токарная с ЧПУ 1 переход		$T\Gamma^{25(1)} = 0,21 + 0,35 =$ $= 0,56$

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

15.03.05.2018.096.000 ПЗ

Лист

Продолжение таблицы 2.1

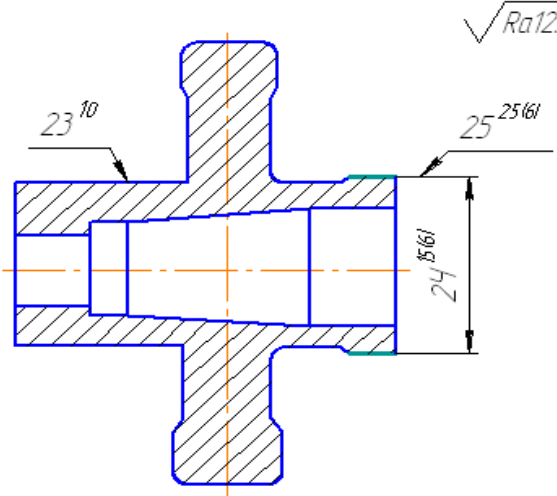
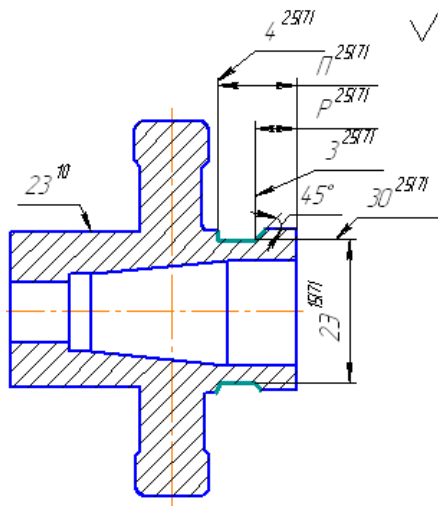
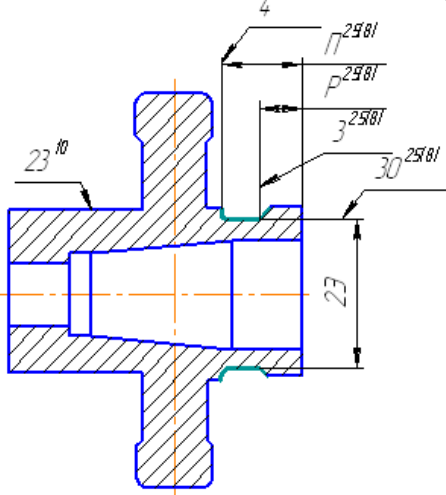
Опера-ция	Эскиз	Допуски и ТТ
025 Токарная с ЧПУ 2 переход		$T_B^{25(2)} = 0,434$ $\perp 1^{25(2)} 23^{10} = 0,025$
025 Токарная с ЧПУ 3 переход		$T2G^{25(3)} = 0,07$ $T2F^{25(3)} = 0,07$ $T2D^{25(3)} = 0,07$ $TO^{25(3)} = 0,084$ $\odot 35^{25(3)} 23^{10} = 0,05$ $\odot 33^{25(3)} 23^{10} = 0,05$ $\odot 34^{25(3)} 23^{10} = 0,05$ $TF^{25(3)} = 0,16$
025 Токарная с ЧПУ 4 переход		$T2G^{25(4)} = 0,043$ $T2F^{25(4)} = 0,043$ $T2D^{25(4)} = 0,043$ $TO^{25(4)} = 0,052$ $\odot 33^{25(4)} 23^{10} = 0,032$ $\odot 34^{25(4)} 23^{10} = 0,032$ $\odot 35^{25(4)} 23^{10} = 0,032$ $TF^{25(4)} = 0,16$

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

15.03.05.2018.096.000 ПЗ

Лист

Продолжение таблицы 2.1

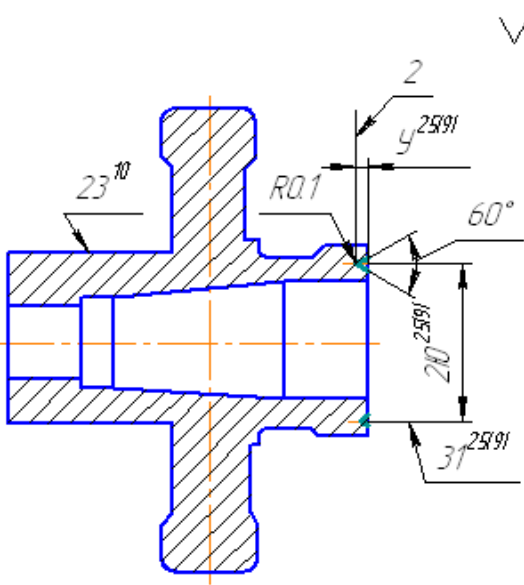
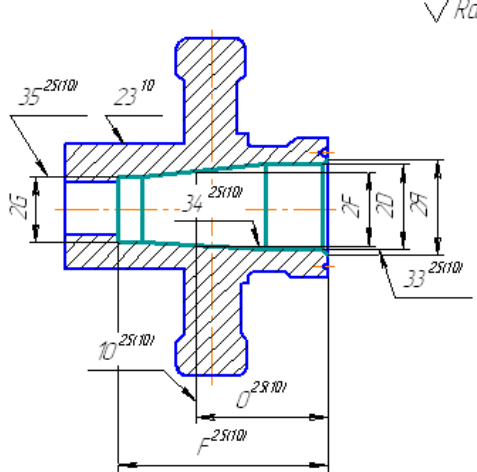
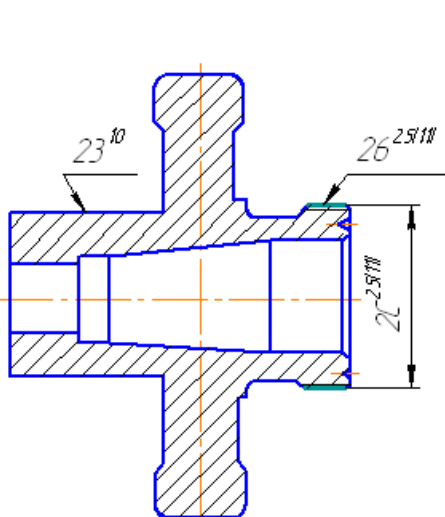
Опера-ция	Эскиз	Допуски и ТТ
025 Токарная с ЧПУ 6 переход		$T2\varnothing^{25(6)} = 0,13$ $\odot 25^{25(6)} 23^{10} = 0,1$
025 Токарная с ЧПУ 7 переход		$T2\varnothing^{25(7)} = 0,18$ $ТП^{25(7)} = 0,21$ $ТР^{25(7)} = 0,18$ $\odot 23^{10} 30^{25(7)} = 0,12$
025 Токарная с ЧПУ 8 переход		$T2\varnothing^{25(8)} = 0,11$ $ТП^{25(8)} = 0,13$ $ТР^{25(8)} = 0,11$ $\odot 23^{10} 30^{25(8)} = 0,08$

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

15.03.05.2018.096.000 ПЗ

Лист

Продолжение таблицы 2.1

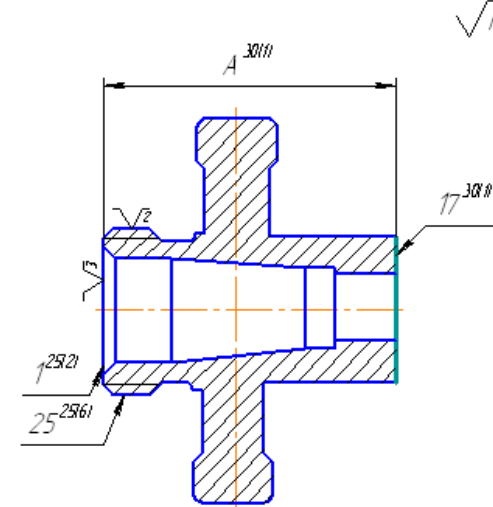
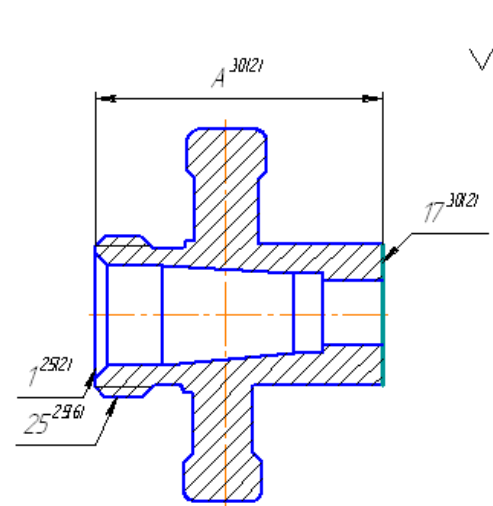
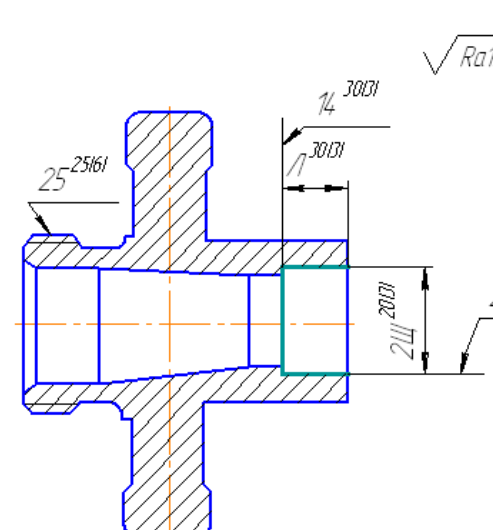
Опера-ция	Эскиз	Допуски и ТТ
025 Токарная с ЧПУ 9 переход		$T2Ю^{25(9)} = 0,4$ $TУ^{25(9)} = 0,1$
025 Токарная с ЧПУ 10 переход		$T2G^{25(10)} = 0,018$ $T2F^{25(10)} = 0,018$ $T2D^{25(10)} = 0,018$ $T2Я^{25(10)} = 0,018$ $T0^{25(10)} = 0,021$ $\textcircled{33}^{25(10)} 23^{10} = 0,012$ $\textcircled{34}^{25(10)} 23^{10} = 0,012$ $\textcircled{35}^{25(10)} 23^{10} = 0,012$ $TF^{25(10)} = 0,16$
025 Токарная с ЧПУ 11 переход		$TC^{25(11)} = 0,016$ $\textcircled{23}^{10} 26^{25(11)} = 0,04$

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

15.03.05.2018.096.000 ПЗ

Лист

Продолжение таблицы 2.1

Опера- ция	Эскиз	Допуски и ТТ
030 Токарная с ЧПУ 1 переход		$TA^{30(1)} = TA^{30(1)} + \Delta^{25(2)}$ $= 0,31 + 0,025 = 0,335$
030 Токарная с ЧПУ 2 переход		$TA^{30(2)} = 0,16 + 0,025 =$ $= 0,185$
030 Токарная с ЧПУ 3 переход		$T_{2\psi}^{30(3)} = 0,084$ $T_L^{30(3)} = 0,070$ $\odot 28^{30(3)} 25^{25(6)} = 0,06$

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

15.03.05.2018.096.000 ПЗ

Лист

Продолжение таблицы 2.1

Опера-ция	Эскиз	Допуски и ТТ
030 Токарная с ЧПУ 4 переход	<p>Technical drawing showing a cross-section of a part with 4 transitions. Dimensions include 14, 15, 25, 27, 28, and diameters 20 and 22. Surface texture is $\sqrt{Ra6.3}$.</p>	$T2Ш^{30(4)} = 0,052$ $T2Ц^{30(4)} = 0,052$ $ТЛ^{30(4)} = 0,036$ $ТМ^{30(4)} = 0,030$ $\textcircled{28}^{30(4)} 25^{25(6)} = 0,04$ $\textcircled{27}^{30(4)} 25^{25(6)} = 0,04$
030 Токарная с ЧПУ 6 переход	<p>Technical drawing showing a cross-section of a part with 6 transitions. Dimensions include 25, 23, and diameter 24. Surface texture is $\sqrt{Ra12.5}$.</p>	$T2\Phi^{30(6)} = 0,13$ $ТИ^{30(6)} = 0,18$ $\textcircled{23}^{30(6)} 25^{25(6)} = 0,1$
030 Токарная с ЧПУ 7 переход	<p>Technical drawing showing a cross-section of a part with 7 transitions. Dimensions include 25, 23, and diameter 24. Surface texture is $\sqrt{Ra6.3}$.</p>	$T2\Phi^{30(7)} = 0,084$ $ТИ^{30(7)} = 0,18$ $\textcircled{23}^{30(7)} 25^{25(6)} = 0,06$

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

15.03.05.2018.096.000 ПЗ

Лист

Продолжение таблицы 2.1

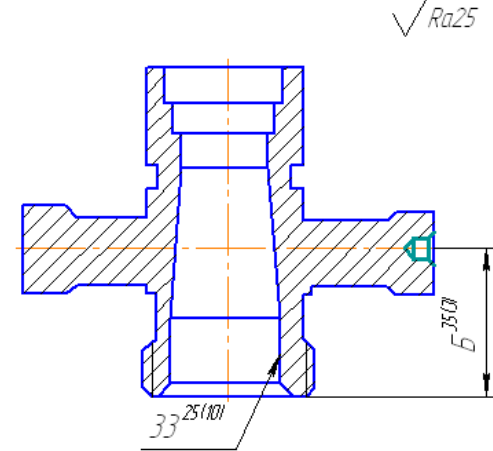
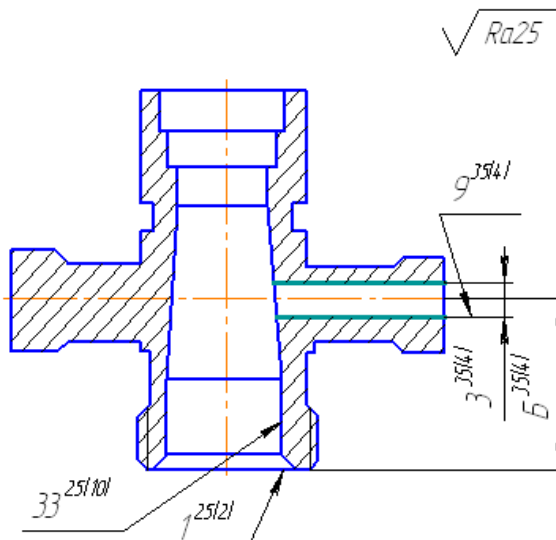
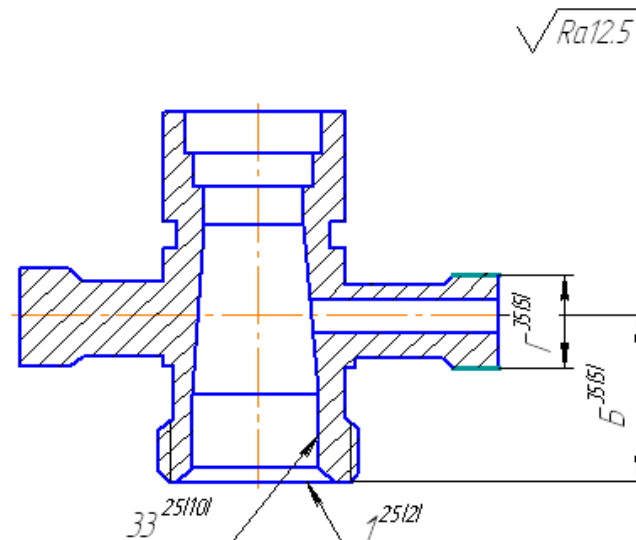
Опера- ция	Эскиз	Допуски и ТТ
030 Токарная с ЧПУ 8 переход	<p>Technical drawing of a cross-section of a shaft with 8 transitions. Dimensions include diameters 14, 15, 29, 26, and radii R15. Surface texture is Ra6.3.</p>	$T_{2l}^{30(8)} = 0,13$ $T_{II}^{30(8)} = 0,11$ $T_K^{30(8)} = 0,11$ $\odot 29^{30(8)} 25^{25(6)} = 0,08$
035 Токарная с ЧПУ 1 переход	<p>Technical drawing of a cross-section of a shaft with 1 transition. Dimensions include diameters 33, 18, and radius R2. Surface texture is Ra25.</p>	$T_J^{35(1)} = T_J^{35(1)}_{\text{техн.}} +$ $+ \Delta_{33}^{25(10)} = 0,21 + 0,018 =$ $= 0,23$
035 Токарная с ЧПУ 2 переход	<p>Technical drawing of a cross-section of a shaft with 2 transitions. Dimensions include diameters 33, 18, and radius R2. Surface texture is Ra6.3.</p>	$T_J^{35(2)} = 0,12 + 0,018 =$ $= 0,14$

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

15.03.05.2018.096.000 ПЗ

Лист

Продолжение таблицы 2.1

Опера- ция	Эскиз	Допуски и ТТ
035 Токарная с ЧПУ 3 переход	 <p style="text-align: right;">$\sqrt{Ra25}$</p>	$T_B^{35(3)} = 0,52 + +0,025 = 0,545$
035 Токарная с ЧПУ 4 переход	 <p style="text-align: right;">$\sqrt{Ra25}$</p>	$T_{23}^{35(4)} = 0,12$ $T_B^{25(4)} = 0,52 + 0,025 = 0,545$
035 Токарная с ЧПУ 5 переход	 <p style="text-align: right;">$\sqrt{Ra12.5}$</p>	$T_{2\Gamma}^{35(5)} = 0,09$ $T_B^{35(5)} = 0,21 + 0,025 = 0,235$

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

15.03.05.2018.096.000 ПЗ

Лист

Продолжение таблицы 2.1

Опера-ция	Эскиз	Допуски и ТТ
035 Токарная с ЧПУ 6 переход	<p>Technical drawing showing a cross-section of a shaft with a diameter of 33 mm. The drawing includes a surface finish specification of $\sqrt{Ra6.3}$. Dimensions shown include a length of 3 mm for a specific section and a total length of B mm.</p>	$T_{23}^{35(6)} = 0,075$ $T_B^{35(6)} = 0,21 + 0,025 = 0,235$
035 Токарная с ЧПУ 7 переход	<p>Technical drawing showing a cross-section of a shaft with a diameter of 33 mm. The drawing includes a surface finish specification of $\sqrt{Ra6.3}$. Dimensions shown include a length of 7 mm for a specific section, a diameter of 20 mm, and a total length of B mm.</p>	$T_{2T}^{35(7)} = 0,09$ $T_N^{35(7)} = 0,1$ $T_B^{35(7)} = 0,21 + 0,025 = 0,235$
035 Токарная с ЧПУ 8 переход	<p>Technical drawing showing a cross-section of a shaft with a diameter of 22 mm. The drawing includes a surface finish specification of $\sqrt{Ra25}$. Dimensions shown include a length of 22 mm for a specific section, a diameter of 21 mm, a diameter of 22 mm, a diameter of 22 mm, a diameter of 22 mm, and a total length of B mm.</p>	$T_{2Ж}^{35(8)} = 0,15$ $T_V^{35(8)} = 0,18$ $T_S^{35(8)} = 0,12$ $T_B^{35(8)} = 0,21 + 0,025 = 0,235$

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

15.03.05.2018.096.000 ПЗ

Лист

Продолжение таблицы 2.1

Опера-ция	Эскиз	Допуски и ТТ
035 Токарная с ЧПУ 9 переход		$T2Ж^{35(9)} = 0,058$ $TV^{35(9)} = 0,11$ $TS^{35(9)} = 0,075$ $TБ^{35(9)} = 0,13 + 0,025$ $= 0,155$
035 Токарная с ЧПУ 10 переход		$T2Д^{35(10)} = 0,036$ $T2Г^{35(10)} = 0,036$ $TL^{35(10)} = 0,06$ $◎50^{35(10)}90^{35(6)} = 0,025$ $TБ^{35(10)} = 0,13 + +0,025$ $= 0,155$
040 Токарная с ЧПУ 1 переход		$TJ^{40(1)} = TJ^{40(1)} + \Delta_{33}^{25(10)} =$ $0,21 + 0,018 = 0,23$

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

15.03.05.2018.096.000 ПЗ

Лист

Продолжение таблицы 2.1

Опера-ция	Эскиз	Допуски и ТТ
040 Токарная с ЧПУ 2 переход		$TJ^{40(2)} = 0,11 + 0,018 =$ $= 0,14$
040 Токарная с ЧПУ 3 переход		$TБ^{40(3)} = 0,52 + 0,025 =$ $= 0,545$
040 Токарная с ЧПУ 4 переход		$T23^{40(4)} = 0,12$ $TБ^{40(4)} = 0,52 + 0,025 =$ $= 0,545$

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

15.03.05.2018.096.000 ПЗ

Лист

Продолжение таблицы 2.1

Опера-ция	Эскиз	Допуски и ТТ
040 Токарная с ЧПУ 5 переход		$T2\Gamma^{40(5)} = 0,09$ $TБ^{40(5)} = 0,21 + 0,025 =$ $= 0,235$
040 Токарная с ЧПУ 6 переход		$T23^{40(6)} = 0,075$ $TБ^{40(6)} = 0,21 + 0,025 =$ $= 0,235$
040 Токарная с ЧПУ 7 переход		$T2\Gamma^{40(7)} = 0,09$ $TN^{40(7)} = 0,1$ $TБ^{40(7)} = 0,21 + 0,025$ $= 0,235$

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

15.03.05.2018.096.000 ПЗ

Лист

Продолжение таблицы 2.1

Опера-ция	Эскиз	Допуски и ТТ
040 Токарная с ЧПУ 8 переход		$T2Ж^{40(8)} = 0,15$ $TV^{40(8)} = 0,18$ $TS^{40(8)} = 0,12$ $ТБ^{40(8)} = 0,21 + 0,025 = 0,235$
040 Токарная с ЧПУ 9 переход		$T2Ж^{40(9)} = 0,058$ $TV^{40(9)} = 0,11$ $TS^{40(9)} = 0,075$ $ТБ^{40(9)} = 0,13 + 0,025 = 0,155$
040 Токарная с ЧПУ 10 переход		$T2Д^{40(10)} = 0,036$ $T2Л^{40(10)} = 0,036$ $TL^{40(10)} = 0,06$ $ТБ^{40(10)} = 0,13 + 0,025 = 0,155$

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

15.03.05.2018.096.000 ПЗ

Лист

Продолжение таблицы 2.1

Опера-ция	Эскиз	Допуски и ТТ
045 Фрезерная		$TН^{45} = 0,25$ $TХ^{45} = 0,105$

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

В соответствии с рисунком 2.6 представлена схема пространственных отклонений.

Проверка точности разработанного техпроцесса

$$1. [12,18] = 12^{20}, 13^{15(3)} + 13^{15(3)}, 18^0$$

Проверяем, обеспечивается ли точность замыкающих звеньев чертежных размеров.

$$[28,33] 25^{25(6)} 28^{30(5)} + 23^{10} 25^{25(6)} + 23^{10} 33^{25(10)}$$

$$0,1 0,016 + 0,06 + 0,012 = 0,088 - \text{условие выполнено}$$

$$[27,33] 27^{30(5)} 25^{25(6)} + 25^{25(6)} 23^{10} + 23^{10} 33^{25(10)}$$

Расчет межоперационных размеров по схеме линейных размеров.

$$Z_{33}^{35} = \Gamma_{\min}^{35(5)} - \Gamma_{\max}^{35(10)} - 50^{35(10)} 90^{35(6)} - 80^0 90^{35(6)} - 50^{35(5)} 80^0_{\max}$$

$$\text{Дано: } C_{\min}^{35} = 81,905 \quad \Gamma_{\max}^{35(10)} = 4,2 \quad T_{\Gamma}^{35(5)} = -0,045 \quad U^0 = 0,095 \quad 50^{35(5)} 80^0 = \pm 0,02;$$

									Лист
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата	15.03.05.2018.096.000 ПЗ				

$$Z_{13}^{35} \min = 0,1 + 0,02 = 0,12 \text{ мм}$$

$$\Gamma^{35(5)} \min = \Gamma^{35(10)} \max + 50^{35(10)} 90^{35(6)} \max + 80^0 90^{35(6)} \max + 50^{35(5)} 80^0 \max$$

$$\Gamma^{35(5)} \min = 4,2 + 0,025 + 0,0125 + 0,02 = 4,26$$

$$\Gamma^{35(5)} \text{ном} = \Gamma^{35(5)} \min - \Gamma^{35(5)} = 4,26 - (-0,045) = 4,6$$

$$\Gamma^{35(5)} \min = 4,2 + 0,025 + 0,0125 + 0,02 = 4,26$$

$$\Gamma^{35(5)} \text{ном} = \Gamma^{35(5)} \min - \Gamma^{35(5)} = 4,26 - (-0,045) = 4,6$$

$$\Gamma^{35(5)} \max - \Gamma^{35(10)} \min - 50^{35(10)} 90^{35(6)} \min - 80^0 90^{35(6)} \min - 50^{35(5)} 80^0 \min$$

$$= 4,6 - 4,182 - (-0,025) - (-0,02) = 0,45$$

Номинальный размер $\Gamma^{35(5)} = 4,6_{-0,045}$.

Ответ: $\Gamma^{35(5)} = 4,6_{-0,045}$ $Z_{13}^{35} \max = 0,31$ мм.

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

Таблица 2.3 – Результаты расчёта размерных цепей по схеме линейных размеров

Исходное уравнение	Известные величины	Рассчитанные размеры
$[Z_{21}^{30}] = \mathcal{Ж}^0 - \mathcal{Ж}^{35(8)} - 80^{35(8)} 90^{35(6)} - 80^0 90^{35(6)}$	$\mathcal{Ж}^{35(8)} \max = 3,2; = 0,1; \mathcal{Ж}^0 = -0,125$ $80^{35(8)} 90^{35(6)} = \pm 0,075;$ $80^0 90^{35(6)} = \pm 0,04$ $Z_{21}^{30} \min = 0,025 + 0,02 = 0,045$ мм.	$\mathcal{Ж}^0 = 4;$ $Z_{21}^{30} \max = 0,28$ мм.
$[Z_{21}^{25}] = \mathcal{Ж}^{35(8)} - \mathcal{Ж}^{35(9)} - 80^{35(8)} 90^{35(6)} - 80^{35(9)} 90^{35(6)}$	$\mathcal{Ж}^{35(9)} \max = 3; \mathcal{Ж}^{35(8)} = -0,075$ $80^{35(9)} 90^{35(6)} = \pm 0,048;$ $80^{35(9)} 90^{35(6)} = \pm 0,048$ $Z_{21}^{25} \min = 0,1 + 0,02 = 0,12$ мм.	$\mathcal{Ж}^{35(8)} = 3,2_{-0,075};$ $Z_{21}^{25} \max = 0,67$ мм.
$[Z_{21}^{20}] = \mathcal{З}^{35(6)} - \mathcal{З}^{35(4)} - \mathcal{Б}^{35(6)} + \mathcal{Б}^{35(4)}$	$\mathcal{З}^{35(6)} \min = 2; \mathcal{Б}^{35(6)} \max = 27,1;$ $\mathcal{Б}^{35(4)} \min = 26,9$ $\mathcal{З}^{35(4)} = 0,12; = 0,025;$ $Z_{21}^{20} \min = 0,2 + 0,06 = 0,26$ мм.	$\mathcal{З}^{35(4)} = 1,9^{0,12}$ $Z_{21}^{30} \max = 0,28$ мм.
$[Z_{21}^{10}] = \Gamma^{15} - \Gamma^{35(5)} - 50^{35(5)} 80^0 - 50^{15} 80^0$	$\Gamma^{35(5)} \max = 4,6; = 0,05; \Gamma^{15} = -0,09$ $50^{35(5)} 80^0 = \pm 0,06; 50^{15} 80^0 = \pm 0,075$ $Z_{21}^{10} \min = 0,2 + 0,06 = 0,26$ мм	$\Gamma^{15} = 5_{-0,09}$ $Z_{21}^{10} \max = 2,65$ мм.
$[Z_{13}^5] = \mathcal{И}^{30(8)} - \mathcal{И}^{30(7)}$	$\mathcal{И}^{30(8)} \min = 15; = 0,025;$ $\mathcal{И}^{30(7)} = 0,18$ $Z_{13}^5 \min = 0,2 + 0,3 = 0,5$ мм.	$\mathcal{И}^{30(7)} = 14,7^{+0,18}$ $Z_{13}^5 \max = 2,5$ мм.
$[Z_{20}^{30}] = \mathcal{Л}^{30(5)} - \mathcal{Л}^{30(4)}$	$\mathcal{Л}^{30(5)} \min = 9; = 0,0063; \mathcal{Л}^{30(4)} = 0,036;$ $Z_{20}^{30} \min = 0,025 + 0,02 = 0,045$ мм.	$\mathcal{Л}^{30(4)} = 8,97^{+0,036}$ $Z_{20}^{30} \max = 0,24$ мм.
$[Z_{20}^{25}] = \mathcal{М}^{30(5)} - \mathcal{М}^{30(4)}$	$\mathcal{М}^{30(5)} \min = 5; = 0,063;$ $\mathcal{М}^{30(4)} = 0,03$ $Z_{20}^{25} \min = 0,1 + 0,02 = 0,12$ мм.	$\mathcal{М}^{30(4)} = 0,03;$ $Z_{20}^{25} \max = 0,39$ мм.

Продолжение таблицы 2.2

Исходное уравнение	Известные величины	Рассчитанные размеры
$[Z_{20}^{20}] = Л^{30(4)} - Л^{30(3)}$	$Л^{30(4)}_{\min} = 8,97; = 0,0125; Л^{30(4)} = 0,036$ $Z_{20}^{20}_{\min} = 0,2 + 0,06 = 0,26 \text{ мм.}$	$Л^{30(3)} = 8,9^{+0,036};$ $Z_{20}^{20}_{\max} = 0,88 \text{ мм.}$
$[Z_{14}^{35}] = A^{30(1)} - A^{30(2)}$	$A^{30(2)}_{\max} = 47,5; = 0,025; A^{30(1)} = -0,31;$ $Z_{14}^{35}_{\min} = 0,1 + 0,02 = 0,12 \text{ мм.}$	$A^{30(1)} = 47,84_{-0,21};$ $Z_{14}^{35}_{\max} = 4,47 \text{ мм.}$
$[Z_{14}^{15}] = \Pi^{25(8)} - \Pi^{25(7)}$	$\Pi^{25(8)}_{\min} = 21; = 0,025; \Pi^{25(7)} = 0,21$ $Z_{14}^{15}_{\min} = 0,2 + 0,06 = 0,26 \text{ мм.}$	$\Pi^{25(7)} = 20,77^{+0,21}$ $Z_{14}^{15}_{\max} = 3,9 \text{ мм.}$
$[Z_{14}^5] = P^{25(7)} - P^{25(8)}$	$P^{25(8)}_{\max} = 14; = 0,025; P^{25(7)} = -0,18$ $Z_{14}^5_{\min} = 0,2 + 0,3 = 0,5 \text{ мм.}$	$P^{25(7)} = 14,21_{-0,18}$ $Z_{14}^5_{\max} = 2,23 \text{ мм.}$
$[Z_{15}^{30}] = \Gamma^0 - \Gamma^{15} - 50^{15}80^0 - 50^080^0$	$\Gamma^{15}_{\max} = 5; = 0,1; \Gamma^0 = -0,2$ $50^{15}80^0 = \pm 0,075; 50^080^0 = \pm 0,6$ $Z_{15}^{30}_{\min} = 0,02 + 0,025 = 0,045 \text{ мм.}$	$\Gamma^0 = 5,65_{-0,11}$ $Z_{15}^{30}_{\max} = 0,39 \text{ мм.}$
$[Z_{15}^{25}] = B^{25(1)} - B^{25(2)}$	$B^{25(2)}_{\max} = 27,289; = 0,025; TB^{25(1)} = -0,19$ $Z_{15}^{25}_{\min} = 0,1 + 0,02 = 0,12 \text{ мм.}$	$B^{25(1)} = 27,5 \pm 0,15$ $Z_{15}^{25}_{\max} = 0,6 \text{ мм.}$
$[Z_{15}^{20}] = B^5 - B^{25(1)}$	$B^{25(1)}_{\max} = 27,87; = 0,05; TB^5 = -0,29$ $Z_{15}^{20}_{\min} = 0,2 + 0,06 = 0,26 \text{ мм.}$	$H^{10} = 54,24 \pm 0,37$ $Z_{15}^{20}_{\max} = 1,1 \text{ мм.}$
$[Z_{19}^{30}] = B^0 - B^5$	$B^5_{\max} = 28,79; = 0,1; B^5 = -0,25$ $Z_{19}^{30}_{\min} = 0,02 + 0,025 = 0,045 \text{ мм.}$	$B^0 = 29,14^{+0,025};$ $Z_{19}^{30}_{\max} = 0,24 \text{ мм}$
$[Z_{19}^{25}] = Y^{25} + \Phi^{25} - C^{25} + C^{20} - \Phi^{20} - Y^{20}$	$Y^{25}_{\min} = 5,94;$ $Y^{25}_{\max} = 6;$ $TY^{20} = 0,12;$ $Z_{19}^{25}_{\min} = 0,1 + 0,02 = 0,12 \text{ мм.}$	$Y^{20} = 5,82^{+0,12};$ $Z_{19}^{25}_{\max} = 5,82 \text{ мм}$
$[Z_{19}^{20}] = Y^{20} + \Phi^{20} - C^{20} + C^{15} - \Phi^{10} - Y^{10}$	$Y^{20}_{\min} = 5,82;$ $Y^{20}_{\max} = 5,94;$ $TY^{10} = 0,3;$ $Z_{19}^{20}_{\min} = 0,2 + 0,06 = 0,26 \text{ мм.}$	$Y^{10} = 5,52^{+0,13};$ $Z_{19}^{20}_{\max} = 0,9 \text{ мм}$
$[Z_{16}^{35}] = \Pi^{15} - C^{15} + C^{30} - \Pi^{35}$	$\Pi^{35}_{\min} = 32,94;$ $\Pi^{35}_{\max} = 33;$ $ТП^{15} = 0,41;$ $Z_{16}^{35}_{\min} = 0,1 + 0,02 = 0,12 \text{ мм.}$	$\Pi^{15} = 35,157_{-0,41}$ $Z_{16}^{35}_{\max} = 2,88 \text{ мм}$

Продолжение таблицы 2.2

Исходное уравнение	Известные величины	Рассчитанные размеры
$[Z_{16}^{15}] = \Pi^5 - C^5 + C^{10} - \Pi^{15}$	$\Pi_{\min}^{15}=34,747;$ $\Pi_{\max}^{15}=35,157;$ $T\Pi^5=0,77;$ $Z_{16}^{15}_{\min}=0,2+0,06=0,26 \text{ мм.}$	$\Pi^5=38,837_{-0,77}$ $Z_{16}^{15}_{\max}=3,59 \text{ мм}$
$[Z_{16}^5] = \Pi^0 - \Pi^5$	$\Pi_{\min}^5=38,067;$ $\Pi_{\max}^5=38,837;$ $T\Pi^0=0,52;$ $Z_{16}^5_{\min}=0,2+0,3=0,5 \text{ мм.}$	$\Pi^0=39,857_{-0,52}$ $Z_{16}^5_{\max}=1,27 \text{ мм}$

Расчет межоперационных размеров по схеме диаметральных размеров

$$Z_4^{35} = D^{15} - D^{35} - 4^{35} 1^{30} - 1^{30} 4^{15}$$

Дано: $D_{\min}^{35}=19,7805$ $D_{\max}^{35}=19,8$ $T D^{15} = 0,08$

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

$$Z_4^{35}_{\min}=0,05+0,02=0,07 \text{ мм}$$

Далее определяем увеличивающие и уменьшающие звенья

$$Z_4^{35}_{\min} = D_{\min}^{15} - D_{\max}^{35} - 4^{35} 1^{30}_{\max} - 1^{30} 4^{15}_{\max}$$

выразим неизвестную величину D_{\min}^{15}

$$D_{\min}^{15} = D_{\max}^{35} + 4^{35} 1^{30}_{\max} + 1^{30} 4^{15}_{\max} + Z_4^{35}_{\min}$$

$$D_{\min}^{15} = 19,8 + 0,015 + 0,006 + 0,07 = 19,891 \text{ мм}$$

$$D_{\max}^{15} = D_{\min}^{15} + T D^{15} = 19,891 + 0,08 = 19,971 \text{ мм}$$

$$Z_4^{35}_{\max} = D_{\max}^{15} - D_{\min}^{35} - 4^{35} 1^{30}_{\min} - 1^{30} 4^{15}_{\min}$$

$$Z_4^{35}_{\max} = 19,971 - 19,7805 + 0,021 = 0,22 \text{ мм}$$

Номинальный размер $D^{15} = D_{\max}^{15} - ES = 19,971 - 0 = 19,971$

Ответ: $D^{15} = 19,971_{-0,08}$ $Z_4^{35}_{\max} = 0,22 \text{ мм.}$

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

Таблица 2.3 – Результаты расчёта размерных цепей по схеме диаметральных размеров

Исходное уравнение	Известные величины	Рассчитанные размеры
$[Z_4^{15}] = D^5 - D^{15} - 4^{15} 1^{10} - 1^{10} 4^5$	$D_{\min}^{15}=19,891;$ $D_{\max}^{15}=19,971;$ $T D^5=0,125;$ $4^{15} 1^{10}=0 \pm 0,06;$ $1^{10} 4^5=0 \pm 0,1;$ $Z_4^{15}_{\min}=0,1+0,06=0,16 \text{ мм.}$	$D^5=20,416_{-0,125}$ $Z_4^{15}_{\max}=0,68 \text{ мм.}$

Продолжение таблицы 2.3

Исходное уравнение	Известные величины	Рассчитанные размеры
$[Z_4^5] = D^0 - D^5 - 4^5 1^0 - 1^0 12^0 - 4^0 12^0$	$D_{\min}^5=20,291;$ $D_{\max}^5=20,416;$ $TD^0=0,31;$ $4^5 1^0=0\pm 0,1;$ $1^0 12^0=0\pm 0,25;$ $4^0 12^0=0\pm 0,25;$ $Z_{4 \min}^5=0,2+0,3=0,5 \text{ мм.}$	$D^0=21,83_{-0,31};$ $Z_{4 \max}^5=2,13 \text{ мм.}$
$[Z_1^{30}] = B^{25} - B^{30} - 1^{30} 4^{15} - 1^{25} 4^{15}$	$B_{\min}^{30}=23,992;$ $B_{\max}^{30}=24;$ $TB^{25}=0,0195;$ $1^{30} 4^{15}=0\pm 0,006;$ $1^{25} 4^{15}=0\pm 0,015;$ $Z_{1 \min}^{30}=0,02+0,0125=0,033 \text{ мм.}$	$B^{25}=24,074_{-0,0195};$ $Z_{1 \max}^{30}=0,11 \text{ мм.}$
$[Z_1^{25}] = B^{20} - B^{25} - 1^{25} 4^{15} - 1^{20} 4^{15}$	$B_{\min}^{25}=24,054;$ $B_{\max}^{25}=24,074;$ $TB^{20}=0,08;$ $1^{25} 4^{15}=0\pm 0,015;$ $1^{20} 4^{15}=0\pm 0,06;$ $Z_{1 \min}^{25}=0,05+0,02=0,07 \text{ мм.}$	$B^{20}=24,3_{-0,08};$ $Z_{1 \max}^{25}=0,25 \text{ мм.}$
$[Z_1^{20}] = B^{10} - B^{20} - 1^{20} 4^{15} - 4^{15} 1^{10}$	$B_{\min}^{20}=24,219;$ $B_{\max}^{20}=24,3;$ $TB^{10}=0,125;$ $4^{15} 1^{10}=0\pm 0,06;$ $1^{20} 4^{15}=0\pm 0,06;$ $Z_{1 \min}^{20}=0,1+0,06=0,16 \text{ мм.}$	$B^{10}=24,705_{-0,125};$ $Z_{1 \max}^{20}=0,48 \text{ мм.}$
$[Z_1^{10}] = B^0 - B^{10} - 1^{10} 4^5 - 4^5 1^0$	$B_{\min}^{10}=24,58;$ $B_{\max}^{10}=24,705;$ $TB^0=0,31;$ $4^5 1^{10}=0\pm 0,06;$ $1^{10} 4^5=0\pm 0,1;$ $Z_{1 \min}^{10}=0,2+0,3=0,5 \text{ мм.}$	$B^0=25,71_{-0,31};$ $Z_{1 \max}^{10}=1,83 \text{ мм.}$
$[Z_3^{30}] = B^{25} - B^{30} - 3^{30} 4^{15} - 3^{25} 4^{15}$	$B_{\min}^{30}=22,492;$ $B_{\max}^{30}=22,5;$ $TB^{25}=0,0195;$ $3^{30} 4^{15}=0\pm 0,006;$ $3^{25} 4^{15}=0\pm 0,015;$ $Z_{3 \min}^{30}=0,02+0,0125=0,033 \text{ мм.}$	$B^{25}=22,574_{-0,0195};$ $Z_{3 \max}^{30}=0,11 \text{ мм.}$

Продолжение таблицы 2.3

Исходное уравнение	Известные величины	Рассчитанные размеры
$[Z_3^{25}] = B^{20} - B^{25} - 3^{25}4^{15} - 3^{20}4^{15}$	$B_{\min}^{25}=22,554;$ $B_{\max}^{25}=22,574;$ $TB^{20}=0,08;$ $3^{20}4^{15}=0\pm 0,06;$ $3^{25}4^{15}=0\pm 0,015;$ $Z_3^{25}_{\min}=0,05+0,02=0,07\text{мм.}$	$B^{20}=22,8_{-0,08};$ $Z_3^{25}_{\max}=0,25\text{ мм.}$
$[Z_3^{20}] = B^{10} - B^{20} - 3^{20}4^{15} - 4^{15}1^{10}$	$B_{\min}^{20}=22,719;$ $B_{\max}^{20}=22,8;$ $TB^{10}=0,125;$ $3^{20}4^{15}=0\pm 0,06;$ $4^{15}1^{10}=0\pm 0,06;$ $Z_3^{20}_{\min}=0,1+0,06=0,16\text{мм.}$	$B^{10}=23,4_{-0,125};$ $Z_3^{20}_{\max}=0,11\text{ мм.}$
$[Z_5^{30}] = \mathcal{K}^{25} - \mathcal{K}^{30} - 5^{30}4^{15} - 5^{25}4^{15}$	$\mathcal{K}_{\min}^{30}=15,992;$ $\mathcal{K}_{\max}^{30}=16;$ $T\mathcal{K}^{25}=0,0195;$ $5^{30}4^{15}=0\pm 0,006;$ $5^{25}4^{15}=0\pm 0,015;$ $Z_5^{30}_{\min}=0,02+0,0125=0,033\text{ мм.}$	$\mathcal{K}^{25}=16,074_{-0,0195};$ $Z_5^{30}_{\max}=0,11\text{ мм.}$
$[Z_5^{25}] = \mathcal{K}^{20} - \mathcal{K}^{25} - 5^{25}4^{15} - 5^{20}4^{15}$	$\mathcal{K}_{\min}^{25}=16,054;$ $\mathcal{K}_{\max}^{25}=16,074;$ $T\mathcal{K}^{20}=0,08;$ $5^{20}4^{15}=0\pm 0,06;$ $5^{25}4^{15}=0\pm 0,015;$ $Z_5^{25}_{\min}=0,05+0,02=0,07\text{ мм.}$	$\mathcal{K}^{20}=16,3_{-0,08};$ $Z_5^{25}_{\max}=0,25\text{ мм.}$
$[Z_5^{20}] = \mathcal{K}^{10} - \mathcal{K}^{20} - 5^{20}4^{15} - 4^{15}1^{10} - 1^{10}4^5 - 5^{10}4^5$	$\mathcal{K}_{\min}^{20}=16,219;$ $\mathcal{K}_{\max}^{20}=16,3;$ $T\mathcal{K}^{10}=0,125;$ $5^{20}4^{15}=0\pm 0,06;$ $5^{10}4^5=0\pm 0,1;$ $4^{15}1^{10}=0\pm 0,06;$ $1^{10}4^5=0\pm 0,1;$ $Z_5^{20}_{\min}=0,1+0,06=0,16\text{ мм.}$	$\mathcal{K}^{10}=16,9_{-0,125};$ $Z_5^{20}_{\max}=1,03\text{ мм.}$
$[Z_8^{20}] = A^{20} - A^{10} - 8^{20}4^{15} - 4^{15}1^{10} - 1^{10}4^5 - 8^{10}4^5$	$A_{\min}^{20}=14,45;$ $A_{\max}^{20}=14,492;$ $TA^{10}=0,105;$ $8^{20}4^{15}=0\pm 0,03;$ $1^{10}4^5=0\pm 0,1;$ $4^{15}1^{10}=0\pm 0,075;$ $8^{10}4^5=0\pm 0,08;$ $Z_8^{20}_{\min}=0,1+0,02=0,12\text{ мм}$	$A^{10}=13,94_{+0,105};$ $Z_8^{20}_{\max}=0,83\text{ мм.}$

Продолжение таблицы 2.3

Исходное уравнение	Известные величины	Рассчитанные размеры
$[Z_9^{35}] = I^{15} - I^{35} - 9^{35}1^{30} - 1^{30}4^{15} - 4^{15}1^{10} - 9^{15}1^{10}$	$I_{\min}^{35} = 12,4835;$ $I_{\max}^{35} = 12,5;$ $TI^{15} = 0,065;$ $9^{35}1^{30} = 0 \pm 0,0125;$ $1^{30}4^{15} = 0 \pm 0,006;$ $4^{15}1^{10} = 0 \pm 0,06;$ $9^{15}1^{10} = 0 \pm 0,05;$ $Z_9^{35} = 0,05 + 0,02 = 0,07 \text{ мм}$	$I^{15} = 12,763_{-0,065};$ $Z_9^{35} = 0,41 \text{ мм.}$
$[Z_9^{15}] = I^5 - I^{15} - 9^{15}1^{10} - 1^{10}4^5 - 4^51^0 - 9^51^0$	$I_{\min}^{15} = 12,698; \quad I_{\max}^{15} = 12,763;$ $TI^5 = 0,105;$ $9^{15}1^{10} = 0 \pm 0,05;$ $1^{10}4^5 = 0 \pm 0,1;$ $4^51^0 = 0 \pm 0,1;$ $9^51^0 = 0 \pm 0,08;$ $Z_9^{15} = 0,1 + 0,06 = 0,16 \text{ мм}$	$I^5 = 13,358_{-0,105};$ $Z_9^{15} = 0,99 \text{ мм.}$
$[Z_9^5] = I^0 - I^5 - 9^51^0 - 1^012^0 - 9^012^0$	$I_{\min}^5 = 13,253; \quad I_{\max}^5 = 13,358;$ $TI^0 = 0,26;$ $9^51^0 = 0 \pm 0,08;$ $1^012^0 = 0 \pm 0,25; \quad 9^012^0 = 0 \pm 0,2;$ $Z_9^5 = 0,2 + 0,3 = 0,5 \text{ мм}$	$I^0 = 14,648_{-0,26};$ $Z_9^5 = 2,01 \text{ мм.}$
$[Z_{10}^{30}] = E^{30} - E^{25} - 10^{30}4^{15} - 10^{25}4^{15}$	$E_{\min}^{30} = 13;$ $E_{\max}^{30} = 13,0105;$ $TE^{25} = 0,026;$ $10^{30}4^{15} = 0 \pm 0,008;$ $10^{25}4^{15} = 0 \pm 0,02;$ $Z_{10}^{30} = 0,01 + 0,013 = 0,023 \text{ мм.}$	$E^{25} = 12,913^{+0,026};$ $Z_{10}^{30} = 0,11 \text{ мм.}$
$[Z_{10}^{25}] = E^{25} - E^{20} - 10^{25}4^{15} - 10^{20}4^{15}$	$E_{\min}^{25} = 12,913;$ $E_{\max}^{25} = 12,939;$ $TE^{20} = 0,042;$ $10^{20}4^{15} = 0 \pm 0,03;$ $10^{25}4^{15} = 0 \pm 0,02;$ $Z_{10}^{25} = 0,02 + 0,025 = 0,045 \text{ мм.}$	$E^{20} = 12,776^{+0,042};$ $Z_{10}^{25} = 0,22 \text{ мм.}$
$[Z_{10}^{20}] = E^{20} - E^{10} - 10^{20}4^{15} - 4^{15}1^{10} - 1^{10}4^5 - 10^{10}4^5$	$E_{\min}^{20} = 12,776; \quad E_{\max}^{20} = 12,818;$ $TE^{10} = 0,105;$ $10^{20}4^{15} = 0 \pm 0,03;$ $4^{15}1^{10} = 0 \pm 0,06;$ $1^{10}4^5 = 0 \pm 0,1;$ $10^{10}4^5 = 0 \pm 0,08;$ $Z_{10}^{20} = 0,1 + 0,02 = 0,12 \text{ мм.}$	$E^{10} = 12,28^{+0,105};$ $Z_{10}^{20} = 0,81 \text{ мм.}$

Продолжение таблицы 2.3

Исходное уравнение	Известные величины	Рассчитанные размеры
$[Z_{11}^{15}] = K^{15} - K^5 - 11^{15}1^{10} - 1^{10}4^5 - 4^51^0 - 11^51^0$	$K_{\min}^{15} = 10;$ $K_{\max}^{15} = 10,042;$ $TK^5 = 0,105;$ $11^{15}1^{10} = 0 \pm 0,03;$ $1^{10}4^5 = 0 \pm 0,1;$ $11^51^0 = 0 \pm 0,08;$ $4^51^0 = 0 \pm 0,1;$ $Z_{11}^{15}_{\min} = 0,1 + 0,02 = 0,12 \text{ мм.}$	$K^5 = 9,46^{+0,105};$ $Z_{11}^{15}_{\max} = 0,88 \text{ мм.}$
$[Z_{22}^{40(2)}] = \Pi^{40(1)} - \Pi^{40(2)}$	$\Pi_{\min}^{40(2)} = 17,95;$ $\Pi_{\max}^{40(2)} = 18;$ $T\Pi^{40(1)} = 0,195;$ $Z_{22}^{15(1)}_{\min} = 0,1 + 0,03 = 0,13 \text{ мм.}$	$\Pi^{40(1)} = 18,325_{-0,195};$ $Z_{22}^{40(2)}_{\max} = 0,37 \text{ мм.}$

По результатам размерного анализа представлена заготовка в соответствии с рисунком 2.7 с минимальными припусками под обработку.

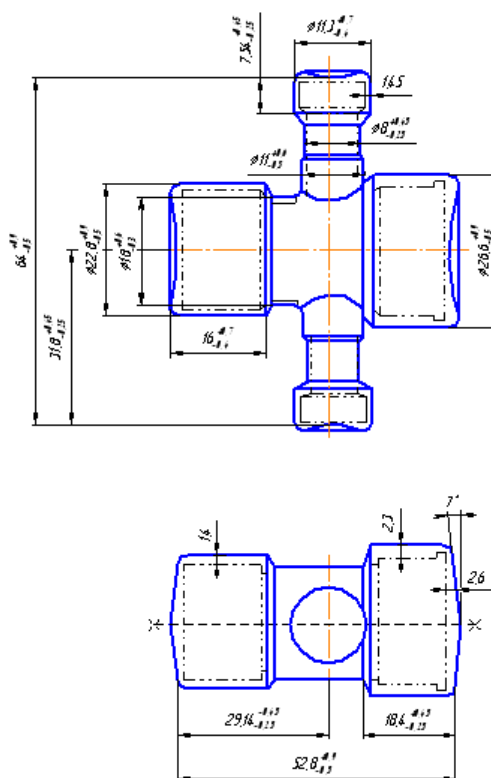


Рисунок 2.7 – Эскиз заготовки

2.4 Расчет режимов резания и нормирование технологического процесса

Расчет режимов резания выполняется на операцию 010 переход 4. В данной операции, приведённой в соответствии с рисунком 2.8 производится растачивание канавки $\varnothing 30,5 \text{ мм}$

					15.03.05.2018.096.000 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		

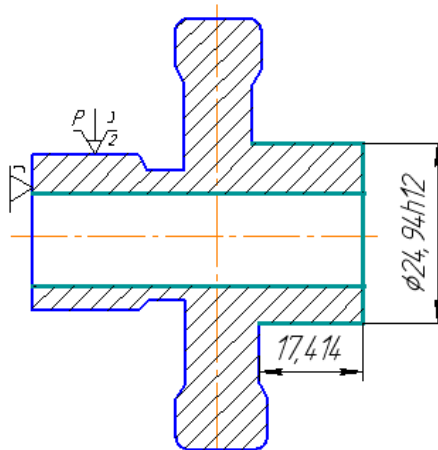


Рисунок 2.8 – Схема обработки для операции 010

Материал 12X18H10T, $\sigma_B = 380$ МПа $\sigma_T = 225$ МПа

Геометрические параметры режущей части резца:

- Рекомендуемый материал режущей части – быстрорежущая сталь P18;
- Передний угол $\gamma=12^\circ$;
- Вспомогательные задние углы 8° ;
- Задний угол $\alpha=10^\circ$;
- Угол наклона главного лезвия $\lambda=5^\circ$;

Рекомендуемая подача при фасонном точении конструкционной стали определяем по [2], при ширине резца до 8мм $S = 0,07$ мм/об, уточняем по паспортным данным значений подачи станка и принимаем ближайшую $S=0,075$ мм/об.

Глубина резания при фасонном точении - ширина резца $t=4$ мм.

Скорость резания при фасонном точении определяем по формуле [2]

$$V = \frac{C_v}{T^m \cdot S^y} \cdot K_v,$$

где значения коэффициента и показателей степени определяем по: $C_v = 22,7$, $y = 0,5$, $m = 0,3$, $T = 40$ мин;

K_v - коэффициент, состоящий из произведения коэффициентов, учитывающих факторы обработки,

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{pv} \cdot K_{nv},$$

где K_{mv} - коэффициент учитывающий свойства материала, определяем по [2]

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

где K_Γ - коэффициент, характеризующий группу стали по обрабатываемости,

					15.03.05.2018.096.000 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		

n_v - показатель степени определяем по [2], $K_r = 1, n_v = -1$

$$K_{mv} = 1 \cdot \left(\frac{380}{750} \right)^{-1} = 1,97$$

где K_{nv} - коэффициент, учитывающий состояние поверхности заготовки, по [2] $K_{nv} = 1$

K_{nv} - коэффициент, учитывающий влияние материала резца, по [2] $K_{nv} = 1$ для быстрорежущей стали;

$$K_v = 1,97 \cdot 1 \cdot 1 = 1,97$$

$$V = \frac{22,7}{40^{0,3} \cdot 0,075^{0,5}} \cdot 1,97 = 54 \text{ м/мин}$$

Определяем частоту вращения

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 54}{3,14 \cdot 30,5} = 564 \text{ об/мин}$$

Принимаем частоту вращения по паспорту станка и находим фактическую скорость резания, $n = 600$ об/мин.

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

$$V = \frac{3,14 \cdot 30,5 \cdot 600}{1000} = 57,5 \text{ м/мин}$$

Сила резания

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

где постоянную и показатели степени определяем по [2]: $C_p = 212$, $x = 1$, $y = 0.75$, $n = 0$;

K_p - коэффициент, учитывающий фактические условия резания, составляющие определяем по [2]

$$K_p = K_{MP} \cdot K_\gamma \cdot K_\phi \cdot K_\lambda$$

Коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала

$$K_{MP} = \left(\frac{\sigma_B}{750} \right)^{n_v},$$

где $n_v = 0,35$ при обработке резцами

					15.03.05.2018.096.000 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		

$$K_{MP} = \left(\frac{380}{750} \right)^{0,35} = 0,788 ;$$

где K_γ - коэффициент в зависимости от переднего угла, по [2] $K_\gamma = 1,15$;

K_λ - коэффициент в зависимости от наклона главного лезвия, по [2] $K_\lambda = 1$;

K_ϕ - коэффициент в зависимости от главного угла в плане, по [2] $K_\phi = 1$;

$$K_p = 0,788 \cdot 1,15 = 0,906$$

$$P_z = 10 \cdot 212 \cdot 4^1 \cdot 0,075^{0,75} \cdot 57,5^0 \cdot 0,906 = 1100 \text{ Н}$$

Находим мощность резания

$$N = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60} = \frac{1100 \cdot 57,5}{61200} = 1,03 \text{ кВт}$$

$$N_{рез} < N_{шп}$$

$$1,03 < 36$$

Результаты расчетов режимов резания для остальных операции сводим в таблицу 2.4

Номер операции	D,мм	L,мм	t,мм	i	S,мм/об	n,об/мин	V, м/сек
005 2	22,8	16	0,74	1	0,25	710	51
3	22,8	21	0,9	1	0,25	710	51
010 2	26,6	18	1,56	1	0,25	710	59
3	2,5	6	1,25	1	0,15	355	2,8
4	11	54	5,5	1	0,15	180	6,2
5	24,94	21,1	0,88	1	0,25	710	56
015 2	11,3	10	1	1	0,25	1000	36
3	11,3	10	0,65	1	0,25	1000	36
020 2	11,3	10	1	1	0,25	1000	36
3	11,3	10	1	1	0,25	1000	36
025 1	21	15	0,9	1	0,2	800	53
2	21	15	0,5	1	0,06	900	59

					15.03.05.2018.096.000 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		

Продолжение таблицы 2.4

Номер операции	D,мм	L,мм	t,мм	i	S,мм/об	n,об/мин	V, м/сек
3	12,6	43	0,8	1	0,15	900	36
4	12,86	43	0,13	1	0,15	900	36
6	19,85	21	0,28	1	0,06	1000	62
7	16,58	3	3	2	0,12	500	26
8	16	3	0,29	1	0,12	500	26
9	15,5	3	0,3	1	0,12	500	24
10	14	43	0,07	1	0,06	1000	40
11	20	17	1,56	1x2	1,5	500	31
030 1	24,94	11	1,26	1	0,2	800	63
2	24,94	11	0,34	1	0,06	900	71
3	18,12	12	1,78	2	0,15	900	51
4	18,84	12	0,36	1	0,15	900	53
5	19	12	0,08	1	0,06	900	54
030 -6	24,26	18	0,34	1	0,06	900	68
7	24	18	0,26	1	0,06	900	68
8	18,5	4	4	1	0,12	500	29
035 -1	10	11	0,5	1	0,2	1000	31,4
2	10	11	0,24	1	0,06	1000	31,4
3	2	5	1	1	0,15	400	2,5
4	3,8	12	1,9	1	0,15	500	6
5	9,2	12	0,4	1	0,2	800	23
6	4	12	0,1	1	0,2	500	6,2
7	9	5	0,7	1	0,15	500	14
8	6,4	3	0,8	3	0,15	500	10
9	6	18	0,2	1	0,15	800	15
10	8,4	8	0,4	1	0,06	800	21
040 -1	10	11	0,5	1	0,2	1000	31,4
2	10	11	0,24	1	0,06	1000	31,4
3	2	5	1	1	0,15	400	2,5
4	3,8	12	1,9	1	0,15	500	6
5	9,2	12	0,4	1	0,2	800	23
6	4	12	0,1	1	0,2	500	6,2
7	9	5	0,7	1	0,15	500	14
8	6,4	3	0,8	3	0,15	500	10
9	6	18	0,2	1	0,15	800	21
10	8,4	8	0,4	1	0,06	800	21
045	11	15	1	4	20	315	9,9

					15.03.05.2018.096.000 ПЗ			Лист
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата				

Нормирование операций производим по справочнику [3].

Рассмотрим операцию 010 переход 4.

Основное (машинное) время точения определяется по формуле [3].

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

где L – длина обработки, $L=2,97$ мм;

l_1 – величина подвода, мм;

n – число оборотов инструмента, $n=600$ об/мин;

S – подача инструмента, $S = 0,075$ мм/ об.

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

Определяем основное время

$$T_o = \frac{2,97 + 2}{600 \cdot 0,075} = 0,11 \text{ мин}$$

Штучное время на операцию определяется по формуле

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

где T_o – основное (технологическое) время, $T_o=0,11$ мин;

$T_{вс}$ – вспомогательное время;

$T_{обс}$ – время технического обслуживания;

$T_{орг}$ – время организационного обслуживания;

$T_{отд}$ – время перерыва;

Вспомогательное время представляет сумму

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

где $T_{вст}$ – время на установку и снятие детали;

$T_{пер}$ – время, связанное с переходом;

$T_{изм}$ – время на контрольные измерения

Сумма $T_o + T_{всп}$ есть $T_{оп}$ – оперативное время

Вспомогательное время на установку и снятие детали определяем по [3]

$T_{вст} = 0,04$ мин.

Вспомогательное время связанное с переходом определяем по карте [3]

$T_{пер} = 0,05$ мин, а также сюда входит включить вращение шпинделя кнопкой 0,015 мин,. Окончательно суммируя получаем $T_{пер} = 0,07$ мин.

Вспомогательное время связанное с измерением определяем [3], при измерении двумя шаблонами, $T_{изм} = 0,35 + 0,35 = 0,7$ мин.

Определяем вспомогательное время

$$T_{всп} = 0,04 + 0,07 + 0,7 = 0,81 \text{ мин.}$$

					15.03.05.2018.096.000 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		

$$T_{\text{оп}}=T_o+T_{\text{вс}}=0,11+0,81=0,92 \text{ мин}$$

Вспомогательное время на обслуживание рабочего места определяем по [3] в процентах от оперативного, 2,5 % , получаем 0,097 мин.

Время на отдых и личные надобности определяется в процентах от оперативного по [3] $T_{\text{пер}}=5\%$,получаем 0,194 мин.

Определяем штучное время

$$T_{\text{шт}}=0,6+3,58+0,097+0,194=4,4\text{мин}$$

Подготовительно – заключительное время на наладку станка, инструмента определяем по [3], $T_{\text{пз}}=10$ мин.

Остальные расчеты сводим в таблицу 2.5

Таблица 2.5 – Нормирование операций

в минутах

№ операции	T_o	T_v	$T_{\text{п.з}}$	$T_{\text{шт}}$
005	0,2	0,25	16	0,49
010	2.62	0.67	16	3.55
015	0.1	0.25	16	0.35
020	0.1	0.25	16	0.35
025	3.94	2.13	21	6.98
030	1.51	1.2	19	3.12
035	1.1	1.53	19	3.02
040	1.1	1.53	19	3.02
045	2.0	0.4	15	4,05

Выводы по разделу два

В данном разделе спроектированного технологического процесса изготовления детали «корпус» для которого проведён размерный анализ, который позволил определить межоперационные размеры и размеры заготовки с минимальными припусками под обработку.

Выполнен расчёт режимов резания. Произведено нормирование технологических операций.

					15.03.05.2018.096.000 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		

3 КОНСТРУКТОРСКИЙ РАЗДЕЛ

3.1 Проектирование оправки цанговой

3.1.1 Разработка теоретической схемы базирования

Для обеспечения требований к взаимному расположению базовых и обрабатываемых поверхностей необходимо лишить деталь 6 степеней свободы. Выбираем базирование детали исходя из рекомендаций [4].

На теоретической схеме базирования, представленной в соответствии с рисунком 3.1 используем опорную базу – торец, направляющую базу – цилиндрическую поверхность. Применена следующая схема базирования:

- деталь в пространстве лишается 2-х степеней свободы при установке наружной цилиндрической поверхностью детали на посадочную поверхность зажимных элементов;
- деталь в пространстве лишается 3-х степеней свободы при базировании детали торцем.

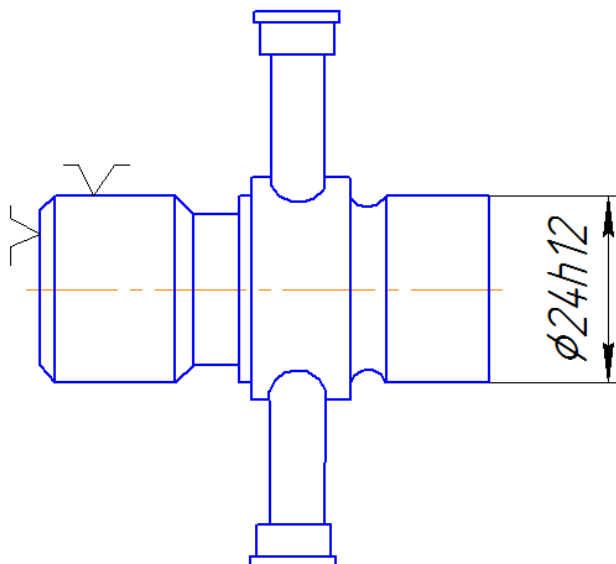


Рисунок 3.1 – Теоретическая схема базирования

На основании схемы базирования разрабатываем схему приспособления.

3.1.2 Проектирование схемы приспособления

В соответствии с рисунком 3.2 представлена схема приспособления. Рабочее давление сжатого воздуха поступает из пневмосети через полость пневмокамеры 1 в результате чего происходит сжатие диафрагмы влево и шток 7 перемещается, продольно передавая усилие ползуну 2 который расположен в полости корпуса 3. Под действием усилия ползун 2 перемещает рычаг 4, закрепленный на оси 5 который в свою очередь качается и тянет за собой державку с кулачком 6, таким образом, происходит зажим обрабатываемой детали.

					15.03.05.2018.096.000 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		

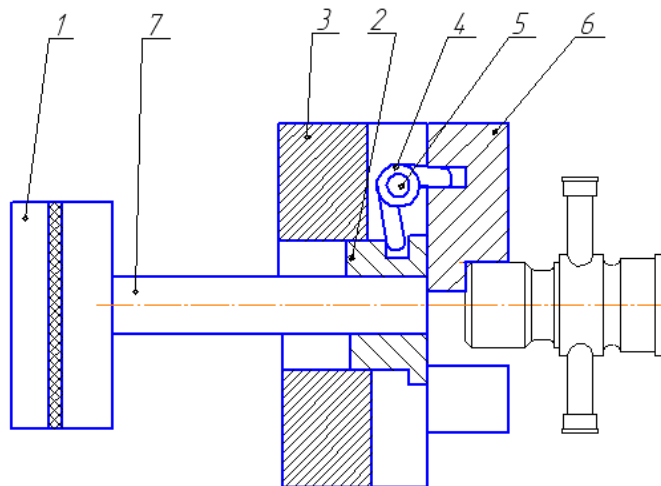


Рисунок 3.2– Схема приспособления

3.1.3 Расчет основных элементов приспособления

Расчет параметров пневмокамеры производится, исходя из того, что сила зажима приспособления должна превышать силы, возникающие при резании. С учетом этого необходимо выбрать параметры пневмопривода. Сила зажима достаточная определяется по формуле [4].

$$F1 = Fp \cdot \frac{L1}{L2},$$

где $F1$ – сила зажима достаточная, Н;

Fp – сила резания, $Fp=1154$ Н;

$L1, L2$ – длины плеч рычага, соответственно равны 130 и 65мм.

$$F1 = 1154 \cdot \frac{130}{65} = 2308 \text{ Н}$$

Для нормальной работоспособности приспособления сила зажима на покрытие различных случайных ситуаций увеличивается до 2500 Н.

Сила зажима определяется по формуле:

$$F1 = P \cdot S \cdot \eta$$

где P – давление сжатого воздуха в сети, $P=0.4$ МПа

S – площадь мембраны в пневмокамере, мм²

η – КПД пневмокамеры, $\eta=0.8$

$$S = \frac{F1}{P \cdot \eta} \quad \text{или} \quad \frac{\pi \cdot D^2}{4} = \frac{F1}{P \cdot \eta}$$

где D – диаметр мембраны пневмокамеры, мм

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot F1}{\pi \cdot P \cdot \eta}}$$

					15.03.05.2018.096.000 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 2500}{3.14 \cdot 0.4 \cdot 0.8}} = 99.8 \text{ мм.}$$

Принимаем ближайший стандартный диаметр мембраны $D=100$ мм
Диаметр штока пневмокамеры для данного диаметра диафрагмы равен 20 мм.
Проверяем резьбовую часть штока на прочность

$$G = \frac{4 \cdot F}{\pi \cdot d1^2} \leq \gamma \cdot G_d$$

где G – напряжение возникающее в детали, МПа;

F – сила, действующая на шток, $F=2500$ Н;

$d1$ – диаметр впадин резьбы штока, $d1=18,835$ мм;

γ – коэффициент уменьшения допускаемых напряжений, $\gamma = 0,59$;

G_d – допускаемое напряжение, определяется по формуле:

$$G_d = \frac{G_\tau}{S},$$

где G_τ – предел текучести, $G_\tau=640$ МПа;

S – запас прочности, $S=2$

Подставляя значения имеем:

$$G_d = \frac{640}{2} = 320$$

$$G = \frac{4 \cdot 2500}{3.14 \cdot 18.835^2} \leq 320 \cdot 0.59$$

$$8,98 < 188,8$$

Так как расчетное напряжение в резьбе штока меньше допустимого, то, следовательно, он достаточно прочен.

3.1.4 Компоновка приспособления

Рабочее давление сжатого воздуха поступает из пневмосети через полость пневмоцилиндра 14 попадает в рабочую полость пневмокамеры 1 в результате чего происходит сжатие диафрагмы влево и шток 11 перемещается, продольно передавая усилие ползуну 5 который расположен в полости корпуса 2 и в основании 4. Под действием усилия ползун 5 перемещает рычаг, закрепленный на оси 6 который в свою очередь перемещается вниз и тянет за собой направляющие 9 которые перемещают державку 3 с кулачком 8, таким образом, происходит зажим обрабатываемой детали.

					15.03.05.2018.096.000 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		

В данном приспособлении кулачки сменные и можно открутив винты 15 сменить или заменить их. Также при неисправной пневмосистеме или при отсутствии сжатого воздуха зажим и разжим заготовки можно произвести при помощи ключа. Вращая, соответственно, по часовой или против часовой стрелки переходник 13, который в свою очередь будет передавать движение вращения в движение направления державки 3 с кулачком 8. После того, как заготовку обработали, рабочее давление подают в другую полость пневмокамеры, усилие меняется, происходит перемещение вправо. Шток 11 давит на ползун 5 который перемещает рычаг, перемещающий в свою очередь, направляющую 9 с державкой 3 и кулачок 8 вверх. Кулачки разжимаются относительно центра. Обработанная деталь освобождается.

Зажимное приспособление представлено в соответствии с рисунком 3.3

3.1.5 Расчет приспособления на точность

Для обеспечения точности приспособления должно выполняться неравенство:

$$T \geq \Sigma E$$

где T – допуск обрабатываемой поверхности;

ΣE – суммарная погрешность, определяется по формуле:

$$\Sigma E = E_j + E_{обр.} + E_{пр}$$

где E_j – погрешность установки, мм;

$E_{обр.}$ – погрешность обработки, мм;

$E_{пр.}$ – погрешность приспособления, мм.

Погрешность установки определяется по формуле:

$$E_j = \sqrt{E_6^2 + E_3^2},$$

где E_6 – погрешность базирования, при данной схеме базирования $E_6 = 0$;

E_3 – погрешность закрепления, определяется по формуле:

$$E_3 = \sqrt{E_{31}^2 + E_{32}^2 + E_{33}^2},$$

где E_{31} – погрешность закрепления, равна нулю;

E_{32} – погрешность закрепления из-за неоднородности шероховатости базы заготовки, определяется по формуле:

$$E_{32} = \left[\frac{1.1q}{10 \cdot (V_0 + V_3)} \cdot \frac{K_1 \cdot \alpha_1}{\sin \alpha \cdot (1 + W_3 + R_{z0} + R_{z3})^{1-\alpha_1}} \right] \cdot \Delta R_{z3}$$

где K_1, α_1 – коэффициенты, соответственно равные 0.32 и 0.25

$V_3, V_0, W_3, R_{z0}, \Delta R_{z3}$ – параметры качества заготовки и приспособления, соответственно равны 10; 10; 3; 6.3; 2.5;

					15.03.05.2018.096.000 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		

					15.03.05.2018.096.000 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		

$$E_{z3} = \left[\frac{0.87 \cdot q^{0.2} \cdot K \cdot \alpha}{\sin \alpha \cdot d^{0.2} \cdot (1 + W_3)^{1-\alpha_1}} \right]$$

$K=0.2, \alpha=0.11$

где d – диаметр заготовки за который базируется деталь, $d = 22$ мм.

Подставляя значения, имеем:

$$E_{z1}=0$$

$$E_{z3} = 2.583 \cdot 10^{-3}$$

$$E_z = 2.6 \cdot 10^{-3}$$

$$E_j = 2.6 \cdot 10^{-3}$$

$$E_{обр.} = 0.003$$

$$E_{гр.} = 0.004$$

$$\sum E = 9.6 \cdot 10^{-3}$$

$$T = 0.03$$

$$\sum E \leq T$$

Таким образом, неравенство выполняется и заданная точность достигается.

3.2 Проектирование режущего инструмента

В качестве режущего инструмента конструируем резбонарезную головку для обработки резьбы M20x1,5-8g.

Режущая кромка гребенки должна устанавливаться относительно заготовки в определенное положение, обеспечивая соответствующую обрабатываемому материалу геометрию. Для этого между кулачком и гребенкой установлена двухвенцовая звездочка 9. Число зубьев Z_1 на венце, который вставляется в отверстие звездочки, на один зуб больше по отношению к числу зубьев Z_2 на малом венце. Если повернуть звездочку вместе с гребенкой на величину $1/z_1$ по часовой стрелке, а затем гребенку на величину $1/z_2$ против часовой стрелки, то перемещение

$$a = \pi d(1/z_1 - 1/z_2),$$

где d – наружный диаметр гребенки.

Перемещение вершин гребенок относительно заготовки составляет 0,2—0,3 мм, что позволяет с помощью специального прибора произвести точную настройку на заданные геометрические параметры.

Размеры кулачков и гребенок определяются шагом P и углом подъема резьбы τ . Опорная поверхность кулачка наклонена на угол $\tau_x = \tau \pm (10 \div 15)$, так как гребенка имеет кольцевую нарезку. Угол подъема резьбы

					15.03.05.2018.096.000 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		

$$\operatorname{tg} \tau = P / (\pi d_2).$$

При расположении гребенок относительно детали необходимо, чтобы кольцевые нарезки соседних гребенок располагались со смещением

$$\delta = P/z,$$

где z – число гребенок

Для этого необходимо, чтобы каждая гребенка в комплекте имела определенное расположение нарезки относительно опорного торца. Наружный диаметр гребенки d должен быть достаточно большим, чтобы обеспечить необходимую прочность гребенки, но при этом следует учитывать величину развода кулачков, диаметр головки $D_{\text{ГОЛ}}$ и зазор между плашками $\Delta_{\text{п}}$ при их сближении.

Диаметр гребенки

$$d = D_{\text{К}} - 2c - d_1 + 2t,$$

где $D_{\text{К}}$ – внутренний диаметр нажимного кольца головки;

c – размер кулачка от центра звездочки до центральной точки опорной поверхности;

d_1 – внутренний диаметр резьбы детали;

t – постоянная величина, зависящая от размера заготовки.

Ход кулачка необходимо учитывать при расчете d и проводить проверку по формуле

$$2(d + l_x) + d_1 \leq D_{\text{ГОЛ}}.$$

В сведенном состоянии между гребенками выдерживают минимально допустимый зазор $\Delta_{\text{п}}$, размер которого должен удовлетворять неравенству

$$\sqrt{2} \left(\frac{d + d_1}{2} \right) \geq \frac{d}{2} + R + \Delta_{\text{п}}$$

где R – минимальный радиус скругления срезанной части плашки.

В соответствии с рисунком 3.4 представлена режущая часть гребенки

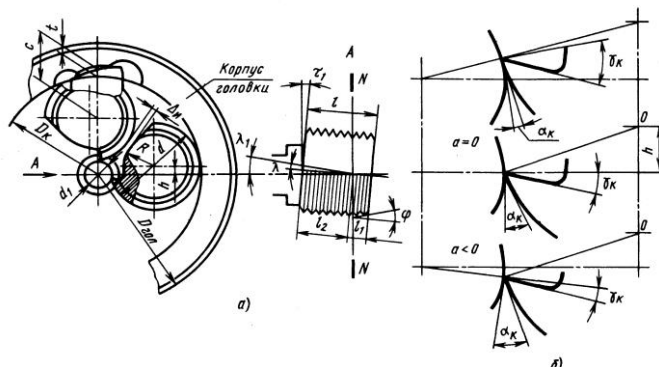


Рисунок 3.4 – Режущая часть гребенки.

						Лист
					15.03.05.2018.096.000 ПЗ	
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		

3.2.1 Компоновка резьбонарезной головки

Резьбонарезная головка с круглыми гребенками не вращающегося типа имеет четыре круглые гребенки 2 с кольцевой резьбой, закрепленные винтами 7 на кулачках в соответствии с рисунком 3.5. Последовательность перемещения гребенки с кулачком представлена циклограмме. Исходное положение гребенки 2 на циклограмме обозначено точкой а. Плашки сведены, и головка движется вместе с суппортом, нарезая резьбу (участок ab). При остановке суппорта (или остановке корпуса 5 упором) остановится хвостовик 4 (точка Б). Плашкодержатель 1 под действием сил самозатягивания перемещается вперед на величину А, сжимая пружины 8 кольцом 6, закрепленным винтами 14. Корпус 5 остановится, упираясь в выступ А на хвостовике, а плашкодержатель продолжает перемещаться (участок bc). В точке с, как только плашкодержатель выйдет на величину L из корпуса 5, кулачки 3 вместе с гребенками 2 под действием пружин.10, нажимающих на штифты 12 и шпильки 15, разойдутся (участок cd), перемещаясь в точку d. Головка раскрыта, и в раскрытом состоянии она перемещается на расстояние de обратного хода. В точке e вручную (или с помощью упора) плашкодержатель вдвигают в корпус 5 рукояткой 13, на которую нажимает пружина 11. Корпус 5, скользя по скосам кулачков В, сводит гребенки в рабочее положение (участок циклограммы fa).

Головка регулируется на диаметр нарезаемой резьбы. Для этого необходимо с помощью регулировочных винтов поворачивать плашкодержатель 1 относительно корпуса 5 по направлению стрелки С. За счет лыски на внутренней поверхности корпуса 5 и затылованной поверхности на кулачке гребенка вместе с кулачком удаляется или приближается к центру головки.

3.3 Проектирование приспособления для контроля радиального биения

3.3.1 Схема контроля радиального биения

Приспособление контрольное предназначено для контроля радиального биения. Схема контроля представлена в соответствии с рисунком 3.6

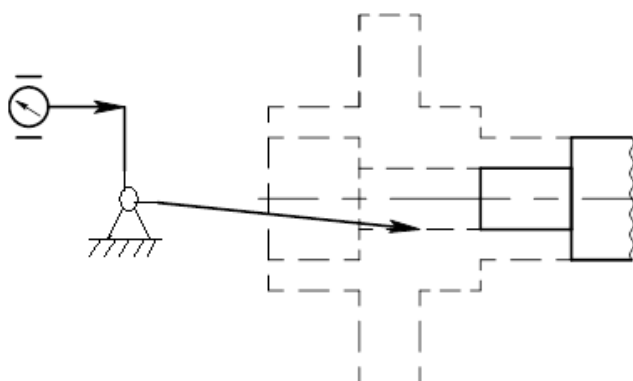


Рисунок 3.6 – Схема контроля радиального биения.

					15.03.05.2018.096.000 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		

					15.03.05.2018.096.000 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		

3.3.2 Расчет приспособления на точность

На точность измерения контролируемого параметра - радиального биения в данном приспособлении будут влиять погрешности: несоосность осей базирующих поверхность оправки, погрешность индикатора, допуски перпендикулярности и параллельности в приспособлении.

Совокупность этих погрешностей должна быть меньше контролируемого параметра, то есть радиального биения, которое составляет 0.05мм. Погрешность индикатора составляет 0.003мм.

Несоосность осей базирующих поверхностей оправки составит 0.004мм. Допуски перпендикулярности и параллельности в приспособлении равны 0.002 и 0.004мм. соответственно.

$$\Delta = \sqrt{\Delta 1^2 + \Delta 2^2 + \Delta 3^2 + \Delta 4^2}$$

$$\Delta = 0.003 + 0.004 + 0.002 + 0.004 = 0.013$$

Таким образом, заданная точность обеспечивается.

3.3.3 Компоновка приспособления

Принцип работы приспособления основан на использовании мембраны, за счет упругой деформации которой происходит зажим детали.

В данном приспособлении можно выделить две основные части: зажимную и подводную.

Зажимная часть при помощи оправки 16 фиксирует деталь, не давая ей перемещаться в осевом направлении. При повороте рукоятки 9 расположенной на маховике 18, шток 10 перемещается вправо по резьбе, прогибая мембрану, кулачки которой при этом разжимаются. Зажим детали произведен.

Подводящая часть приспособления предназначена для подвода лапки индикатора к контролируемой поверхности. Корпус 13 перемещаем по основанию

1, предварительно ослабив гайку поз.20, до тех пор, пока лапка индикатора не дойдет до контролируемой поверхности. Затем, затягивая гайку 31, фиксируем положение корпуса поз.13, после чего, поворачивая рукоятку 9, проводим контроль радиального биения. Контрольное приспособление соответствует рисунку 3.7

Вывод по разделу три

В разделе разработано приспособление с цангой и пневмоприводом для установки и закрепления заготовки при токарной обработке. Для этого определена теоретическая схема базирования, разработана схема приспособления и выполнен силовой расчёт приспособления.

Для нарезки наружной резьбы разработана резьбонарезная головка.

Для контроля радиального биения разработано специальное центрирующее приспособление с рожковой мембраной. Для этого определена схема измерения, разработана схема приспособления, выполнен расчёт приспособления на точность.

									Лист
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата	15.03.05.2018.096.000 ПЗ				

					15.03.05.2018.096.000 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		

4. СТРОИТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ

4.1 Выбор и определение количества оборудования

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

Таблица 4.1 – Исходные данные

Номер операции	Наименование операции	Модель станка	Нормы времени				Разряд рабочих
			T _о	T _в	T _ш	T _{п.з}	
005	Токарная	1Г340	0,2	0,25	10,49	16	3
010	Токарная	1Г340	2,62	0,67	3,55	16	3
015	Токарная	1Г340	0,1	0,22	0,35	16	3
020	Токарная	1Г340	0,1	0,22	0,35	16	3
025	Токарная с ЧПУ	СТП-220АП	3,94	2,13	6,98	19	4
030	Токарная с ЧПУ	СТП-220АП	1,51	1,2	3,12	19	4
035	Токарная с ЧПУ	СТП-220АП	1,1	1,53	3,02	19	4
040	Токарная с ЧПУ	СТП-220АП	1,1	1,53	3,02	19	4
045	Фрезерная	6М12П	2,0	0,4	2,6	15	3

Определение типа производства

Тип производства – среднесерийное.

Программа выпуска деталей N_{год} = 1500 шт/год

Годовой приведённый выпуск деталей N_{пр} = 40000 шт.

Определяем норма штучно-калькуляционного времени для операции 005 по формуле [9]

$$T_{\text{шк}005} = \frac{T_{\text{пз}005}}{P_{\text{д}}} + T_{\text{шт}005}, \text{ мин}$$

где T_{шт} – штучное время, мин

T_{пз} – подготовительно-заключительное время

P_д – количество деталей в партии, P_д = 30 шт

$$T_{\text{шк}1} = \frac{20}{30} + 0,49 = 1,02 \text{ мин}$$

Расчётное количество станков определяется по формуле [9]

$$S_{\text{расч.005}} = \frac{T_{\text{шк}005} \cdot N_{\text{пр}}}{F_{\text{д}} \cdot 60}, \text{ шт}$$

						Лист
					15.03.05.2018.096.000 ПЗ	
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		

где F_d – действительный годовой фонд работы оборудования, $F_d = 4015$ часов

$$S_{\text{расч.005}} = \frac{1,02 \cdot 40000}{4015 \cdot 60} = 0,16$$

Расчётное количество станков округляется в большую сторону, т.е. получаем принятое количество станков $S_{\text{пр005}}$.

Принято $S_{\text{расч 005}} = 1$ шт.

Коэффициент загрузки оборудования $K_{з 005}$ определяется по формуле [9]

$$K_{з 005} = \frac{S_{\text{расч.005}}}{S_{\text{пр}}}$$

$$K_{з 005} = \frac{0,16}{1} = 0,16$$

Результаты остальных расчётов сводим в таблицу 4.2

Таблица 4.2 – Количество потребного оборудования

Номер операции	Модель станка	Нпр шт.	Фд ч	$T_{\text{шк}}$ мин	$S_{\text{расч}}$ шт.	$S_{\text{пр}}$ шт.	K_z
005	1Г340	40000	4015	1,02	0,16	1	0,16
010	1Г340			4,08	0,68	1	0,68
015	1Г340			0,88	0,15	1	0,15
020	1Г340			0,88	0,15	1	0,15
025	СТП-220АП			7,61	1,26	2	0,63
030	СТП-220АП			3,5	0,58	1	0,58
035	СТП-220АП			3,65	0,6	1	0,6
040	СТП-220АП			3,65	0,1	1	0,6
045	6М12П					3,1	0,51
Итого:				28,37	4,19	10	0,45

На разрабатываемом участке принятое число станков равно 10 штук, график загрузки представлен в соответствии с рисунком 4.1.

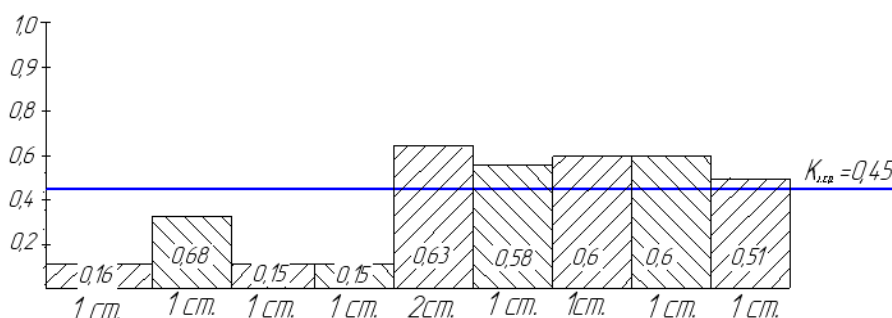


Рисунок 4.1 – График загрузки оборудования

					15.03.05.2018.096.000 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		

4.2 Определение необходимого состава работающих и их численности

4.2.1 Многостаночное обслуживание

Многостаночное обслуживание применяется на станках с достаточно высоким уровнем автоматизации. Наилучшие возможности имеются при наличии нескольких одинаковых станков, выполняющих одну и ту же операцию, т.е. станков-дублеров.

При выполнении операций, включающих два и более переходов, выполняемых на универсальных станках с ручным управлением, для определения возможности многостаночного обслуживания необходимо построить циклограмму многостаночного обслуживания. В соответствии с рисунком 4.2 приведена циклограмма многостаночного обслуживания для 025 операции.

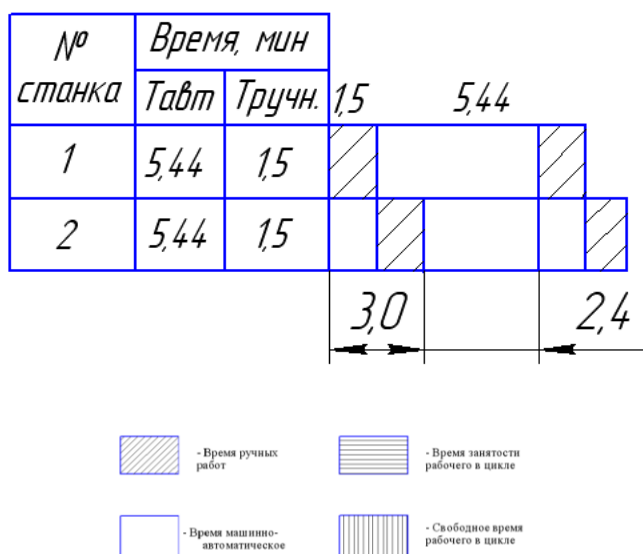


Рисунок 4.2 – Циклограмма многостаночного обслуживания для 015 операции

Расчет для операции с ЧПУ: $T_0 = 3,94$; $T_в = 2,13$
 $T_в = T_{ву} + T_{мв}$

$T_{ву} = 0,5$;

Труч. = $0,5 + 1 = 1,5$

$T_{м.авт.} = 3,94 + 1,5 = 5,44$

$S_m = 1,5 / 5,44 + 1 = 1,27$ мин

Принято $S_m = 2$ шт.

4.2.2 Определение количества вспомогательных рабочих

При укрупненном проектировании численность вспомогательных рабочих определяют общим числом без указания профессии в процентах от числа производственных рабочих. По нормам, независимо от типа производства, для механических

					15.03.05.2018.096.000 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		

цехов число вспомогательных рабочих составляет 20–25% от числа производственных.

Определяем количество производственных рабочих на операцию 005 по формуле [9]

$$R_{\text{п.расч.005}} = \frac{T_{\text{шк005}} \cdot N_{\text{пр}}}{F_{\text{др}} \cdot 60 \cdot S_{\text{м}}}, \text{ шт}$$

где $F_{\text{др}}$ – действительный годовой фонд времени производственного рабочего, $F_{\text{др}}=1860$

$S_{\text{м}}$ – коэффициент многостаночности, $S_{\text{м}}=2$

$$R_{\text{п.расч.005}} = \frac{0,49 \cdot 40000}{1860 \cdot 60 \cdot 2} = 0,08$$

Расчётное количество рабочих округляется в большую сторону, т.е. получаем принятое количество $R_{\text{п.расч. 005}}$

Принято $R_{\text{п.расч. 005}} = 1$

Результаты остальных расчётов сводим в таблицу 4.3

Таблица 4.2 – Количество производственных рабочих

Номер операции	Модель станка	$N_{\text{пр}}$ шт.	$F_{\text{д}}$ ч	$T_{\text{шк}}$ мин	$R_{\text{п.расч}}$ шт.	$R_{\text{пр.}}$ шт.	$S_{\text{м}}$
005	1Г340	40000	4015	1,02	0,36	1	1
010	1Г340			4,08	0,73	1	1
015	1Г340			0,88	1,46	2	1
020	1Г340			0,88	0,31	1	1
025	СТП-220АП			7,61	1,36	1	2
030	СТП-220АП			3,5	0,63	1	2
035	СТП-220АП			3,65	0,65	1	2
040	СТП-220АП			3,65	0,65	1	2
045	6М12П					3,1	1,11
Итого				28,37	7,26	10	

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

					15.03.05.2018.096.000 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		

$$R_{\text{вс}} = \frac{10 \cdot 20\%}{100\%} \approx 2,8 \text{ чел.}$$

где R_c - количество рабочих станочников, $R_{\text{пр}} = 10$ чел.

4.2.3 Определение количества инженерно - технических работников

К категории ИТР механического цеха относятся начальник цеха и его заместители, старшие и сменные мастера, технологи, механики, специалисты по вычислительной технике и системам управления и т.д. Нормы для расчета числа ИТР приведены в [9]

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

$$R_{\text{итр}} = \frac{10 \cdot 21\%}{100\%} = 2 \text{ чел.}$$

4.2.4 Определение количества служащих

Категория служащих включает работников цеховой бухгалтерии, учетчиков, табельщиков, распределителей работ, копировщиков, секретарей и др. Создание АСУ для бухгалтерского учета позволяет централизовать эту работу в масштабе завода, а в цехах иметь лиц, ведущих лишь первоначальную бухгалтерскую документацию. Численность служащих определена по нормам, приведенным в [9]

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

$$R_{\text{сл}} = \frac{10 \cdot 1,7\%}{100\%} \approx 1 \text{ чел.}$$

4.2.5 Определение количества работников технического контроля

Работники технического контроля в состав работающих цеха не включаются, а их численность может быть найдена по нормам, представленным в [9].

Рассчитываем число контролёров R_k

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

$$R_k = \frac{10 \cdot 9\%}{100\%} \approx 1 \text{ чел.}$$

					15.03.05.2018.096.000 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		

Рассчитываем число контрольных мастеров $R_{км}$

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

$$R_{км} = \frac{10 \cdot 0,8\%}{100\%} \approx 1 \text{ чел.}$$

4.3 Определение площади складов

Величину площади складов определяют исходя из необходимости хранения определенного количества запаса металла, заготовок, полуфабрикатов или деталей с учетом допустимой грузонапряженности пола складского помещения по [9]

$$S_0 = \frac{Q_0 \cdot a_{ср}}{\Phi \cdot g_{ср} \cdot K_{и}}, \text{ м}^2,$$

где Q_0 – общий черновой вес материалов или заготовок, подлежащих механической обработке в течение года, вес заготовок $Q_д=120$ т; вес деталей $Q_з=150$ т;

$a_{ср}$ – среднее количество дней, на которое принимается запас материала (запас материалов и заготовок должен быть невелик и содержать минимум, необходимый для бесперебойной работы станков), $a_{ср}=6$ дней [9];

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

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

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

Площадь склада деталей

$$S_д = \frac{120 \cdot 3}{250 \cdot 2 \cdot 0,4} = \frac{360}{200} = 1,8 \text{ м}^2$$

Площадь склада заготовок

$$S_з = \frac{150 \cdot 3}{250 \cdot 2 \cdot 0,4} = \frac{450}{200} = 2,25 \text{ м}^2$$

4.4 Выбор типа транспортных и грузоподъемных средств и определение их количества

Выбор того или иного вида цехового транспорта зависит от характера продукции, ее веса и размеров; вида производства и формы организации работы; размеров грузооборота; назначения транспорта [9]. Внутри зданий используются машины с электроприводом, а для работы на открытых площадках – машины с двигателями внутреннего сгорания.

					15.03.05.2018.096.000 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		

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

Крановое оборудование.

Для планируемого участка механической обработки примем мостовой однобалочный кран (до 5 т) применяются для транспортирования внутри цеха и складов [9]

4.4.1 Расчет необходимого количества подъемно - транспортного оборудования

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

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

$$K_T = \frac{Q \cdot i}{q \cdot 60 \cdot \Phi \cdot m \cdot K_p} \left(\frac{l_{cp}}{v_{cp}} + t_3 + t_p \right), \text{ шт.},$$

где Q – вес деталей, транспортируемых в год, Q=120 т;

i – среднее количество транспортных операций на одну деталь;

q – заполнение электротележки за один рейс, т, (примерно 75% от её грузоподъемности) принимаем q = 0,75 т;

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

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

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

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

t₃, t_p – время на загрузку и разгрузку электротележки за каждую операцию (по 5...10 мин).

При дробном числе оно округляется до целого и называется принятым количеством K_{T пр.}

$$K_T = \frac{120 \cdot 6}{0,75 \cdot 60 \cdot 2070 \cdot 2 \cdot 0,97} \left(\frac{90}{50} + 10 + 10 \right) = 0,57 \text{ шт.}$$

Принимаем K_{T пр.}=1 шт.

Количество мостовых кранов для механических цехов

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

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

					15.03.05.2018.096.000 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		

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

$$D = \frac{40000 \cdot 0,05}{50} = 40 \text{ шт}$$

где G_1 – вес одной детали, $G_1=0,05$;

G_k – вес контейнера с деталями;

m – количество рабочих смен в сутки;

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

i – количество крановых операций на один перевезённый груз;

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

V_{cp} – средняя скорость движения крана;

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

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

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

$$K = \frac{40 \cdot 5}{240 \cdot 2} \cdot \frac{\left(\frac{90}{50} + 5 + 5\right)}{480 \cdot 0,85} = 0,51$$

Принимаем 1 кран.

В соответствии с рисунком 4.4 представлен мостовой кран.

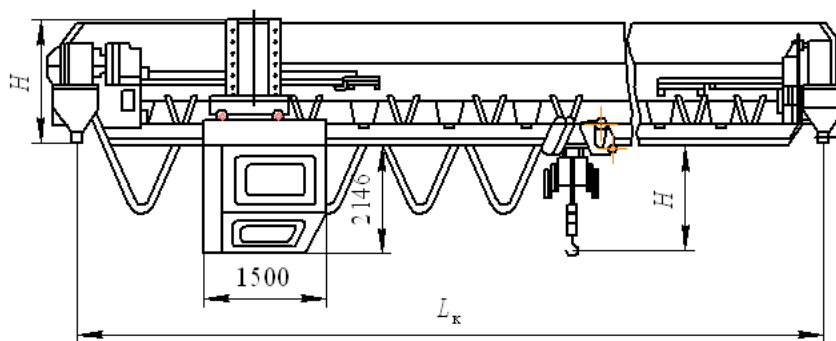


Рисунок 4.4 – Кран мостовой

4.10 Выбор способа транспортирования стружки

Несмотря на внедрение экономичных методов производства заготовок в процессе обработки резанием образуется значительное количество стружки. Стружку, прежде всего, необходимо отвести из зоны образования, а далее транспортировать ее к месту сбора и переработки. Это сделало необходимым разработку многих специальных средств для уборки и утилизации стружки.

					15.03.05.2018.096.000 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		

Для спроектированного участка механической обработки транспортировка стружки к местам сбора и переработки производится с использованием механизированной системы, то есть с использованием ручного труда, средств малой механизации с транспортировкой стружки на тележке. Так как стружку, образующуюся на площади 1000–2000 м² в количестве до 300 кг/ч от отдельно стоящих станков, целесообразно собирать в специальную тару и безрельсовым транспортом доставлять к местам переработки. В соответствии с рисунком 4.5 представлена секция скребково – штангового конвейера

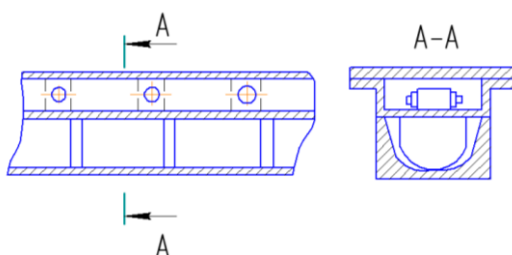


Рисунок 4.5 – Секция скребково-штангового конвейера

Размер производственной площади механического цеха с учетом площади, занимаемой верстаками слесарей, подсчитывается следующим образом:

– при детальном проектировании цеха производственная площадь определяется на основании разработанного плана расположения всего оборудования, рабочих мест, проездов, проходов и пр.

– в случае укрупненного проектирования производственная площадь определяется по удельной площади, приходящейся на 1 станок. В среднем она составляет: для малых станков – 10–12 м², средних – 15–25 м², крупных – 25–70 м², особо крупных – 70–200 м² на станок. Таким образом, площадь, занимаемую станками $F_{ст}$, можно подсчитать по формуле

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

где $C_{пр}$ – принятое число станков данного типоразмера, $C_{пр}=10$ шт;

$f_{уд}$ – удельная производственная площадь, приходящаяся на 1 станок данного типоразмера.

$$F_{ст} = \sum 13 \cdot 10 = 130 \text{ м}^2.$$

Рассчитываем массу стружки

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

где $m_{ДЕТ}^Б = 0,05$ кг – масса детали;

$m_{ЗАГ}^Б = 0,3$ кг – масса заготовки для детали.

						Лист
					15.03.05.2018.096.000 ПЗ	
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		

$$m_{\text{СТР}} = \frac{(0,3 - 0,05) \cdot 40000}{1000} = 40 \text{ т.}$$

$$\frac{m_{\text{СТР}}}{S_{\text{уд}}} = \frac{40}{130} = 0,31 \text{ т/м}^2.$$

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

4.11 Планировка участка, определение его основных размеров

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

При разработке планировки учитываются следующие основные требования:

- 1) оборудование в цехе размещается в соответствии с принятой формой организации технологических процессов.
- 2) расположение оборудования, проходов и проездов гарантирует удобство и безопасность работы, возможность монтажа и демонтажа, ремонта оборудования; удобство подачи заготовок и инструмента; удобство уборки отходов;
- 3) планировка увязана с применяемыми подъемно-транспортных средств;
- 4) в планировках предусмотрены кратчайшие пути перемещения заготовок, деталей, узлов в процессе производства, исключая возвратные движения. Грузопотоки не пересекаются между собой, а также не пересекают и не перекрывают основные проезды, проходы и дороги, предназначенные для движения людей.

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

Минимальная высота пролёта определяется по высоте до головки подкранового рельса. Основные размеры пролёта здания приведены в соответствии с рисунком 4.6

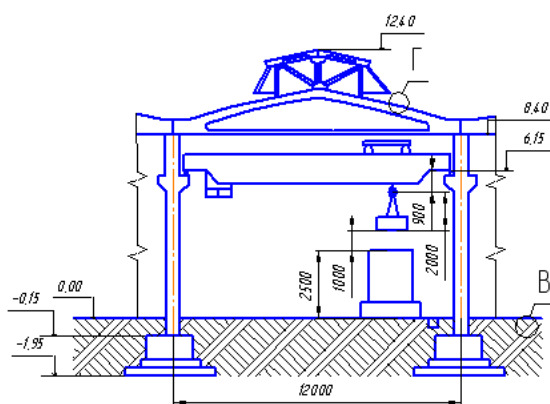


Рисунок 4.6 – Основные размеры пролёта здания

						15.03.05.2018.096.000 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата			

Высота до головки подкранового рельса (м) рассчитывается по формуле

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

где h_1 – максимальная высота оборудования, $h_1=2,5$ м;

h_2 – минимальное расстояние между оборудованием и перемещаемым грузом, $h_2=1$ м;

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

h_4 – высота крана, $h_4=0,9$ м.

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

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

Оборудованием с максимальной высотой являются станки модели АГС-1 высотой 2,93 м.

$$H_K = 2,5 + 1 + 2 + 0,9 = 6,83 \text{ м.}$$

Расчётное значение корректируется до ближайшего стандартного. Принимаем $H_K = 8,16$ м. В зависимости от величины H_K принимаем высоту пролёта $H = 10,8$ м.

Колонны здания железобетонные серии КЭ-01-49 с консолями прямоугольного сечения 400×800 мм, приведены в соответствии с рисунком 4.7

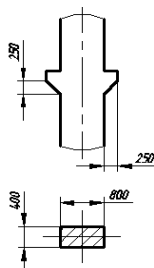


Рисунок 4.7 – Колонны средних пролётов

					15.03.05.2018.096.000 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		

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

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

Верхняя плоскость фундамента располагается на 150 мм ниже уровня пола, подошва фундамента – на 1,95 м. Размеры фундаментов назначаются в зависимости от серии и сечения колонны и приведены в соответствии с рисунком 4.8

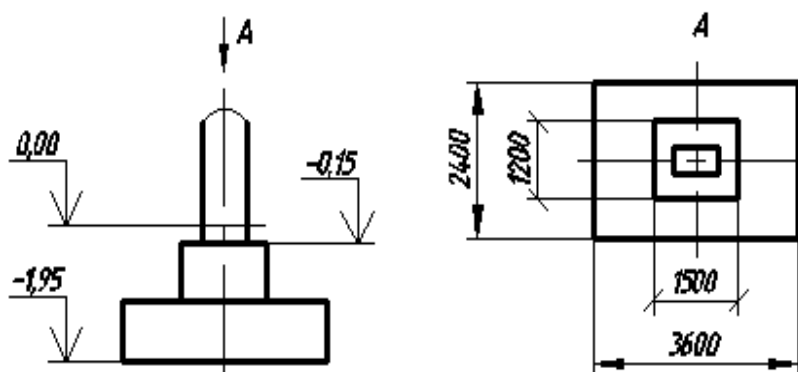


Рисунок 4.8 – Фундамент под колонны

Несущей конструкцией здания являются железобетонные решётчатые фермы серии 1.462-3. Габаритные размеры фермы: длина 21960 мм, высота 1390 мм, толщина 200 мм, приведены в соответствии с рисунком 4.9

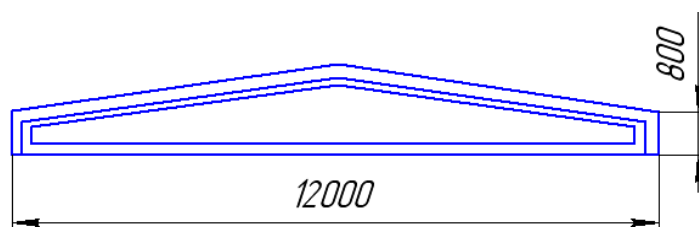


Рисунок 4.9 – Железобетонная ферма серии 1.462-3

В соответствии с рисунком 4.10 представлена конструкция кровли.

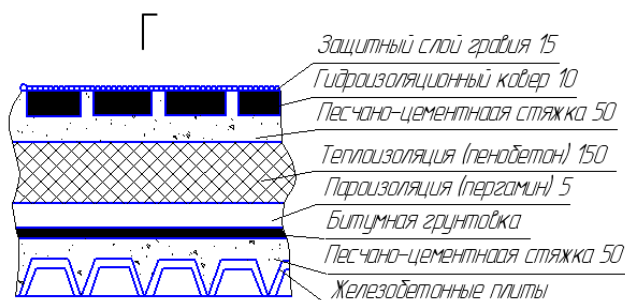


Рисунок 4.10 – Конструкция кровли

					15.03.05.2018.096.000 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		

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

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

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

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

Оборудование на участке устанавливается непосредственно на полу. Пол представляет собой многослойную конструкцию, изображённую в соответствии с рисунком 4.11, включающую трамбованный грунт, надёжную бетонную подготовку толщиной 200...300 мм, песчано-цементную стяжку для выравнивания, слой гидроизоляции, а также покрытие пола из бетона.

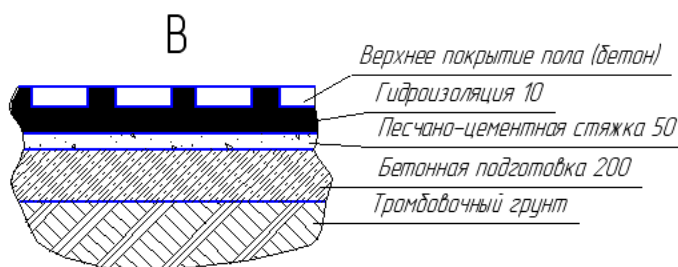


Рисунок 4.11 – Конструкция пола

В соответствии с рисунком 4.12 представлена планировка участка.

Выводы по разделу четыре

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

					15.03.05.2018.096.000 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		

					15.03.05.2018.096.000 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		

5 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

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

5.1 Разработка мероприятий по снижению энергетических воздействий

На производстве преобладает механический шум, основным источником которого является производственное оборудование. Он вызывается силовыми воздействиями неуравновешенных вращающихся масс, ударами в сочленениях деталей, стуками в зазорах, движением материалов в трубопроводах и т.п. Спектр механического шума занимает широкую область частот. Определяющими факторами механического шума являются форма, размеры и тип конструкции, число оборотов, механические свойства материала, состояние поверхностей взаимодействующих тел и их смазывание.

Характеристика источников шума на участке в зависимости от типа и вида производственного оборудования, мощности его приводов, интенсивности и стабильности процесса резания приведена в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Источники шума

Оборудование	Классификация шума							Уровень звука, дБ	Диапазон звука, Гц
	По характеру спектра шума		По временным характеристикам		По природе возникновения				
	Широкополосный	Тональный	Постоянный	Непостоянный	Механический	Аэродинамический	Электромагнитный		
Станок 1Г340	+	+	+	-	+	-	+	60-100	500-2000
Станок токарный с ЧПУ СТП-220АП	+	+	+	-	+	-	+		
Станок 6М12П	+	+	+	-	+	-	+		

Примечание: «+» - наличие шума данного вида, «-» - отсутствие шума

В таблице 5.2 приводятся допустимые нормативные значения шума в зависимости от типа помещения и производимых работ [9].

					15.03.05.2018.096.000 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		

Таблица 5.2 – Предельно допустимые значения шума

Наименование помещения или территории	Уровень звукового давления в октавных полосах частот, Гц					Уровень звука, дБ	Максимальный уровень звука, дБ				
	31,5	63	125	250	500			1000	2000	4000	8000
Помещения с постоянными рабочими местами производственных предприятий	107	95	87	82	78	75	73	71	69	80	95

При сравнении данных параметров производственного оборудования с предельно допустимыми значениями можно сделать вывод, что оборудование имеет повышенные характеристики шума, то есть превышает предельно допустимые значения. В связи с этим необходимо произвести ряд мероприятий по снижению шума. Так как шум на всем оборудовании превышает предельно допустимые значения, предлагаю провести акустическую обработку помещений - это облицовка части внутренних ограждающих поверхностей звукопоглощающими материалами, а также размещение в помещении штучных поглотителей, представляющих собой свободно подвешиваемые объемные поглощающие тела различной формы и применить звукоизоляцию, то есть установить на пути распространения звука ограждения. Так же возможно использование средств индивидуальной защиты (СИЗ), что позволит предупредить расстройство не только органов слуха, но и нервной системы от действия чрезмерного раздражителя. В качестве СИЗ предлагаю использовать противошумные вкладыши – беруши.

Помимо шума, от производственного оборудования так же могут возникать и вибрации, то есть механические колебания. Виды оборудования и вибрации приведены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Источник вибраций

Классификация вибраций		Станок токарный 1Г340	Станок фрезерный 6М112П
Локальная (местная)		-	-
Общая	Технологическая	+	+
	Транспортная	+	+
	Транспорно-технологическая	+	+

Причиной возбуждения вибраций являются возникающие при работе машин и агрегатов, которые возникают:

– при возвратно-поступательных движениях систем (кривошипно-шатунные механизмы, ручные перфораторы и т.п.);

					15.03.05.2018.096.000 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		

– в результате наличия неуравновешенных вращающихся масс (ручные электрические и пневматические шлифовальные машины, режущий инструмент станков и т.п.);

– при ударах деталей (зубчатые зацепления, подшипниковые узлы).

В зависимости от вида вибрации в таблицах 5.4 и 5.5 приводятся допустимые нормативные значения вибрации для производственных помещений [9].

Таблица 5.4 – Допустимые значения производственной локальной вибрации

Среднегеометрические частоты октавных полос, Гц	*Предельно допустимые значения			
	Виброускорения		Виброскорости	
	м/с ²	дБ	м/с·10 ⁻²	дБ
8	1,4	123	2,8	115
16	1,4	123	1,4	109
31,5	2,8	129	1,4	109
63	5,6	135	1,4	109
125	11,0	141	1,4	109
250	22,0	147	1,4	109
500	45,0	153	1,4	109
1000	89,0	159	1,4	109
Корректированные и эквивалентные значения и их уровни	2,0	126	2,0	112

* Работа в условиях воздействия вибрации с уровнями, превышающими настоящие санитарные нормы более чем на 12 дБ (в 4 раза) по интегральной оценке или в какой-либо октавной полосе, не допускается.

Таблица 5.5 – Допустимые значения производственной технологической вибрации

Среднегеометрические частоты октавных полос, Гц	Предельно допустимые значения			
	Виброускорения		Виброскорости	
	1/3 окт.	1/3 окт.	1/3 окт.	1/3 окт.
	м/с ²	дБ	м/с·10 ⁻²	дБ
8	0,056	95	0,11	87
10	0,070	97	0,11	87
12,5	0,089	99	0,11	87
16,0	0,110	101	0,11	87
20,0	0,140	103	0,11	87
25,0	0,180	105	0,11	87
31,5	0,220	107	0,11	87
40,0	0,280	109	0,11	87
50,0	0,350	111	0,11	87
63,0	0,450	113	0,11	87
80,0	0,560	115	0,11	87

					15.03.05.2018.096.000 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		

По сравнению с нормативными значениями данные виды производственного оборудования превышают допустимые значения вибраций. Поэтому в качестве устранения вибрации предлагаю применить следующие виды борьбы с ней: вибродемпфирование – установку на защищаемый объект (станок) защитного устройства – упругодемпфирующего элемента, состоящего из элемента упругости и элемента демпфирования, соединенных параллельно, в этом случае, при действии внешняя вынуждающая сила действует и на защищаемый объект, и на упругий элемент защитного устройства, а реакция последнего полностью или частично гасится демпфирующим элементом защитного устройства; динамическое виброгашение – присоединение к станкам и порталному роботу систем, реакции которых уменьшают размах вибраций объекта в точках присоединения систем, чаще всего динамическое виброгашение осуществляют путем установки агрегатов на фундаменты; виброизоляция – установка между источником вибрации и объектом защиты упругодемпфирующего устройства – виброизолятора – с малым коэффициентом передачи, этот способ защиты заключается в уменьшении передачи колебаний от источника возбуждения защищаемому объекту при помощи устройств, помещенных между ними.

Наибольший вклад в электромагнитную обстановку производственного участка 50 Гц вносит электротехническое оборудование здания, а именно кабельные линии, подводящие электричество ко всему оборудованию, а также распределительные щиты. В помещениях, смежных с этими источниками, обычно повышен уровень магнитного поля промышленной частоты, вызываемый протекающим током. Пределно допустимый уровень напряженности ЭП на рабочем месте 5 кВ/м.

Максимально допустимые уровни напряженности и магнитного поля, плотности потока энергии на участке механической обработки не превышают значений максимально допустимого уровня напряженности на участке, он представлен в таблице 5.6.

Таблица 5.6 – Максимально допустимый уровень напряженности и плотности потока энергии в диапазоне частот 3–30кГц–300ГГц

Параметр	Максимально допустимые уровни в диапазонах частот МГц				
	0,03–3,0	3,0–30,0	30,0–50,0	50,0–300,0	300,0–30000,0
E, В/м	500	300	80	80	–
H, А/м	50	–	3	–	–

5.2 Расчет защитного заземления

Исходные данные.

Характеристика установки: напряжение – 380В; мощность – 96,7 кВт (мощность всех станков на участке); режим нейтрали – с заземленной нейтралью; вид грунта – глина.

Выбираем искусственный заземлитель – вертикальная труба:

					15.03.05.2018.096.000 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		

$$d = 30 \text{ мм}; l = 2 \text{ м}; l_{\text{мз}} = 2 \text{ м}; h = 0,5 \text{ м}.$$

Соединительная полоса:

$$b_{\text{п}} = 40 \text{ мм}; h = 0,5 \text{ м}.$$

Выбираем допустимое сопротивление заземляющего устройства в зависимости от мощности установок [11], при менее 100 кВт

$$R_{\text{зд}} = 10 \text{ Ом}.$$

Определим расчетное удельное сопротивление грунта, учитывая коэффициент климатической зоны Южного Урала $\psi = 1,5$ для вертикальных и $\psi = 3,5$ для горизонтальных заземлителей по формуле [11].

$$\rho = \rho_{\text{г}} \cdot \psi,$$

где $\rho_{\text{г}}$ – удельное сопротивление грунта, для глины $\rho_{\text{г}} = 15 \text{ Ом} \cdot \text{м}$ [11].

$$\rho = 15 \cdot 1,5 = 22,5 \text{ Ом} \cdot \text{м},$$

$$\rho = 15 \cdot 3,5 = 52,5 \text{ Ом} \cdot \text{м}.$$

Выбираем тип заземляющего устройства: выносное заземляющее устройство, в виде вертикально расположенных труб.

Определяем сопротивление одного искусственного заземлителя:

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

$$R_{\text{зо}} = \frac{22,5}{2 \cdot \pi \cdot 2} \cdot \left(\ln \frac{2 \cdot 2}{0,03} + \frac{1}{2} \cdot \ln \frac{4 \cdot 1,5 + 1}{4 \cdot 1,5 - 1} \right) = 6,08 \text{ Ом}.$$

Определим необходимое число вертикальных искусственных заземлителей методом подбора

$$n_1 = \frac{R_{\text{оз}}}{\eta_{\text{в}} \cdot R_{\text{зд}}},$$

где $\eta_{\text{в}}$ – коэффициент использования вертикальных заземлителей, который зависит от числа заземлителей и от отношения расстояния между вертикальными заземлителями к их длине – $l_{\text{мз}} / l$, вначале принимаем $\eta_{\text{в}} = 1$.

$$n_1 = \frac{6,08}{1 \cdot 10} = 0,6.$$

Находим по [11] значение коэффициента использования вертикальных заземлителей по ближайшему значению n_1 .

Принимаем $n = 2$.

$$\frac{l_{\text{мз}}}{l} = \frac{2}{2} = 1,$$

$$\eta_{\text{в}} = 0,85,$$

					15.03.05.2018.096.000 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		

$$n_2 = \frac{R_{оз}}{\eta_B \cdot R_{зд}} = \frac{6,08}{0,85 \cdot 10} = 0,71,$$

$$\eta_2 - \eta_1 = 0,71 - 0,6 = 0,11 < 1.$$

Определим длину соединительной полосы для выносного заземляющего устройства

$$l_{п} = l_{мз} \cdot (n - 1),$$

$$l_{п} = 2 \cdot (2 - 1) = 2 \text{ м.}$$

Определим сопротивление соединительной полосы

$$R_{по} = \frac{\rho}{2 \cdot \pi \cdot l_{п}} \cdot \ln \frac{2 \cdot l_{п}^2}{b_{п} \cdot t},$$

$$R_{по} = \frac{52,5}{2 \cdot \pi \cdot 2} \cdot \ln \frac{2 \cdot 2^2}{0,04 \cdot 0,52} = 24,9 \text{ Ом.}$$

Определим коэффициент использования вертикальных электродов (η_B) и соединительной полосы ($\eta_{п}$), в зависимости от числа заземлителей и отношения расстояния между заземлителями к их длине, $\eta_B = 0,85$, $\eta_{п} = 0,85$.

Определим расчетное сопротивление искусственных заземлителей.

$$R_{изр} = \frac{R_{зо} \cdot R_{по}}{R_{зо} \cdot \eta_{п} + n \cdot R_{по} \cdot \eta_B} = \frac{6,08 \cdot 24,9}{6,08 \cdot 0,85 + 2 \cdot 24,9 \cdot 0,85} = 3,2 \text{ Ом.}$$

$$R_{изр} \leq R_{зд},$$

$$3,2 < 10.$$

Строим схему заземляющего устройства.

В соответствии с рисунком 5.1 приведена схема заземляющего устройства.

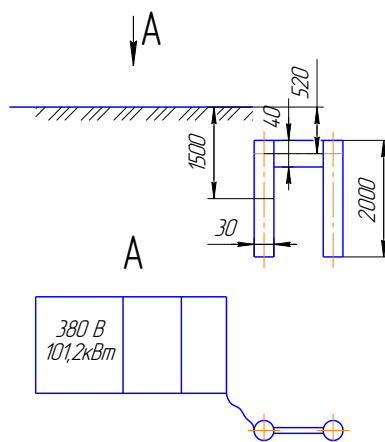


Рисунок 5.1 – Схема заземляющего устройства

					15.03.05.2018.096.000 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		

5.3 Особенности защиты при космических чрезвычайных ситуациях

Космические ЧС – это опасности, угрожающие человеку из Космоса. Прежде всего это опасные космические объекты (ОКО) и космические излучения.

Астероиды – это малые планеты, диаметр которых колеблется в пределах 1-1000 км. В настоящее время известно около 300 космических тел, которые могут пересекать орбиту Земли. Всего, по прогнозам астрономов в Космосе существует примерно 300 тыс. астероидов и комет.

Встреча нашей планеты с небесными телами представляет серьезную угрозу для всей биосферы. Расчеты показывают, что удар астероида диаметром около 1 км сопровождается выделением энергии, в десятки раз превосходящий весь ядерный потенциал, имеющийся на земле.

Основное средство борьбы с астероидами и кометами, сближающимися с землей – это ракетно-ядерная технология. Международными научными организациями под эгидой ООН предлагается разработать систему планетарной защиты от астероидов и комет, которая основана на двух принципах защиты, а именно изменение траектории ОКО или разрушение его на несколько частей. Поэтому сначала предполагается создать службу наблюдения за космическим движением, чтобы обнаруживать объекты размером около 1 км за год-два до их подлета до Земли. На втором этапе необходимо рассчитать его траекторию и проанализировать возможность столкновения с Землей. Если вероятность велика, то необходимо принимать решение по уничтожению или изменению траектории небесного тела. Для этой цели можно использовать межконтинентальные баллистические ракеты с ядерной боеголовкой. Современный уровень космических технологий позволяет создать такие системы перехвата.

Огромное влияние на земную жизнь оказывает солнечная радиация.

Известно, что чрезмерное солнечное облучение приводит к развитию выраженной эритемы с отеком кожи и ухудшению состояния здоровья. Частым поражением глаз при воздействии УФ-лучей является фотоофтальмия. В этих случаях возникает гиперемия, конъюнктивиты, светобоязнь. Подобные поражения встречаются при отражении лучей солнца от поверхности снега в арктических и высокогорных районах (снеговая слепота).

За последние годы в специальной литературе описывают случаи возникновения рака кожи у лиц, постоянно подвергающихся избыточному солнечному облучению. В качестве аргумента приводятся данные об увеличении заболеваний раком кожи в южных районах по сравнению с северными.

Способ защиты от солнечной радиации это укрытие открытых участков тела от солнечную погоду, минимум пребывания на улице во время с 11 часов дня до 15 часов дня.

Выводы по пятому разделу

					15.03.05.2018.096.000 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		

Для участка механической обработки детали «Корпус», разработаны мероприятия по снижению энергетических воздействий на участке, произведён расчёт защитного заземления.

Рассмотрены особенности защиты при космических чрезвычайных ситуациях.

					15.03.05.2018.096.000 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		

6 ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

6.1 Расчёт себестоимости механической обработки детали

Себестоимость механической обработки годового объёма выпуска деталей $C_{\text{изм.}}$ М.о. год определяется по формуле [13]

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

где “ $_{\text{изм}}$ ” – означает изменяемые (сравниваемые) операции;

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

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

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

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

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

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

$$Z_{\text{изм.о.год}} = \sum (P_{\text{сд}} \cdot K_{\text{мн}}) \cdot \eta_{\text{пр}} \cdot \eta_{\text{рк}} \cdot N_{\text{пр}}, \text{ руб}$$

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

$\eta_{\text{пр}}$ – коэффициент, учитывающий приработок, $\eta_{\text{пр}} = 1,6$

$\eta_{\text{рк}}$ – районный коэффициент, $\eta_{\text{рк}} = 1,15$

$N_{\text{пр}}$ – годовой приведённый выпуск деталей, $N_{\text{пр}}=15000$

$P_{\text{сд}}$ – сдельная расценка на операцию определяется

$$P_{\text{сд}} = \frac{(T_{\text{ст}} \cdot T_{\text{шк}})}{60}, \text{ руб}$$

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

$T_{\text{шк}}$ – норма штучно-калькуляционного времени, мин

$$P_{\text{сд1}} = \frac{38,91 \cdot 15,4}{60} = 9,99 \text{ руб}$$

					15.03.05.2018.096.000 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		

$$P_{\text{сд}2} = \frac{38,91 \cdot 18,8}{60} = 12,2 \text{ руб}$$

$$P_{\text{сд}3} = \frac{38,91 \cdot 26,7}{60} = 17,3 \text{ руб}$$

$$P_{\text{сд}4} = \frac{38,91 \cdot 12,4}{60} = 8,04 \text{ руб}$$

$$P_{\text{сд}5} = \frac{38,91 \cdot 10,7}{60} = 6,9 \text{ руб}$$

$$P_{\text{сд}6} = \frac{38,91 \cdot 4,2}{60} = 2,7 \text{ руб}$$

$$P_{\text{сд}7} = \frac{34,51 \cdot 6,4}{60} = 3,7 \text{ руб}$$

$$P_{\text{сд}8} = \frac{38,91 \cdot 39,8}{60} = 25,8 \text{ руб}$$

$$P_{\text{сд}9} = \frac{34,51 \cdot 3,35}{60} = 1,93 \text{ руб}$$

$$P_{\text{сд}10} = \frac{34,51 \cdot 3,9}{60} = 2,2 \text{ руб}$$

$$Z_{\text{ИЗМ.О.ГОД } 1} = 25,7 \cdot 1 \cdot 1,6 \cdot 1,15 \cdot 15000 = 709320 \text{ руб}$$

$$Z_{\text{ИЗМ.О.ГОД } 2} = 17,3 \cdot 0,65 \cdot 1,6 \cdot 1,15 \cdot 20000 = 310362 \text{ руб}$$

Определяем $Z_{\text{ИЗМ.ГОД}}$

$$Z_{\text{ИЗМ.ГОД}} = Z_{\text{ИЗМ.О.ГОД}} \cdot \eta_g \cdot \eta_{\text{стр}} \cdot \eta_{\text{общ}}, \text{ руб}$$

где η_g – коэффициент, учитывающий дополнительную заработную плату, производственных рабочих, $\eta_g = 1,18$

$\eta_{\text{стр}}$ – коэффициент, учитывающий отчисления на социальное страхование, $\eta_{\text{стр}} = 1,279$

					15.03.05.2018.096.000 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		

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

$$Z_{\text{изм.год } 1} = 709320 \cdot 1,18 \cdot 1,279 \cdot 1,35 = 1445201,9 \text{ руб}$$

$$Z_{\text{изм.год } 2} = 310362 \cdot 1,18 \cdot 1,279 \cdot 1,35 = 632346,12 \text{ руб}$$

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

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

где 1.1 – коэффициент учитывающий возобновление перфоленты.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

$$K_{\text{изм.пу}} = 416 \cdot 7,2 = 2995,2 \text{ руб}$$

$$A_{\text{изм.пу}} = \frac{2995,2 \cdot 1,1}{4} = 823,7 \text{ руб}$$

Определяем $A_{\text{изм.ст}}$

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

где $C_{\text{ст}}$ – цена станка.

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

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

$$A_{\text{изм.ст1}} = \frac{(360000 \cdot 3 \cdot 1,1 \cdot 5)}{100} = 59400 \text{ руб}$$

									Лист
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата	15.03.05.2018.096.000 ПЗ				

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

Определяем $A_{\text{изм.пл}}$

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

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

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

γ – коэффициент, учитывающий дополнительную площадь

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

$$A_{\text{изм.пл 2}} = 180 \cdot (3,57 \cdot 3 \cdot 2) = 3855,6 \text{ руб}$$

Определяем $C_{\text{изм.рем}}$

$$C_{\text{изм.рем}} = (N_{\text{м}} \cdot R_{\text{м}} + N_{\text{э}} \cdot R_{\text{э}}) \cdot S_{\text{пр}}, \text{ руб}$$

где $N_{\text{м}}$, $N_{\text{э}}$ – среднегодовые нормативы затрат на единицу ремонтнослжности соответственно механической электротехнической частей станка, руб.

$R_{\text{м}}$, $R_{\text{э}}$ – категория сложности ремонта станка (механической электротехнической частей).

$$C_{\text{изм.рем 1}} = (274 \cdot 11 + 66 \cdot 8,5) \cdot 3 = 10725 \text{ руб}$$

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

Определяем $C_{\text{изм.тех.обсл.}}$ для проектного варианта

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

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

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

$$C_{\text{изм. Мо. год 1}} = 709320 + 1445201,9 + 59400 + 5200,2 + 10725 = 2229847,1$$

$$C_{\text{изм. Мо. год 2}} = 310362 + 632346,12 + 823,7 + 89914 + 3855,6 + 18774 + 17200 = 1073275,42$$

Определяем снижение себестоимости продукции

$$\alpha_{\text{себ}} = \frac{[C_{\text{м.о.год1}} - C_{\text{м.о.год2}}]}{(C_{\text{ц.год}} + (C_{\text{м.о.год1}} - C_{\text{м.о.год2}})) \cdot 100\%}$$

					15.03.05.2018.096.000 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		

где $C_{ц}$ – цеховая себестоимость определяется:

$$C_{ц} = M + ТЗР + З_о + З_д + З_{стр} + ОПР, \text{ руб}$$

где M – стоимость основных материалов на деталь, $M=28,75$ руб.

$ТЗР$ – транспортные - заготовительные расходы, руб.

$З_о$ – основная заработная плата на деталь

$З_д$ – годовой фонд заработной платы производственных рабочих

$З_{стр}$ – отчисления на социальные нужды

$ОПР$ – общепроизводственные расходы

$$ТЗР = 12\% \cdot C_з, \text{ руб.}$$

где $C_з$ – стоимость заготовки, $C_з=301,88$ руб.

$$ТЗР = 12\% \cdot 301,88 = 36,23 \text{ руб.}$$

$$З_о = З_т \cdot \eta_{пр} \cdot \eta_{рк}, \text{ руб}$$

где $З_т$ – заработная плата по тарифу на деталь, $З_т=182,86$

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

$\eta_{рк}$ – районный коэффициент, $\eta_{рк} = 1,15$

$$З_о = 182,86 \cdot 1,6 \cdot 1,15 = 336,46 \text{ руб}$$

$$З_д = \frac{З_о \cdot 18\%}{100}, \text{ руб}$$

$$З_д = \frac{336,46 \cdot 18\%}{100} = 60,56 \text{ руб}$$

$$З_{стр} = \frac{(З_о + З_д) \cdot 27,9\%}{100}, \text{ руб}$$

$$З_{стр} = \frac{(336,46 + 60,56) \cdot 27,9\%}{100} = 110,76 \text{ руб}$$

$$ОПР = \frac{З_о \cdot 300}{100}, \text{ руб}$$

					15.03.05.2018.096.000 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		

$$\text{ОПР} = \frac{336,46 \cdot 300}{100} = 1009,38 \text{ руб}$$

$$C_{ц} = 28,75 + 36,23 + 336,46 + 60,56 + 110,76 + 1009,38 = 1582,14 \text{ руб}$$

$$\alpha_{\text{себ}} = \frac{[12229847,1 - 1073275,42]}{(1582,14 + (12229847,1 - 1073275,42))} \cdot 100\% = 29,94\%$$

Выводы по разделу шесть

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

					15.03.05.2018.096.000 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выполненная выпускная квалификационная работа направлена на улучшение как экономических, так и качественных параметров изготовления детали. При проведении технических расчетов использована современная литература и электронные источники. Производилось сравнение с зарубежными технологиями. Для повышения экономических показателей выполнен расчет заготовки с минимальной обработкой резанием и применением оборудования с ЧПУ. Для улучшения качества изготовления детали по рекомендациям разработана для токарной обработки патрон, приспособление контрольное для замера радиального биения, резьбонарезная головка, а также была выполнена рациональная расстановка оборудования участка и произведён расчёт технико – экономических показателей участка.

Таким образом, цель работы достигнута, задачи – решены.

Результаты работы рекомендуется использовать при изготовлении детали «Корпус».

					15.03.05.2018.096.000 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1 Матвеев, В.В. Проектирование экономических технологических процессов в машиностроении / В.В. Матвеев, Ф.И. Бойков, Ю.Н. Свиридов. – Челябинск, 1979. – 111 с.

2 Косилов, А.Г. Справочник технолога машиностроителя / А.Г. Косилов, Р.К. Мещеряков. – 2-е изд. – М.: Машиностроение, 1986. – Т. 1. – 496 с.

3 Общемашиностроительные нормативы времени вспомогательного, на обслуживание рабочего места и подготовительно – заключительного для технического нормирования станочных работ: сборник нормативов / под ред. Р.И. Хисина. – М.: Машиностроение, 1964. – 323 с.

4 Горохов, В. А. Проектирование и расчет приспособлений: учебное пособие для студентов вузов машиностроительных специальностей./Под ред. Горохов В. А.-М.: Высшая школа, 1986 . 238 с.

5 Дунаев, П.Ф. Конструирование узлов и деталей машин: учебное пособие / П.Ф. Дунаев, О.П. Лёликов. – М.: Высшая школа, 1998. – 447 с.

6 Ансеров, М.А. Приспособления для металлорежущих станков / М.А. Ансеров. – М.:Машиностроение, 1975. – 652 с.

7 Белоусов, А.П. Проектирование станочных приспособлений: учебное пособие/ Под ред. Белоусова А.П., М.:Высшая школа, 1980.- 240 с.

8 Решетников, Б.А. Проектирование механосборочных цехов: Учебное пособие по курсовой работе / Б.А. Решетников, В.Ю.Рогинский, С.В. Сергеев. – Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 1999. – 82с.

9 Закиров, Р.Г. Безопасность жизнедеятельности: учебное пособие по выполнению практических и лабораторных работ/ Р.Г. Закиров – Челябинск.: Изд. Центр ЮУрГУ, 2009. – 96 с.

10 ГОСТ 12.1.003-83 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности. – М.: Изд – во стандартов, 1989. – 10 с.

11 Баринов, А.В. Чрезвычайные ситуации природного характера и защита от них: учебное пособие /А.В. Баринов. – М.: Изд-во ВЛАДОС – ПРЕСС, 2003.– 496 с.

12 Методическое пособие по курсовой работе. Организация планирования и управления производством. 55с.

					15.03.05.2018.096.000 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		

					15.03.05.2018.096.000 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		