

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

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

Участок механической обработки детали «Клапан РДГ25-05-19-01»

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ
ЮУрГУ–15.03.05.2017.003.000 ПЗ ВКР

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

Руководитель работы,
профессор
_____ Б.А. Решетников
_____ 2017 г.

Автор работы
студент группы ДО-484
_____ И.И. Ислахов
_____ 2017 г.

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

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	7
1 АНАЛИЗ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ.....	8
1.1 Описание узла изделия. Служебное назначение детали.....	8
1.2 Анализ соответствия требований чертежа детали требованиям ее назначения.....	9
1.3 Сравнение отечественных и передовых зарубежных технологий и решений.....	9
1.4 Задачи проектирования.....	11
2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ.....	12
2.1 Анализ технологичности детали и существующего технологического процесса.....	12
2.2 Разработка предлагаемого варианта технологического процесса.....	13
2.2.1 Выбор вида и метода получения заготовки.....	13
2.2.2 Определение последовательности обработки поверхностей	13
2.2.3 Выбор методов и определение количества переходов для обработки поверхностей детали.....	13
2.2.4 Формирование операций.....	15
2.3 Размерный анализ разработанного технологического процесса.....	15
2.4 Расчёт режимов резания и нормирование технологического процесса	30
3 КОНСТРУКТОРСКИЙ РАЗДЕЛ.....	36
3.1 Проектирование фрезерного приспособления.....	36
3.1.1 Разработка теоретической схемы базирования.....	36
3.1.2 Проектирование схемы приспособления.....	36
3.1.3 Расчёт элементов приспособления.....	37
3.1.4 Компоновка приспособления.....	38
3.2 Проектирование набора фрез.....	40
3.3 Проектирование контрольного приспособления для замера торцового биения	43
3.3.1 Разработка схемы замера.....	43
3.3.2 Разработка схемы приспособления	43
3.3.3 Компоновка контрольного приспособления.....	43
3.3.4 Расчёт приспособления на точность.....	46
4 СТРОИТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ.....	47
4.1 Выбор и определение количества оборудования	47
4.2 Определение необходимого состава работающих и их численности.....	48
4.2.1 Многостаночное обслуживание.....	48
4.2.2 Определение количества вспомогательных рабочих.....	49
4.2.3 Определение количества инженерно – технических работников.....	49
4.2.4 Определение количества служащих.....	50
4.2.5 Определение количества работников технического контроля.....	50
4.3 Определение площади складов.....	50

					15.03.05.2017.003.000 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		5

4.4 Выбор типа транспортных и грузоподъемных средств и определение их количества.....	51
4.5 Расчёт потребного количества подъёмно – транспортного оборудования	50
4.6 Выбор способа транспортирования стружки.....	53
4.7 Планировка участка, определение его основных размеров.....	54
5 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....	60
5.1 Организация мероприятий по снижению энергетических воздействий на участке.....	60
5.2 Расчет защитного заземления.....	64
5.3 Особенности защиты при космических чрезвычайных ситуаций.....	66
6 ОРГАНИЗАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ.....	68
6.1 Расчёт себестоимости механической обработки детали.....	68
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	72
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	73

					15.03.05.2017.003.000 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		6

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы

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

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

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

Задачами проектирования являются: разработка технологического процесса, проектирование фрезерного приспособления, набора фрез, контрольного приспособления для контроля торцового биения.

Объект работы – создание обработки деталь «Клапан».

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

					15.03.05.2017.003.000 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		7

1 АНАЛИЗ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ

1.1 Описание узла изделия. Служебное назначение детали

Данная деталь представленная в соответствии с рисунком 1.1 входит в состав исполнительного устройства регулятора давления газа. РДГ предназначен для редуцирования высокого или среднего давления газа и автоматического поддержания выходного давления на заданном уровне независимо от изменения расхода и входного давления, автоматического отключения подачи газа при аварийном повышении выходного давления сверх допустимых значений.

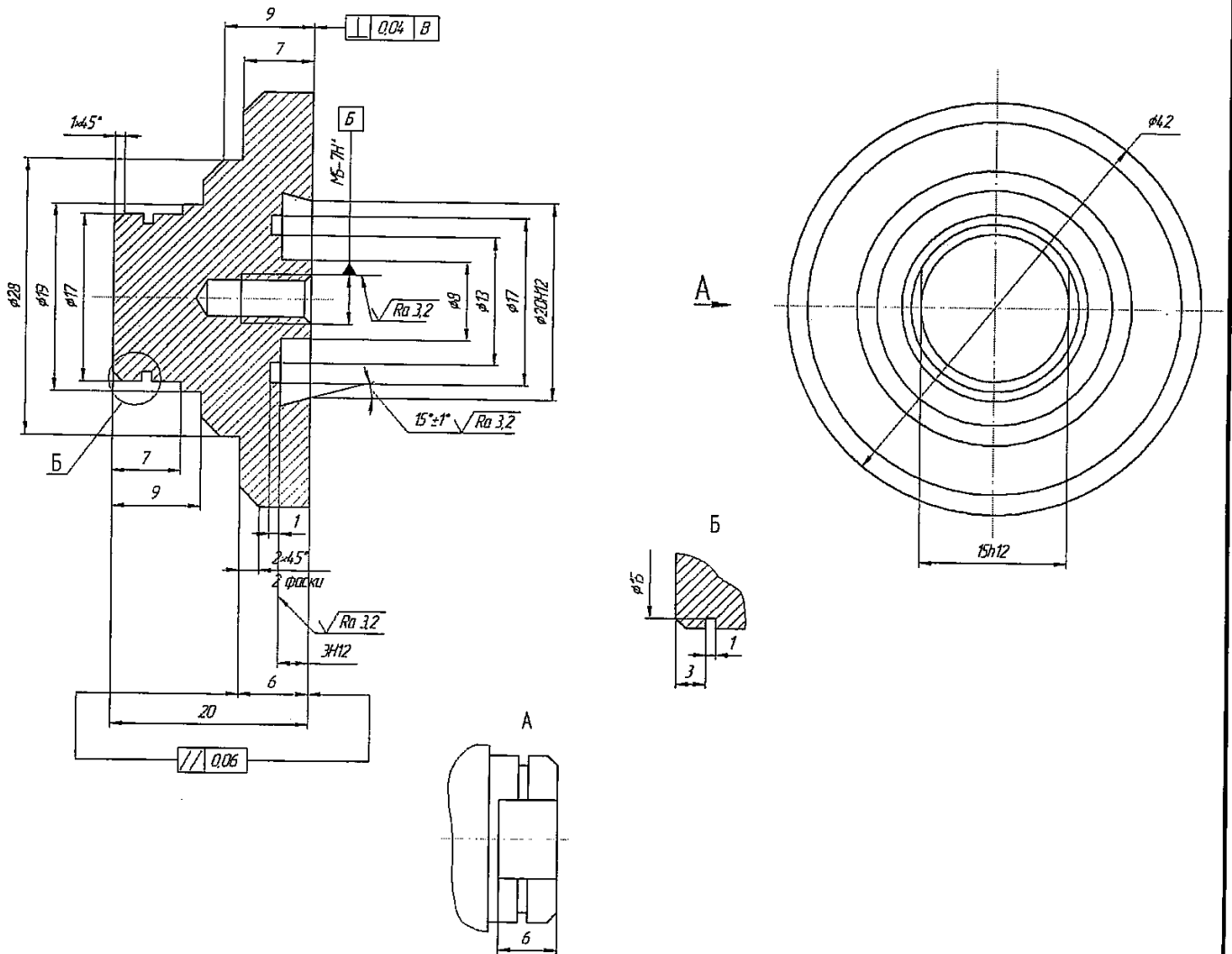


Рисунок 1.1 – Чертёж детали

Назначение клапана – это герметизация входной полости регулятора высокого давления газа от выходной полости низкого давления при помощи резинового уплотнения, которые выполняются вулканизацией резиновой смесью В-14. Резиновая смесь наносится в канавку размером 3Н12. Клапан резьбовой поверхностью соединяется со штоком наполнительного устройства регулятора. При работе реду-

					15.03.05.2017.003.000 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		8

тора шток приподнимает клапан над седлом на определенную величину в зависимости от расхода газа. При отсутствии расхода клапан прижат к седлу регулятора. Канавка Ø10 является технологической и служит для монтажа детали в процессе покрытия клапана. Покрытие служит для защиты клапана от коррозии в процессе эксплуатации. При помощи лысок клапан навинчивается на шток регулятора.

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

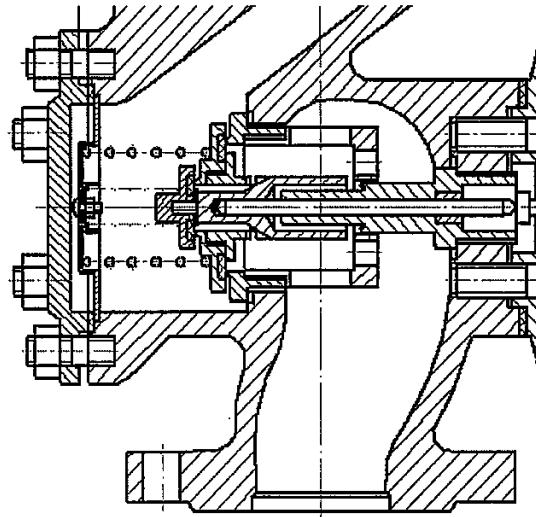


Рисунок 1.2 – Эскиз узла

1.2 Анализ соответствия требований чертежа детали требованиям ее назначения

Клапан выполняет уплотнительную функцию, в связи с чем требование перпендикулярности торца 0,04 мм относительно оси резьбы, а также выполнение торцевой канавки Ø8 и Ø20H12 с чистотой Ra 3,2 необходимо именно для точного расположения в узле и для равномерного уплотнения в процессе работы

Выполнение наружных поверхностей детали с шероховатостью 6,3 оправдано для дальнейшей технологической операцией для качественного нанесения покрытия.

1.3 Сравнение отечественных и передовых зарубежных технологий и решений

Многие отрасли промышленности испытывают серьезные трудности, обусловленные влиянием мирового экономического кризиса. В частности, и в машиностроении наблюдается 50-процентный спад объемов продаж. Для повышения производительности в машиностроении требуется значительное сокращение времени, затрачиваемого на металлообработку. Для снижения времени цикла на 20...40% предлагаю токарную обработку детали производить на токарном станке с ЧПУ 1M63Ф3 с использованием уникального металлообрабатывающего инструмента, позволяющего существенно сократить трудоемкость производства.

Компания ISCAR известна своими инновационными решениями в области высокоскоростного металлообрабатывающего инструмента. Качество, производи-

									Лист
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата					9

15.03.05.2017.003.000 ПЗ

тельность, стабильность и надежность инструмента ISCAR стали неоспоримыми, а новизна конструкций и технологий металлообработки являются уникальными.

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

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

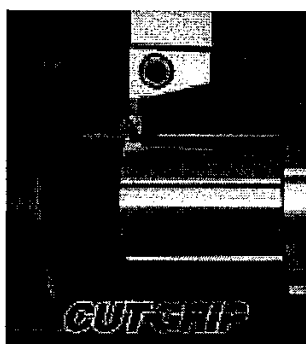


Рисунок 1.3 – Инструмент для точения канавок

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

Снижением необходимого количества инструментов для данного цикла механообработки удастся добиться до 30 % экономии времени. Компания ISCAR разработала специальный инструмент для изготовления распредвалов двигателей грузовиков, предусматривающий возможность протачивания канавки врезанием за один

						15.03.05.2017.003.000 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата			10

проход с использованием пластин шириной до 28 мм (1,1 дюйма). Характерная особенность этих пластин - это короткая стружка, быстро удаляемая из рабочей зоны и не касающаяся обработанной поверхности. После обработки такой пластиной поверхность детали становится идеальной. Прочные V-образные державки обеспечивают надежное крепление пластины и, следовательно, высокое качество механообработки.

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

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

1.4 Задачи проектирования

- разработка технологического процесса
- проектирование фрезерного приспособления
- проектирование набора фрез
- проектирование контрольного приспособления для контроля торцового биения
- определение безопасных условий труда
- определение снижения себестоимости
- планировка участка

									Лист
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата	15.03.05.2017.003.000 ПЗ				11

2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

2.1 Анализ технологичности детали и существующего технологического процесса

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

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

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

Заготовка для детали получена относительно рациональным способом - она является отливкой. С учетом заданного объема выпуска и типа производства, заготовка производится литьем в песчано-глинистые формы.

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, значительно увеличивающие трудоемкость и себестоимость изготовления детали:

- базовый техпроцесс состоит из 5 операций;
- вся механическая обработка разбита на простейшие переходы;
- обработка на универсальном оборудовании;
- технологическая цепочка является хаотичной, т. к. оборудование, на участке, сгруппировано по видам;
- для базирования и закрепления детали применяются универсальные приспособления;
- вспомогательное время превышает оперативное;
- высокая доля ручного труда без использования каких-либо средств механизации.

Токарная обработка данной детали в базовом варианте выполняется на токарно – винторезном станке 163, предлагаю заменить станок на токарно - винторезный с ЧПУ 16К20Ф3.

Во фрезерной операции на вертикально – фрезерном станке, приспособление не механизировано. Предлагаю разработать специальное фрезерное приспособление с пневмоприводом для центрирования и зажима детали, а также специальную оправку с набором фрез.

В базовом техпроцессе контроль расположения поверхностей детали осуществляется на станке индикатором часового типа. Предлагаю спроектировать специальное контрольное приспособление для замера торцового биения с центрированием детали по базовому отверстию.

								Лист
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата	15.03.05.2017.003.000 ПЗ			12

2.2 Разработка предлагаемого варианта технологического процесса

2.2.1 Выбор вида и метода получения заготовки

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

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

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

Выбор заготовки – сортовой прокат. Выбираем диаметр прутка из нормализованного ряда $\varnothing 45$ мм.

2.2.2 Определение последовательности обработки поверхностей

Для определения последовательности обработки определим базовые поверхности детали.

Базовые поверхности делятся на вспомогательные, функциональные и основные.

Основной базовой поверхностью является поверхность: М5–7Н, торец 20h14.

Функциональной базой является поверхность: М5–7Н.

Остальные поверхности – вспомогательные базовые поверхности.

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

2.2.3 Выбор методов и определение количества переходов для обработки поверхностей детали

Диаметральные размеры:

1) $\varnothing 42$ h14 Ra 6,3

а) точение черновое IT 12, Rz = 100

б) точение получистовое IT 11, Rz = 50.

в) точение чистовое IT 8, Rz = 12,5.

2) $\varnothing 17$ h14 Ra 6,3 совмещается с обработкой размера 13h14 торец Ra=6,3

а) точение черновое IT 12, Rz = 100

б) точение получистовое IT 11, Rz = 50

									Лист	
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата	15.03.05.2017.003.000 ПЗ					13

- в) точение чистовое IT 8, Rz =12,5
- 3) Ø19h14 Ra 6,3 совмещается с обработкой размера 11h14 торец Ra=6,3
 - а) точение черновое IT 12, Rz =100
 - б) точение получистовое IT 11, Rz = 50
 - в) точение чистовое IT 8, Rz =12,5
- 4) Ø 28 Ra 6,3 совмещается с обработкой размера 6h14 торец Ra=6,3
 - а) точение черновое IT 12, Rz =100
 - б) точение получистовое IT 11 , Rz = 50
 - в) точение чистовое IT 8, Rz =12,5
- 5) Ø 20 H12 Ra 3,2
 - а) растачивание черновое IT 12, Rz =100
 - б) растачивание получистовое IT 10, Rz =25
 - в) растачивание чистовое IT 9, Rz =12,5
 - г) растачивание тонкое IT 7, Rz =3,2
- 6) Ø8 h14 Ra3,2 совмещается с обработкой линейного размера 3H12 торец Ra=3,2
 - а) точение черновое IT 12, Rz = 100
 - б) точение получистовое IT 11, Rz = 50
 - в) точение чистовое IT 8, Rz = 12,5
- 7) Канавка 1±IT14/2 Ø 15h14 Ra 6,3, торцы Ra 6,3 с обеспечением размера 3±IT14/2
 - а) точение фасонное IT 9, Rz = 25
- 8) Канавка Ø 13 h14 Ø 17H14 Ra 6,3, торцы Ra 6,3 с обеспечением размера 1±IT14/2
 - а) точение фасонное IT 9, Rz =25.
- 9) Обработка резьбы M5-7H Ra 3,2, с обеспечением размера 7±IT14/2
 - а) нарезка метчиком IT 6, Rz =12,5.

Линейные размеры:

- 1) Размер 11 h14 торец левый Ra=6,3, торец правый Ra=6,3
 - а) торцевое точение черновое IT 14 Rz=200
 - б) торцевое точение получистовое IT 12 Rz=100
 - в) торцевое точение чистовое IT 9 Rz=25.
- 2) Размер 13 h14 торец левый Ra=6,3 торец правый Ra=6,3 обработка см. поз.9
- 3) Размер 6h14 торец левый Ra=6,3 торец правый Ra=6,3 обработка см поз.9
- 4) Размер 20h14 торец левый Ra=6,3 торец правый Ra=6,3 обработка см поз.9
- 5) Размер 3H12 торец Ra=3.2 совмещается с обработкой Ø 20 H12
 - а) торцевое точение черновое IT 14 Rz=200
 - б) торцевое точение получистовое IT 12 Rz=100
 - в) торцевое точение чистовое IT 9 Rz=25.
 - г) торцевое точение тонкое IT 7 Rz=6,3

					15.03.05.2017.003.000 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		14

б) Размер 15h12 Ra=6,3 с обеспечением $6\pm IT14/2$ Ra=6,3

а) Фрезерование черновое IT 13 Rz=100

б) Фрезерование чистовое IT 10 Rz=25

2.2.4 Формирование операций

Заготовка – пруток.

Операция 005 Токарная

Точение черновое $\varnothing 42$, $\varnothing 28$, $\varnothing 17$, $\varnothing 19$ с черновой подрезкой торцев размеров 11, 13, 6, 20.

Операция 010 Расточная. Станок 16К20Ф3.

Растачивание отверстия $\varnothing 17$ с подрезкой торца черновое, точение черновое $\varnothing 8$, $\varnothing 42$ с получистовой подрезкой торца размера 20.

Операция 015 Токарная. Станок 16К20Ф3.

1 переход. Точение $\varnothing 28$, $\varnothing 17$, $\varnothing 19$ получистовое, получистовая подрезка торцев размеров 11, 13, 6, 20.

2 переход. Чистовая подрезка правого торца размера 20.

Операция 020 Токарная с ЧПУ. Станок 16К20Ф3.

1 переход. Растачивание отверстия $\varnothing 17$ с подрезкой торца получистовое, точение получистовое $\varnothing 8$, $\varnothing 42$ с чистовой подрезкой торца размера 20.

2 переход. Растачивание отверстия $\varnothing 17$ с подрезкой торца чистовое, точение чистовое $\varnothing 8$, сверление отверстия $\varnothing 4,2$ под резьбу.

3 переход. Растачивание отверстия $\varnothing 17$ с подрезкой торца тонкое, точение тонкое $\varnothing 8$, обработка резьбы М5-7Н, протачивание канавки $\varnothing 17$, $\varnothing 13$ длиной 1мм.

Операция 025 Токарная. Станок 16К20Ф3.

Точение $\varnothing 28$, $\varnothing 17$, $\varnothing 19$ чистовое, получистовая подрезка торцев размеров 11, 13, 6, точение канавки $\varnothing 15$.

030 Фрезерная. Станок 6Р80 горизонтально-фрезерный.

Фрезерование лысок в размеры 15h12 и 6.

Операция 035 Слесарная.

Операция 0440 Контрольная.

2.3 Размерный анализ разработанного технологического процесса

Размерный анализ проводится по методике профессора Матвеева В.В. [2]

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.

					15.03.05.2017.003.000 ПЗ	Лист
						15
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		

Преобразованный чертёж детали показан в трёх проекциях: на ось OX – в соответствии с рисунком 2.2, на ось OZ – в соответствии с рисунком 2.3 и на ось OY – в соответствии с рисунком 2.4, в системе координат XOZ.

Технологический маршрут обработки детали по операциям приведен в соответствии с таблицей 2.1

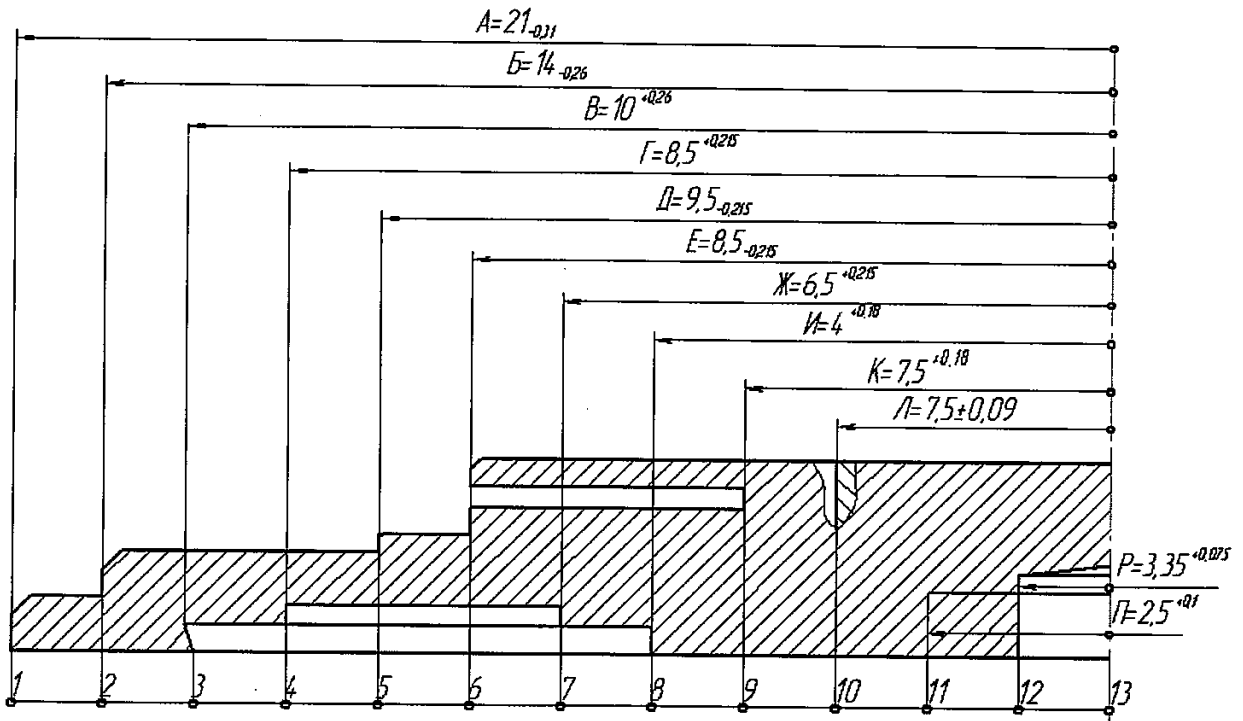


Рисунок 2.2 – Преобразованный чертёж на ось OX

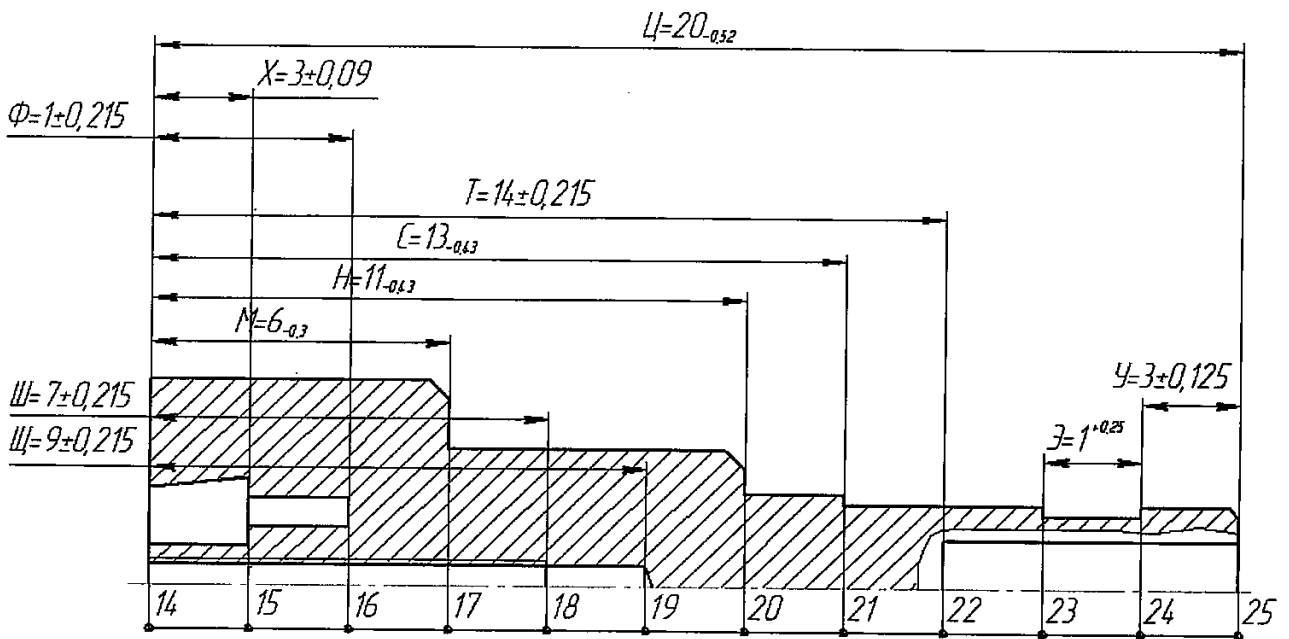
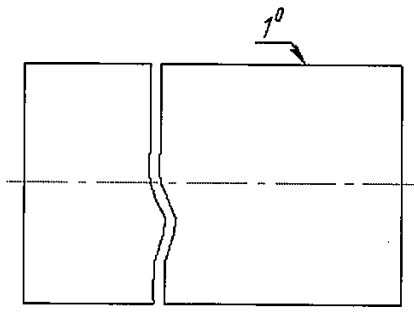
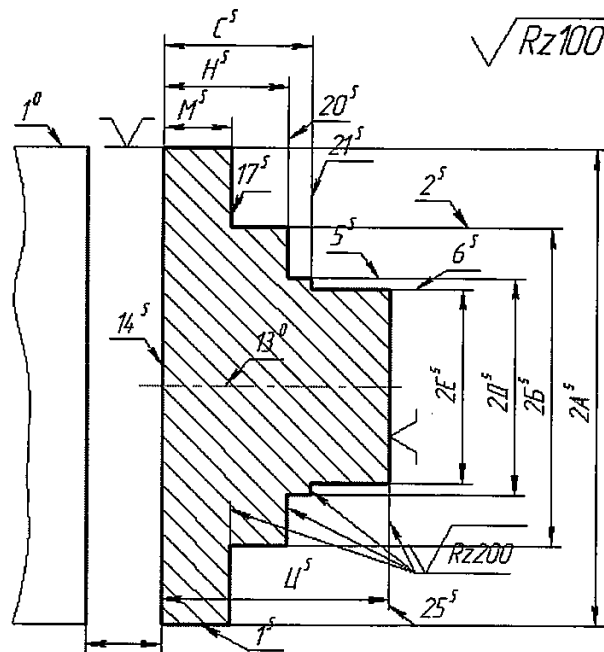
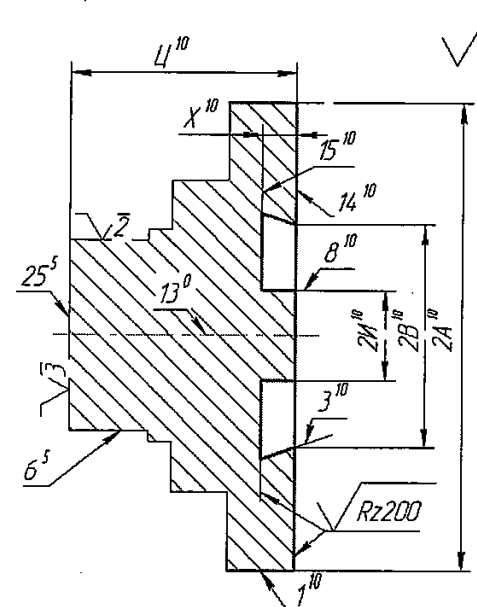


Рисунок 2.3 – Преобразованный чертёж на ось OZ

					Лист
15.03.05.2017.003.000 ПЗ					
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата	16

Таблица 2.1 – Маршрут обработки детали

Опера-ция	Эскиз	Допуски и ТТ
000 Заготовительная		$T2A^0=0,54$
005 Токарная		$T2B^5=0,21$ $T2E^5=0,18$ $T2D^5=0,21$ $T2A^5=0,25$ $TM^5=0,3$ $TC^5=0,43$ $TC^5=0,43$ $\odot 2^5 1^0=0,16$ $\odot 5^5 1^0=0,16$ $\odot 6^5 1^0=0,12$ $\odot 1^5 1^0=0,2$ $\perp 25^5 6^5=0,16$ $// 17^5 14^5=0,25$
010 Расточная		$T2H^{10}=0,15$ $T2B^{10}=0,21$ $T2A^{10}=0,16$ $TX^{10}=0,43$ $TC^{10}=TC^{10}_{табл}+$ $+ \Delta^5_{25}=0,52+0,16$ $=0,68$ $\odot 1^{10} 6^5=0,12$ $\odot 3^{10} 6^5=0,16$ $\odot 8^{10} 6^5=0,1$ $\perp 14^{10} 1^{10}=0,25$

Продолжение таблицы 2.1

Опера ция	Эскиз	Допуски и ТТ
015 Токарная 1 переход		<p> $T2E^{15(1)}=0,11$ $T2B^{15(1)}=0,13$ $T2D^{15(1)}=0,13$ $TM^{15(1)}=TM^{15(1)}$ табл. $+\Delta_{14}^{10} =$ $0,12+0,25=0,37$ $TC^{15(1)}=TC^{15(1)}$ табл. $+\Delta_{14}^{10} =$ $0,21+0,25=0,46$ $TH^{15(1)}=TH^{15(1)}$ табл. $+\Delta_{14}^{10} =$ $0,18+0,25=0,43$ $TC^{15(1)}=TC^{15(1)}$ табл. $+\Delta_{14}^{10} =$ $0,18+0,25=0,46$ $\odot 2^{15(1)} 1^{10}=0,1$ $\odot 5^{15(1)} 1^{10}=0,1$ $\odot 6^{15(1)} 1^{10}=0,08$ $\perp 25^{15(1)} 6^{15(1)}=0,06$ $\# 17^{15(1)} 14^{10}=0,1$ </p>
015 Токарная 2 переход		<p> $TC^{15(2)}=TC^{15(2)}$ табл. $+\Delta_{14}^{10} =$ $0,052+0,25=0,302$ $\perp 25^{15(2)} 6^{15(1)}=0,016$ </p>

Продолжение таблицы 2.1

Опера-ция	Эскиз	Допуски и ТТ
<p>020 Токарная с ЧПУ 1 переход</p>		<p> $T2И^{20(1)}=0,09$ $T2В^{20(1)}=0,084$ $T2А^{20(1)}=0,039$ $ТХ^{20(1)}=0,18$ $ТЦ^{20(1)}=ТЦ^{20(1)}$ табл. $+Δ^{15(2)}_{25} =$ $0,21+0,016=0,226$ $◎1^{20(1)}6^{15(2)}=0,03$ $◎3^{20(1)}6^{15(2)}=0,06$ $◎8^{20(1)}6^{15(2)}=0,06$ $⊥14^{20(1)}1^{20(1)}=0,025$ </p>
<p>020 Токарная с ЧПУ 2 переход</p>		<p> $T2И^{20(2)}=0,022$ $T2В^{20(2)}=0,052$ $ТЦ^{20(2)}=0,43$ $T2P^{20(2)}=0,12$ $ТХ^{20(2)}=0,043$ $◎3^{20(2)}6^{15(2)}=0,04$ $◎8^{20(2)}6^{15(2)}=0,016$ $◎12^{20(2)}6^{15(2)}=0,06$ </p>

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

15.03.05.2017.003.000 ПЗ

Лист

19

Продолжение таблицы 2.1

Опера-ция	Эскиз	Допуски и ТТ
<p>020 Токарная с ЧПУ 3 переход</p>		<p> $T2И^{20(3)}=0,009$ $T2В^{20(3)}=0,013$ $T2Ж^{20(3)}=0,052$ $T2Г^{20(3)}=0,052$ $TХ^{20(3)}=0,018$ $TФ^{20(3)}=0,043$ $TШ^{20(3)}=0,43$ $T2П^{20(3)}=0,012$ $\odot 3^{20(3)} 6^{15(2)}=0,01$ $\odot 8^{20(3)} 6^{15(2)}=0,006$ $\perp 14^{20(1)} 11^{20(3)}=0,025$ $\odot 7^{20(3)} 6^{15(2)}=0,043$ $\odot 4^{20(3)} 6^{15(2)}=0,03$ $\odot 11^{20(3)} 6^{15(2)}=0,03$ </p>
<p>025 Автоматно-токарная</p>		<p> $T2E^{25}=0,027$ $T2Б^{25}=0,033$ $T2Д^{25}=0,033$ $T2К^{25}=0,043$ $TУ^{25}=0,25$ $TЭ^{25}=0,25$ $TМ^{25}=TМ^{25}$ табл. $+Δ^{20(1)}_{14}=0,03+0,025=0,055$ $TН^{25}=TН^{25}$ табл. $+Δ^{20(1)}_{14}=0,043+0,025=0,068$ $TС^{25}=TС^{25}$ табл. $+Δ^{20(1)}_{14}=0,043+0,025=0,068$ $\odot 2^{25} 1^{20(1)}=0,025$ $\odot 6^{25} 1^{20(1)}=0,02$ $\odot 5^{25} 1^{20(1)}=0,025$ $\nabla 17^{25} 14^{20(2)}=0,025$ $\odot 9^{25} 1^{20(1)}=0,02$ </p>

Продолжение таблицы 2.1

Опера-ция	Эскиз	Допуски и ТТ
030 Фрезерная 1 переход		$TT^{30(1)} = TT^{30(1)}_{\text{табл.}}$ $+\Delta^{20(1)}_{14} =$ $0,27 + 0,025 = 0,295$ $T2L^{30(1)} = 0,27$
030 Фрезерная 2 переход		$TT^{30(2)} = TT^{30(2)}_{\text{табл.}}$ $+\Delta^{20(1)}_{14} =$ $0,07 + 0,025 = 0,095$ $T2L^{30(2)} = 0,07$

В соответствии с рисунками 2.4 и 2.5 и 2.6 представлены размерные схемы по оси OZ и OX и OY.

В соответствии с рисунком 2.7 представлена схема пространственных отклонений.

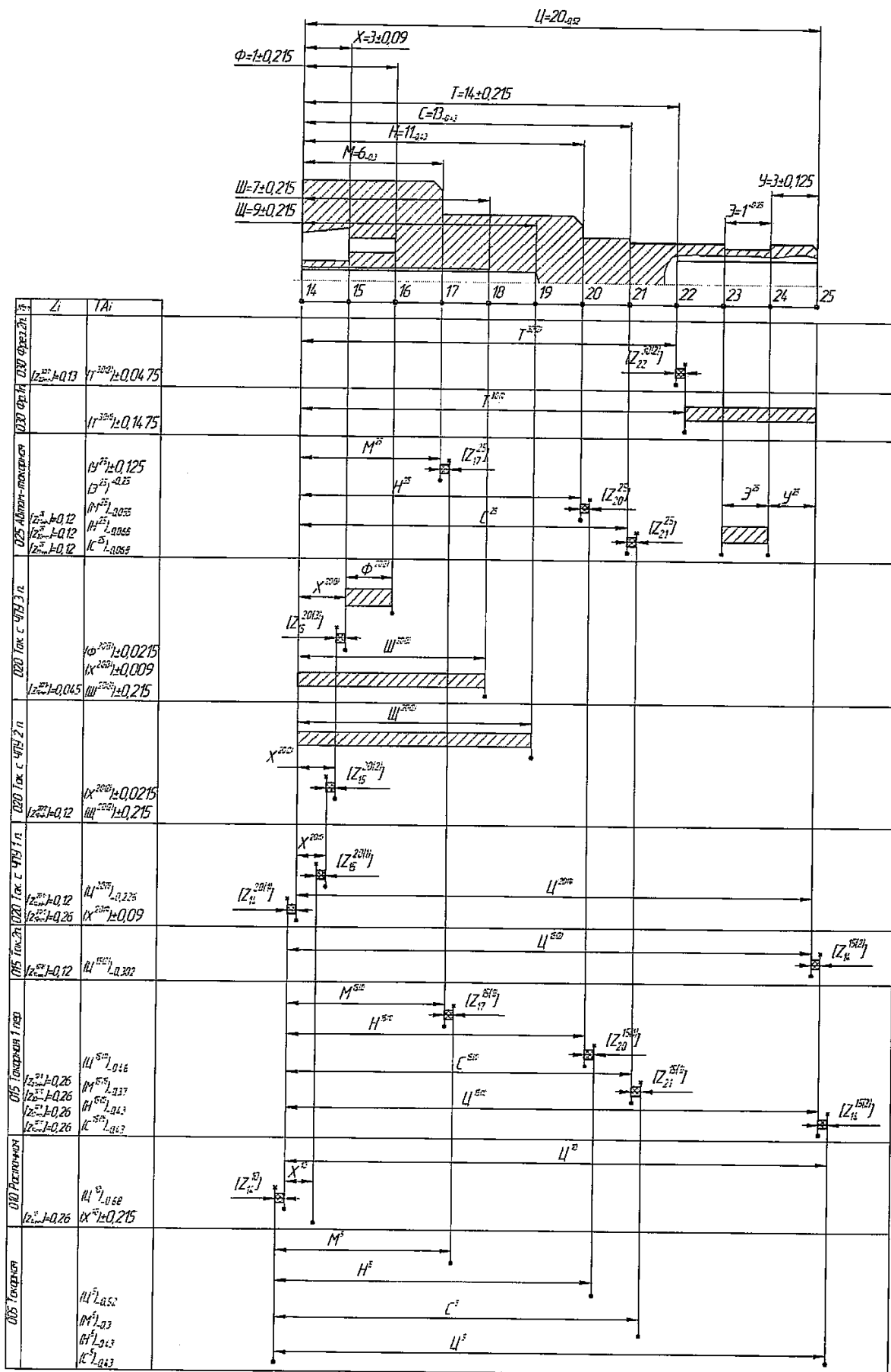


Рисунок 2.4 – Схема линейных размеров

Инд. № подл.	Подп. и дата	Взам. инв. №
ИЗМ. КОЛ-ВО		
Лист		
№ док.		
Подп.		
Дата		

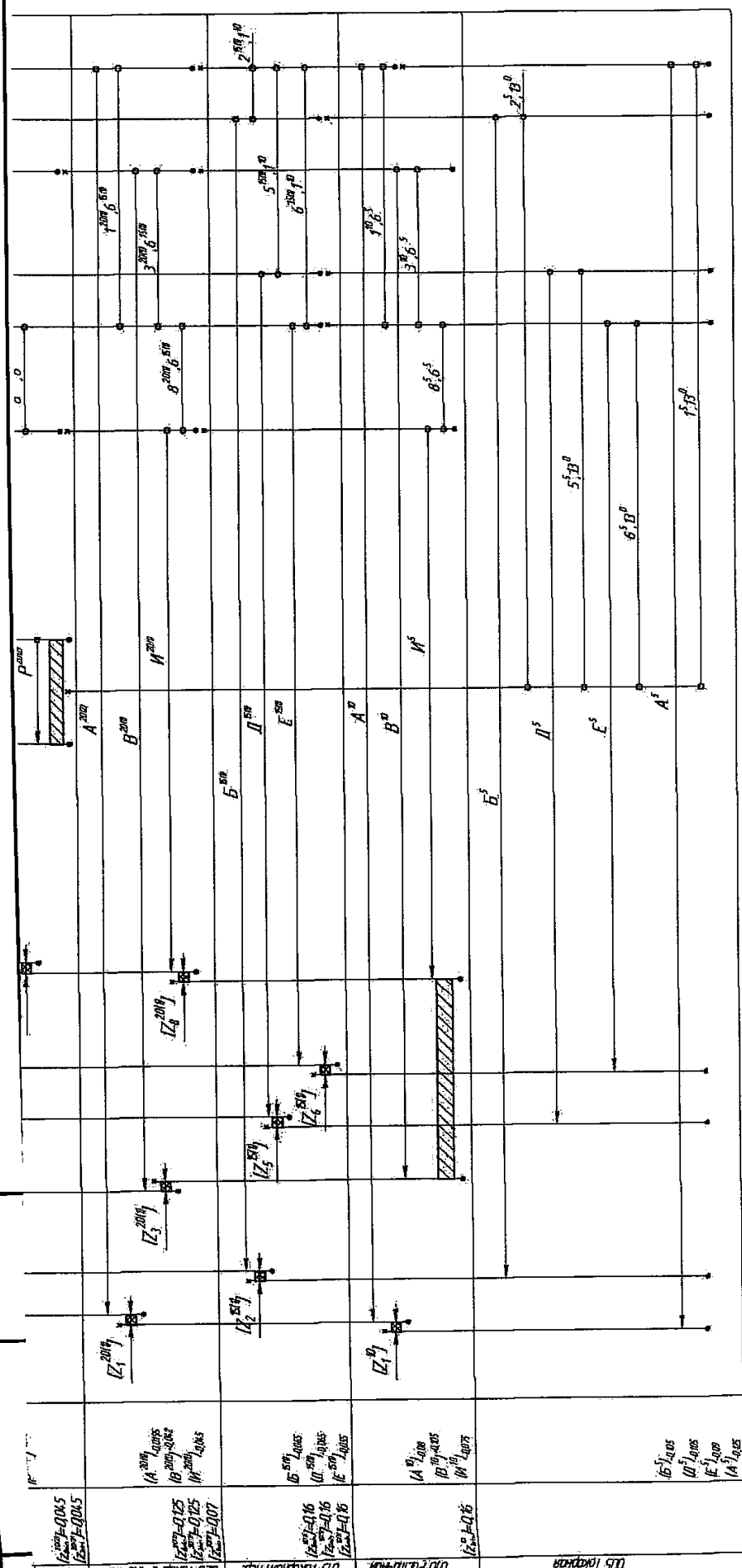


Рисунок 2.5 - Схема диаметральных размеров

150305.2017.003.00 ПЗ

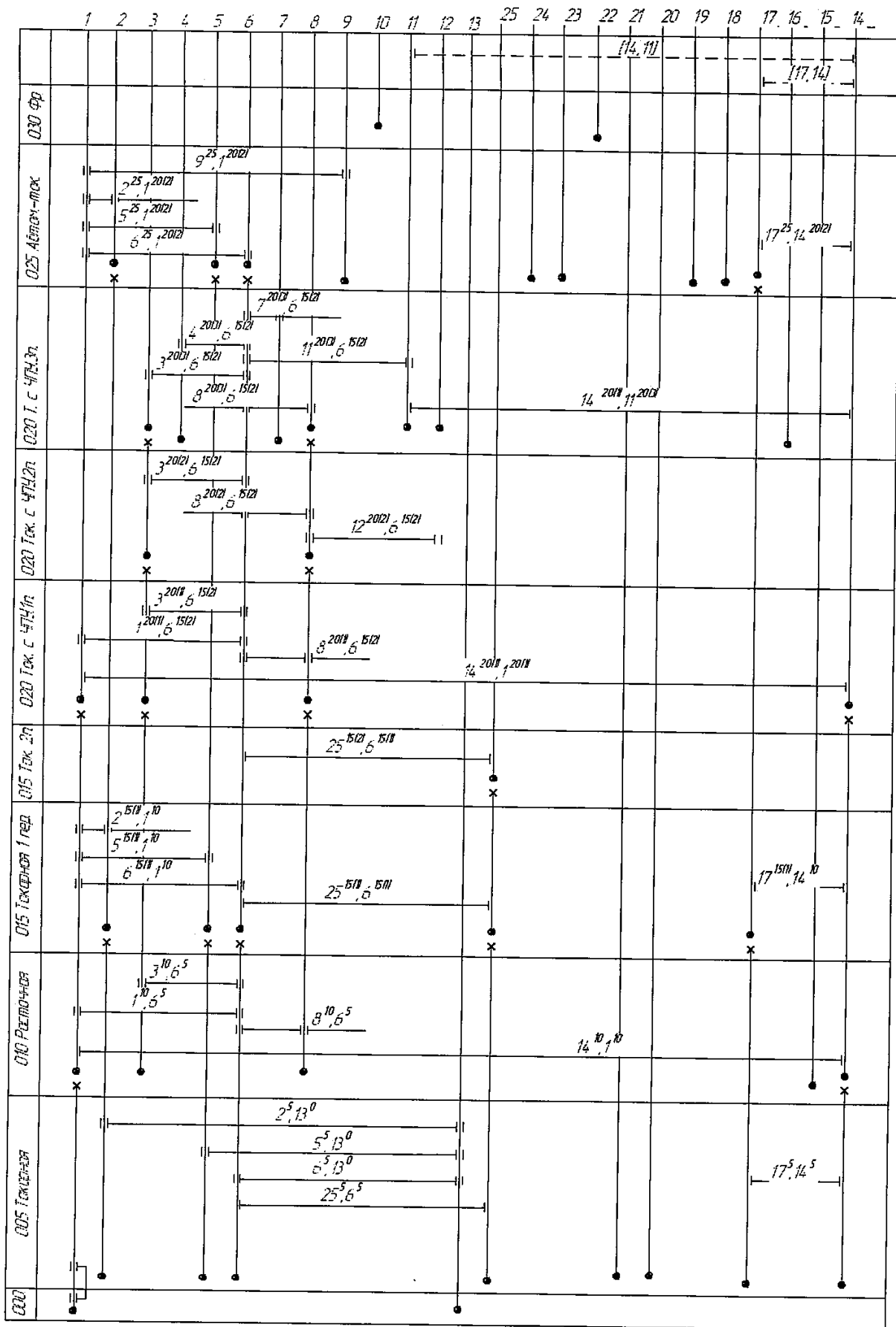


Рисунок 2.6 – Схема пространственных отклонений

Расчет размерных цепей по схеме пространственных отклонений

1. $[17,14]=17^{25}, 14^{20(2)}$

2. $[11,14]=14^{20(1)}, 11^{20(3)}$

Проверка точности разработанного техпроцесса

1. $[17,14]=17^{25}, 14^{20(2)}$

0,06 ≥ 0,025 обеспечивается

2. $[11,14]=14^{20(1)}, 11^{20(3)}$

0,04 ≥ 0,025 обеспечивается

Расчет межоперационных размеров по схеме линейных размеров

$$Z_{22}^{30(2)} = T^{30(1)} - T^{30(2)}$$

Дано: $T^{30(2)}_{\min}=13,9525$ $T^{30(2)}_{\max}=14,0475$ $TT^{30(1)}=0,295$

$$Z_{22}^{30(2)}_{\min}=0,1+0,03=0,13 \text{ мм}$$

$$Z_{22}^{30(2)}_{\min} = T^{30(1)}_{\min} - T^{30(2)}_{\max}$$

$$T^{30(1)}_{\min} = T^{30(2)}_{\max} + Z_{22}^{30(2)}_{\min}$$

$$T^{30(1)}_{\min} = 14,0475 + 0,13 = 14,1775 \text{ мм}$$

$$T^{30(1)}_{\max} = T^{30(1)}_{\min} + TT^{30(1)} = 14,1775 + 0,295 = 14,4725 \text{ мм}$$

$$Z_{22}^{30(2)}_{\max} = T^{30(1)}_{\max} - T^{30(2)}_{\min}$$

$$Z_{22}^{30(2)}_{\max} = 14,4725 - 13,9525 = 0,52 \text{ мм}$$

Номинальный размер $T^{30(1)} = T^{30(1)}_{\max} - ES = 14,4725 - 0,1475 = 14,325 \text{ мм}$

Ответ: $T^{30(1)} = 14,325 \pm 0,148$ $Z_{22}^{30(2)}_{\max} = 0,52 \text{ мм}$

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

Таблица 2.2 – Результаты расчёта размерных цепей по схеме линейных размеров

Исходное уравнение	Известные величины	Рассчитанные размеры
$[Z_{14}^{20(1)}] = Ц^{15(2)} - Ц^{20(1)}$	$Ц^{20(1)}_{\min} = 19,774$ $Ц^{20(1)}_{\max} = 20$ $ТЦ^{15(2)} = 0,302$ $Z_{14}^{20(1)}_{\min} = 0,1 + 0,02 = 0,12 \text{ мм}$	$Ц^{15(2)} = 20,422$ $Z_{14}^{20(1)}_{\max} = 0,302$ $= 0,648 \text{ мм}$
$[Z_{25}^{15(2)}] = Ц^{15(1)} - Ц^{15(2)}$	$Ц^{15(2)}_{\min} = 20,12$ $Ц^{15(2)}_{\max} = 20,422$ $ТЦ^{15(1)} = 0,46$ $Z_{25}^{15(2)}_{\min} = 0,1 + 0,02 = 0,12 \text{ мм}$	$Ц^{15(1)} = 21,002_{-0,46}$ $Z_{25}^{15(2)}_{\max} = 0,882$ мм
$[Z_{25}^{15(1)}] = Ц^{10} - Ц^{15(1)}$	$Ц^{15(1)}_{\min} = 20,542$ $Ц^{15(1)}_{\max} = 21,002$ $ТЦ^{10} = 0,68$ $Z_{25}^{15(1)}_{\min} = 0,2 + 0,06 = 0,26 \text{ мм}$	$Ц^{10} = 21,942_{-0,68}$ $Z_{25}^{15(1)}_{\max} = 0,1,4$ мм
$[Z_{14}^{10}] = Ц^5 - Ц^{10}$	$Ц^{10}_{\min} = 21,262$ $Ц^{10}_{\max} = 21,942$ $ТЦ^5 = 0,52$ $Z_{14}^{10}_{\min} = 0,2 + 0,06 = 0,26 \text{ мм}$	$Ц^5 = 22,722_{-0,52}$ $Z_{14}^{10}_{\max} = 1,46 \text{ мм}$

Продолжение таблицы 2.2

Исходное уравнение	Известные величины	Рассчитанные размеры
$Z_{17}^{25} = M^{15(1)} - \Pi^{15(2)} + \Pi^{20(1)} - M^{25}$	$M_{\min}^{25}=5,945$ $M_{\max}^{25}=6$ $TM^{15(1)}=0,37$ $\Pi_{\min}^{15(2)}=20,12$ $\Pi_{\max}^{15(2)}=20,422$ $\Pi_{\min}^{20(1)}=19,774$ $\Pi_{\max}^{20(1)}=20$ $Z_{17}^5_{\min}=0,1+0,02=0,12$ мм	$M^{15(1)}=7,138_{-0,37}$ $Z_{17}^{25}_{\max}=1,073$ мм
$Z_{17}^{15(1)} = M^5 - \Pi^5 + \Pi^{10} - M^{15(1)}$	$M_{\min}^{15(1)}=6,768$ $M_{\max}^{15(1)}=7,138$ $TM^{15(1)}=0,37$ $Z_{17}^{15(1)}_{\min}=0,2+0,06=0,26$ мм	$M^5=9,158_{-0,3}$ $Z_{17}^{15(1)}_{\max}=2,13$ мм
$Z_{15}^{20(3)} = X^{20(3)} - X^{20(2)}$	$X_{\min}^{20(3)}=2,991$ $X_{\max}^{20(3)}=3,009$ $TX^{20(2)}=0,043$ $Z_{15}^{20(3)}_{\min}=0,025+0,02=0,045$ мм	$X^{20(2)}=2,925\pm 0,0215$ $Z_{15}^{20(3)}_{\max}=0,106$ мм
$Z_{15}^{20(2)} = X^{20(2)} - X^{20(1)}$	$X_{\min}^{20(2)}=2,903$ $X_{\max}^{20(2)}=2,946$ $TX^{20(1)}=0,18$ $Z_{15}^{20(2)}_{\min}=0,1+0,02=0,12$ мм	$X^{20(1)}=2,693\pm 0,09$ $Z_{15}^{20(2)}_{\max}=0,343$ мм
$Z_{15}^{20(1)} = X^{20(1)} - \Pi^{20(1)} + \Pi^{15(2)} - X^{10}$	$X_{\min}^{20(1)}=2,603$ $X_{\max}^{20(1)}=2,783$ $TX^{10}=0,43$ $Z_{15}^{20(1)}_{\min}=0,2+0,06=0,26$ мм	$X^{10}=2,248\pm 0,215$ $Z_{15}^{20(1)}_{\max}=1,12$ мм
$Z_{20}^{25} = H^{15(1)} - \Pi^{15(2)} - \Pi^{20(1)} - H^{25}$	$H_{\min}^{25}=10,932$ $H_{\max}^{25}=11$ $TH^{15(1)}=0,43$ $\Pi_{\min}^{15(2)}=20,12$ $\Pi_{\max}^{15(2)}=20,422$ $\Pi_{\min}^{20(1)}=19,774$ $\Pi_{\max}^{20(1)}=20$ $Z_{20}^{25}_{\min}=0,1+0,02=0,12$	$H^{15(1)}=12,198_{-0,43}$ $Z_{20}^{25}_{\max}=1,146$ мм
$Z_{20}^{15(1)} = H^5 - \Pi^5 - \Pi^{10} - H^{15(1)}$	$H_{\min}^{15(1)}=11,768$ $H_{\max}^{15(1)}=12,198$ $TH^5=0,43$ $Z_{20}^{15(1)}_{\min}=0,2+0,06=0,26$	$H^5=14,348_{-0,43}$ $Z_{20}^{15(1)}_{\max}=2,32$ мм

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

15.03.05.2017.003.000 ПЗ

Лист

26

Продолжение таблицы 2.2

Исходное уравнение	Известные величины	Рассчитанные размеры
$Z_{21}^{25} = C^{15(1)} - Ц^{15(2)} - Ц^{20(1)} - C^{25}$	$C_{min}^{25}=12,932$ $C_{max}^{25}=13$ $TC^{15(1)}=0,43$ $Ц_{min}^{15(2)}=20,12$ $Ц_{max}^{15(2)}=20,422$ $Ц_{min}^{20(1)}=19,774$ $Ц_{max}^{20(1)}=20$ $Z_{21}^{25}_{min}=0,1+0,02=0,12$	$C^{15(1)}=14,198_{-0,43}$ $Z_{21}^{25}_{max}=1,146$ мм
$Z_{21}^{15(1)} = C^5 - Ц^5 - Ц^{10} - C^{15(1)}$	$C_{min}^{15(1)}=13,768$ $C_{max}^{15(1)}=14,198$ $TC^5=0,43$ $Z_{21}^{15(1)}_{min}=0,2+0,06=0,26$	$C^5=16,348_{-0,43}$ $Z_{21}^{15(1)}_{max}=2,32$ мм

Расчёт межоперационных размеров по схеме диаметральных размеров

$$Z_{10}^{25(2)}_{min} = Л^{25(1)} - Л^{25(2)}$$

Дано: $Л^{25(2)}_{min}=7,41$ $Л^{25(2)}_{max}=7,5$ $ТЛ^{25(1)}=0,135$

$$Z_{10}^{25(2)}_{min}=0,1+0,03=0,13$$
 мм.

$$Z_{10}^{25(2)}_{min} = Л^{25(1)} - Л^{25(2)}$$

Далее определяем увеличивающие и уменьшающие звенья

$$Z_{10}^{25(2)}_{min} = Л^{25(1)}_{min} - Л^{25(2)}_{max}$$

выразим неизвестную величину $Л^{25(1)}_{min}$

$$Л^{25(1)}_{min} = Л^{25(2)}_{max} + Z_{10}^{25(2)}_{min}$$

$$Л^{25(1)}_{min} = 7,5 + 0,13 = 7,63$$
 мм

$$Л^{25(1)}_{max} = Л^{25(1)}_{min} + ТЛ^{25(1)} = 7,63 + 0,135 = 7,765$$
 мм

$$Z_{10}^{25(2)}_{max} = Л^{25(1)}_{max} - Л^{25(2)}_{min}$$

$$Z_{10}^{25(2)}_{max} = 7,765 - 7,41 = 0,355$$
 мм

Номинальный размер $Л^{25(1)} = Л^{25(1)}_{max} - ES = 7,765 - 0 = 7,765$

Ответ: $Л^{25(1)} = 7,765_{-0,135}$ $Z_{10}^{25(2)}_{max} = 0,355$ 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
$[Z_2^{25}] = Б^{15(1)} - Б^{25} - 2^{25} 1^{10} - 1^{20(1)} 6^{15(1)} - 6^{15(1)} 1^{10} - 1^{10} 6^5 - 2^{15(1)} 1^{10}$	$Б_{min}^{25}=13,9835$ $Б_{max}^{25}=14$ $ТБ^{15(1)}=0,065$ $2^{25} 1^{20(2)} = \pm 0,0125$ $1^{20(1)} 6^{15(1)} = \pm 0,015$ $1^0 6^5 = \pm 0,06$ $6^{15(1)} 1^{10} = \pm 0,04$ $2^{15(1)} 1^{10} = \pm 0,05$	$Z_2^{25}_{max} = 0,466$ мм $2Б^{15(1)} = 28,625_{-0,13}$

Продолжение таблицы 2.3

Исходное уравнение	Известные величины	Расчитанные размеры
$[Z_2^{15(1)}] = B^5 - \frac{B^{15(1)}}{2^{15(1)} 1^{10} - 1^{10} 6^5 - 6^5 13^0 - 2^5 13^0}$	$B^{15(1)}_{\min} = 14,2475$ $B^{15(1)}_{\max} = 14,3125$ $TB^5 = 0,105$ $2^{15(1)} 1^{10} = \pm 0,05$ $1^{10} 6^5 = \pm 0,06$ $6^5 13^0 = \pm 0,06$ $2^5 13^0 = \pm 0,08$ $Z_2^{15(1)}_{\min} = 0,1 + 0,06 = 0,16 \text{ мм}$	$Z_2^{15(1)}_{\max} = 0,83 \text{ мм}$ $2B^5 = 29,575_{-0,21}$
$[Z_1^{20(1)}] = A^{10} - \frac{A^{20(1)}}{1^{20(1)} 6^{15(1)} - 1^{10} 6^5}$	$A^{20(1)}_{\min} = 20,9805$ $A^{20(1)}_{\max} = 21$ $TA^{10} = 0,08$ $1^{20(1)} 6^{15(1)} = \pm 0,015$ $1^{10} 6^5 = \pm 0,06$ $Z_1^{20(1)}_{\min} = 0,05 + 0,02 = 0,07 \text{ мм}$	$Z_1^{20(1)}_{\max} = 0,319 \text{ мм}$ $2A^{10} = 42,45_{-0,16}$
$[Z_1^{10}] = A^5 - \frac{A^{10}}{1^{10} 6^5 - 1^5 13^0}$	$A^{10}_{\min} = 21,145 \quad A^{10}_{\max} = 21,225$ $TA^{10} = 0,125$ $1^{10} 6^5 = \pm 0,06$ $6^5 13^0 = \pm 0,06$ $1^5 13^0 = \pm 0,1$ $Z_1^{10}_{\min} = 0,1 + 0,06 = 0,16 \text{ мм}$	$Z_1^{10}_{\max} = 0,805 \text{ мм}$ $2A^5 = 43,46_{-0,25}$
$[Z_3^{20(3)}] = B^{20(3)} - \frac{B^{20(2)}}{3^{20(2)} 6^{15(1)} - 3^{20(2)} 6^{15(1)}}$	$B^{20(3)}_{\min} = 10$ $B^{20(3)}_{\max} = 10,0065$ $TB^{20(2)} = 0,026$ $3^{20(3)} 6^{15(1)} = \pm 0,005$ $3^{20(2)} 6^{15(1)} = \pm 0,02$ $Z_3^{20(3)}_{\min} = 0,01 + 0,012 = 0,022 \text{ мм}$	$2B^{20(2)} = 19,854^{+0,052}$ $Z_2^{20(3)}_{\max} = 0,08 \text{ мм}$
$[Z_3^{20(2)}] = B^{20(2)} - \frac{B^{20(1)}}{3^{20(1)} 6^{15(1)} - 3^{20(1)} 6^{15(1)}}$	$B^{20(2)}_{\min} = 9,927 \quad B^{20(2)}_{\max} = 9,953$ $TB^{20(1)} = 0,042$ $3^{20(2)} 6^{15(1)} = \pm 0,02$ $3^{20(1)} 6^{15(1)} = \pm 0,03$ $Z_3^{20(2)}_{\min} = 0,025 + 0,02 = 0,045 \text{ мм}$	$2B^{20(1)} = 19,58^{+0,084}$ $Z_2^{20(2)}_{\max} = 0,213 \text{ мм}$
$[Z_3^{20(1)}] = B^{20(1)} - \frac{B^{10}}{6^{15(1)} 1^{10} - 1^{10} 6^5 - 3^{10} 6^5}$	$B^{20(1)}_{\min} = 9,79 \quad B^{20(1)}_{\max} = 9,832$ $TB^{10} = 0,105$ $3^{20(1)} 6^{15(1)} = \pm 0,03$ $6^{15(1)} 1^{10} = \pm 0,04$ $1^{10} 6^5 = \pm 0,06$ $3^{10} 6^5 = \pm 0,08$ $Z_3^{20(1)}_{\min} = 0,1 + 0,025 = 0,125 \text{ мм}$	$2B^{10} = 18,7^{+0,21}$ $Z_2^{20(1)}_{\max} = 0,587 \text{ мм}$

Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата

15.03.05.2017.003.000 ПЗ

Лист

28

Продолжение таблицы 2.3

Исходное уравнение	Известные величины	Расчитанные размеры
$[Z_5^{25}] = D^{15(1)} - D^{25} - 5^{25} 1^{20(2)} - 1^{20(1)} 6^{15(1)} - 6^{15(1)} 1^{10} - 5^{15(1)} 1^{10}$	$D_{\min}^{25} = 9,4835$ $D_{\max}^{25} = 9,5$ $TD^{15(1)} = 0,065$ $5^{25} 1^{20(2)} = \pm 0,0125$ $1^{20(1)} 6^{15(1)} = \pm 0,015$ $6^{15(1)} 1^{10} = \pm 0,04$ $5^{15(1)} 1^{10} = \pm 0,05$ $Z_5^{25} = 0,05 + 0,02 = 0,07$	$2D^{15(1)} = 19,505_{-0,065}$ $Z_5^{25} = 0,386 \text{ мм}$
$[Z_5^{15(1)}] = D^5 - D^{15(1)} - 5^{15(1)} 1^{10} - 1^{10} 6^5 - 6^5 13^0 - 5^5 13^0$	$D_{\min}^{15(1)} = 9,687$ $D_{\max}^{15(1)} = 9,7525$ $TD^5 = 0,105$ $5^{15(1)} 1^{10} = \pm 0,05$ $1^{10} 6^5 = \pm 0,06$ $6^5 13^0 = \pm 0,06$ $5^5 13^0 = \pm 0,08$ $Z_5^{15(1)} = 0,1 + 0,06 = 0,16$	$2D^5 = 20,535_{-0,21}$ $Z_5^{15(1)} = 0,83 \text{ мм}$
$[Z_6^{25}] = E^{15(1)} - E^{25} - 6^{25} 1^{20(2)} - 1^{20(1)} 6^{15(2)}$	$E_{\min}^{25} = 8,4865$ $E_{\max}^{25} = 8,5$ $TE^{15(1)} = 0,055$ $6^{25} 1^{20(2)} = \pm 0,02$ $1^{20(1)} 6^{15(2)} = \pm 0,015$ $Z_6^{25} = 0,05 + 0,02 = 0,07 \text{ мм}$	$2E^{15(1)} = 17,3_{-0,11}$ $Z_6^{25} = 0,1885 \text{ мм}$
$[Z_6^{15(1)}] = E^5 - E^{15(1)} - 6^{15(1)} 1^{10} - 1^{10} 6^5$	$E_{\min}^{15(1)} = 8,595$ $E_{\max}^{15(1)} = 8,65$ $TE^5 = 0,09$ $6^{15(1)} 1^{10} = \pm 0,04$ $1^{10} 6^5 = \pm 0,06$ $Z_6^{15(1)} = 0,1 + 0,06 = 0,16 \text{ мм}$	$2E^5 = 18_{-0,18}$ $Z_6^{15(1)} = 0,505 \text{ мм}$
$[Z_8^{20(3)}] = I^{20(2)} - I^{20(3)} - 8^{20(3)} 6^{15(2)} - 8^{20(2)} 6^{15(2)}$	$I_{\min}^{20(3)} = 3,9955$ $I_{\max}^{20(3)} = 4$ $TI^{20(2)} = 0,011$ $8^{20(3)} 6^{15(2)} = \pm 0,003$ $8^{20(2)} 6^{15(2)} = \pm 0,008$ $Z_8^{20(3)} = 0,01 + 0,012 = 0,022 \text{ мм}$	$2I^{20(2)} = 8,088_{-0,022}$ $Z_8^{20(3)} = 0,06 \text{ мм}$
$[Z_8^{20(2)}] = I^{20(1)} - I^{20(2)} - 8^{20(2)} 6^{15(2)} - 8^{20(1)} 6^{15(2)}$	$I_{\min}^{20(2)} = 4,033$ $I_{\max}^{20(2)} = 4,044$ $TI^{20(1)} = 0,045$ $8^{20(2)} 6^{15(2)} = \pm 0,008$ $8^{20(1)} 6^{15(2)} = \pm 0,03$ $Z_8^{20(2)} = 0,02 + 0,025 = 0,045 \text{ мм}$	$2I^{20(1)} = 8,344_{-0,09}$ $Z_8^{20(2)} = 0,18 \text{ мм}$

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

Продолжение таблицы 2.3

Исходное уравнение	Известные величины	Рассчитанные размеры
$[Z_8^{20(1)}] = \frac{I^{10} - I^{20(1)}}{8^{20(1)} 6^{15(2)} - 6^{15(1)} 1^{10} - 1^{10} 6^5 - 8^{10} 6^5}$	$I_{\min}^{20(1)} = 4,127$ $I_{\max}^{20(1)} = 4,552$ $T I^{10} = 0,075$ $8^{20(1)} 6^{15(2)} = \pm 0,03$ $6^{15(1)} 1^{10} = \pm 0,04$ $1^{10} 6^5 = \pm 0,06 \quad 8^{10} 6^5 = \pm 0,05$ $Z_8^{20(1)}_{\min} = 0,1 + 0,025 = 0,125 \text{ мм}$	$2I^{10} = 9,104_{-0,15}$ $Z_8^{20(1)}_{\max} = 0,605$ <p>мм</p>

2.4 Расчет режимов резания и нормирование технологического процесса

Расчет режимов резания выполняется на операцию 020 переход 8 приведённую в соответствии с рисунком 2.10. На данной операции производится нарезание резьбы метчиком М5-7Н.

Исходные данные:

Станок 16К20Ф3; мощность станка – 10; материал заготовки – Сталь 45 ГОСТ 1050-88.

Поперечная подача $S = t = 0,5$ мм/об.

Скорость резания определяем по формуле [3].

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

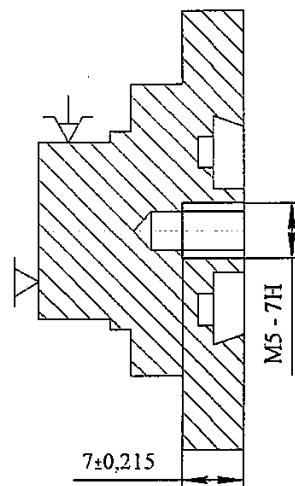


Рисунок 2.10 – Схема обработки для операции 020 переход 8

где C_v – коэффициент скорости резания, $C_v = 64,8$;

D – диаметр отверстия, $D = 5$ мм;

q, m, x, y – постоянные коэффициенты;

T – период стойкости, $T=90$;

S – подача, $S=0,5$ мм/об;

Значения постоянных $q=1,2$ $y=0,5$ $m=0,9$ [3].

K_v – поправочный коэффициент на скорость резания состоящий из ряда коэффициентов

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

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

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

K_{lv} – коэффициент учитывает влияние глубины обрабатываемого отверстия, принимается по [3], $K_{lv}=1$.

$$K_v = 1 \cdot 1 \cdot 1 = 1$$

Определяем скорость резания

$$V = \frac{64,8 \cdot 5^{1,2}}{90^{0,9} \cdot 0,8^{0,5}} \cdot 1 = 8,67 \text{ м/мин};$$

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

$$n = \frac{1000 \cdot 8,67}{3,14 \cdot 5} = 552 \text{ об/мин}.$$

По паспорту станка принимаем число оборотов $n=63$ об/мин и определяем фактическую скорость резания;

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

$$V_{\phi} = \frac{3,14 \cdot 5 \cdot 63}{1000} = 1 \text{ м/мин}$$

Определяем крутящий момент и осевую силу

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

где C_m – постоянный коэффициент, $C_m=0,027$;

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

Значения постоянных $q=1,4$ $y=1,5$ принимаем из [3].

где $K_p=K_{mp}$, учитывает механические свойства обрабатываемого материала, по [1] $K_{mp}=1$.

Определяем крутящий момент

$$M = 10 \cdot 0,027 \cdot 5^{1,4} \cdot 0,8^{1,5} \cdot 1 = 0,184 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

									Лист
									31
Изм.	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата	15.03.05.2017.003.000 ПЗ				

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

$$N = \frac{0,184 \cdot 63}{9750} = 0,012 \text{ кВт}$$

Результаты расчетов режимов резания для остальных поверхностей сводим в таблицу 2.4

Таблица 2.4 – Режимы резания

Операция	Д, мм	L, мм	t, мм	i	S, мм/об	n, об/мин	V, м/сек	N, кВт	Pz, Н
005 ток. Ø42	45	11,15	0,77	1	0,075	400	56,5	0,155	168
Ø28	45	5,19	7,71 (3,855)	2	0,075	400	56,5	0,77	840
Ø19	45	2	12,23 (3,057)	4	0,075	400	56,5	0,616	667
Ø 17	45	6,4	13,5 (3,375)	3	0,075	400	56,5	0,68	736
торец правый р-ра 20	18	9	0,78	1	0,075	400	22,6	0,072	195
торец левый р-ра 20	45	22,5	3	1	0,075	400	56,5	0,3	323
торца Ø 19	20,53	1,27	1	1	0,075	400	25,8	0,054	128,5
торца Ø 28	29,58	4,5	1	1	0,075	400	37,15	0,074	122
торца Ø 45	43,46	6,94	1	1	0,075	400	54,6	0,103	115
010 раст. Ø42	43,46	9,16	0,5	1	0,15	400	54,6	0,2	140
Ø 20	18,7	2,25	1	1	0,15	400	23,5	0,1	260
Ø 8	9,1	2,25	1	1	0,15	400	11,43	0,054	290
торец левый р-ра 20	42,45	16,42	0,78	1	0,15	400	53,3	0,16	180
торца Ø 20	18,7	2,25	4,8	1	0,15	400	23,5	0,38	990
015 ток. 1 п. Ø28	28,265	5,06	0,65	1	0,15	400	35,5	0,15	255
Ø19	18,7	2	0,4	1	0,15	400	23,5	0,06	167

Продолжение таблицы 2.4

Операция	Д, мм	L, мм	t, мм	i	S, мм/об	n, об/мин	V, м/сек	N, кВт	P _z , Н
Ø17	18	6,8	0,35	1	0,15	400	22,6	0,054	147
торец правый р-ра 20	17,3	8,85	0,94	1	0,15	400	21,73	0,14	391
торца Ø 19	19,505	1,1	2,15	1	0,15	400	24,5	0,35	890
торца Ø 28	28,265	4,38	1,03	1	0,15	400	35,5	0,23	400
торца Ø 45	42,45	7,09	1,98	1	0,15	400	53,3	0,64	740
015 ток. 2 п. торец правый р-ра 20	17,3	8,85	0,58	1	0,15	400	21,73	0,07	246
020 ток. с ЧПУ 1 п. Ø42	42,45	12,2	0,22	1	0,1	400	53,3	0,052	60
Ø 20	19,58	2,7	0,44	1	0,15	400	24,6	0,073	183
Ø 8	9,1	2,7	0,38	1	0,15	400	11,43	0,033	177
торец лев р-ра 20	42,45	21,2	0,42	1	0,1	400	53,3	0,1	114
торца Ø 20	19,58	2,7	0,44	1	0,1	400	24,6	0,054	135
020 ток. с ЧПУ 2п. Ø20	19,85	2,92	0,075	1	0,1	400	24,93	0,017	41
Ø 8	8,344	2,92	0,128	1	0,1	400	10,48	0,01	44
торца Ø 20	19,85	5,75	0,22	1	0,1	400	24,93	0,03	67
Ø 4	4	13	2	1	0,1	200	2,5	0,018	85
020 ток. с ЧПУ 3п. Ø20	20	3	0,075	1	0,1	400	25,12	0,01	22,9
Ø 8	8	3	0,044	1	0,1	400	10,5	0,003	15,3
торца Ø 20	20	6	0,04	1	0,1	400	25,12	0,01	12,3
канавка Ø17	17	1	2	1	0,075	400	21,4	0,27	757

Продолжение таблицы 2.4

Операция	Д, мм	L, мм	t, мм	i	S, мм/об	n, об/мин	V, м/сек	N, кВт	P _z , Н
резьба М5	5	10	0,5	1	0,8	63	1	0,012	0,184
025 авт.-ток. Ø28	28,26	5	0,13	1	0,1	400	35,16	0,022	38
Ø19	19,5	5	0,25	1	0,1	400	24,5	0,031	76,8
Ø17	17,3	7	0,15	1	0,1	400	21,8	0,017	46,8
торца Ø 19	19,5	1	1,2	2	0,1	400	24,5	0,07	159
торца Ø28	28,26	4,63	1,2	2	0,1	400	35,16	0,1	174
торца Ø45	45	8,5	1,15	2	0,1	400	56,5	0,14	155
канавка Ø15	17	1	1	1	0,075	400	21,35	0,09	252
030 фрез. 1 пер.	50	34	0,73	1	0,05	63	9,9	0,03	200
Фрез. 2 пер.	50	34	0,27	1	0,05	63	9,9	0,015	85

Нормирование операций производим по справочнику [4].

Рассмотрим операцию 030 фрезерную.

Основное (машинное) время сверления определяется расчетным путем по [3]

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

где L – длина отверстия, L=8 мм;

l₁ – величина подвода, мм;

l₂ – величина врезания инструмента, мм;

l₃ – величина перебега инструмента, мм;

n – число оборотов инструмента, n=63 об/мин;

S – подача инструмента, S = 0,05 мм/зуб, S_{мин} = 0,8 мм/об.

Определяем по справочнику [3] l₁ + l₂ = 26 мм

Определяем основное время

$$T_o = \frac{8 + 26}{63 \cdot 0,8} = 0,67 \text{ мин}$$

Штучное время на операцию определяется по формуле

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

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

15.03.05.2017.003.000 ПЗ

Лист

34

где T_o – основное (технологическое) время, $T_o=1,33$ мин;

$T_{вс}$ – вспомогательное время;

$T_{обс}$ – время технического обслуживания;

$T_{орг}$ – время организационного обслуживания;

$T_{отд}$ – время перерыва;

Вспомогательное время представляет сумму

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

где $T_{ус}$ – 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]
 $T_{уст}=0,04$ мин.

Вспомогательное время связанное с переходом определяем по [2] $T_{пер}=0,05$ мин, а также сюда входит время на очистку детали сжатым воздухом, по [2] 0,065 мин., включить вращение шпинделя кнопкой 0,015 мин. Окончательно суммируя получаем $T_{пер}=0,13$ мин.

Вспомогательное время связанное с измерением определяем по [2], при измерении пробкой и шаблоном, $T_{изм}=0,044+0,044=0,09$ мин.

Получаем $T_{всп}=0,04+0,13+0,09=0,26$ мин.

$$T_{оп}=T_o+T_{вс}=0,67+0,26=0,93 \text{ мин}$$

Вспомогательное время на обслуживание рабочего места определяем в процентах от оперативного, 1,4 % , получаем 0,014 мин.

Время на отдых и личные надобности определяется в процентах от оперативного $T_{отд}=9\%$, получаем 0,09 мин. Таким образом штучное время:

$$T_{шт}=0,93+0,014+0,09=1,03 \text{ мин}$$

Подготовительно-заключительное время на наладку станка, инструмента, $T_{пз}=20$ мин.

Остальные расчеты сводим в таблицу 2.5

Таблица 2.5 – Нормирование операций

в минутах

№ операции	T_o	$T_{в}$	$T_{шт}$	$T_{п.з}$
005	3,9	0,9	5,3	23
010	2,8	0,87	4,4	23
015	5,2	0,88	6,8	23
020	8,3	0,96	9,9	23
025	3,9	0,89	5,7	23
030	1,34	0,52	2,06	25

3 КОНСТРУКТОРСКИЙ РАЗДЕЛ

3.1 Проектирование фрезерного приспособления

3.1.1 Разработка теоретической схемы базирования

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

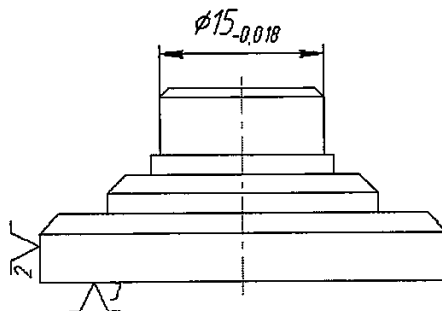


Рисунок 3.1 – Теоретическая схема базирования

3.1.2 Проектирование схемы приспособления

По принятой схеме базирования разрабатываем схему приспособления представленную в соответствии с рисунком 3.2 обеспечивающую параметры обработки. С целью облегчения условий труда и сокращения штучного времени операции выбираем конструкцию приспособления с механизированным зажимом. Необходимым условием при проектировании фрезерных приспособлений является жесткость вследствие больших сил резания и вибраций по сравнению с другими методами обработки. Учитываем, что установочные, зажимные и направляющие элементы должны быть надежны.

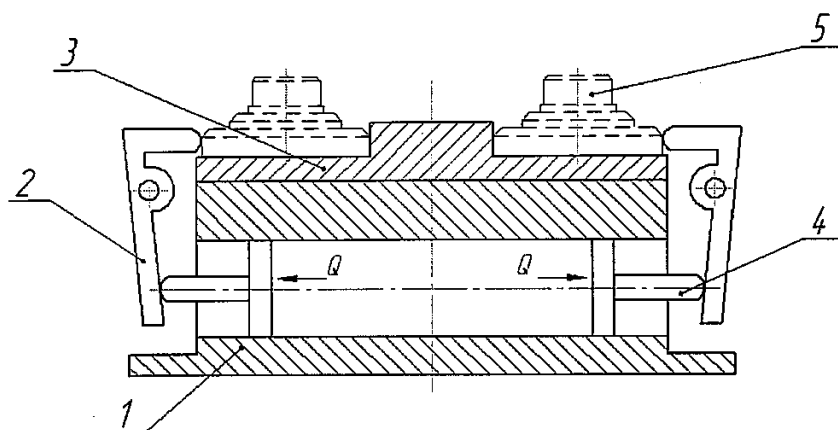


Рисунок 3.2 – Схема приспособления

Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата

15.03.05.2017.003.000 ПЗ

Лист

36

Приспособление должно состоять из зажимного узла, выбираем простую рычажно-шарнирную конструкцию. Преимуществом рычажных систем является быстродействие, выигрыш в силе, постоянство силы закрепления, возможность закрепить заготовку в труднодоступном месте, удобство в эксплуатации. Детальными рычажных зажимных механизмов являются прихваты. Пневмопривод стационарный. Предлагаю ввиду небольшой детали спроектировать многоместное приспособление.

Применение пневмопривода дает большие преимущества:

1. Значительное сокращение времени на зажим и разжим (в 5 раз) вследствие быстроты пневмопривода (1 сек);
2. Постоянство силы зажима заготовки в приспособлении;
3. Простота управления зажимными устройствами.

Пневмоцилиндр располагается внутри корпуса поз.1. Под действием сжатого воздуха поршни поз.4 выталкивают штока, и прихваты поз.2, совершая вращательное движение закрепляют заготовки поз.5 поджимая их. Заготовки поз.5 устанавливаются в призмы пластины поз.3.

3.1.3 Расчет элементов приспособления

Определяем силу закрепления заготовки по расчетной схеме по [4] представленной в соответствии с рисунком 3.3.

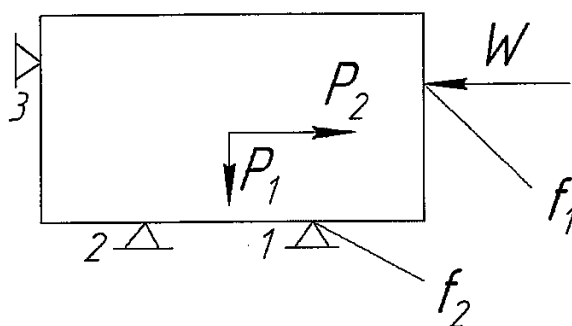


Рисунок 3.3 – Расчетная схема для вычисления силы закрепления P_z

Предупреждение сдвига заготовки на опорах 1, 2 в сторону от установочного элемента 3. Ориентируемся на силу трения $f_1=0,15$ заготовки с опорой, силу трения заготовки с зажимным элементом $f_2=0,15$

$$W = \frac{K \cdot P_2 - P_1 \cdot f_2}{(f_1 + f_2)},$$

где K – коэффициент запаса $K=1,4 \dots 2,6$, принимаем $K=2$;

P_1 и P_2 – силы резания, $P_1=200$ Н $P_2=100$ Н.

									Лист
Изм.	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата					37

15.03.05.2017.003.000 ПЗ

$$W = \frac{2 \cdot 100 - 200 \cdot 0.15}{(0,15 + 0,15)} = 566 \text{ Н}$$

В соответствии с рисунком 3.4 представлена расчётная схема для вычисления силы привода

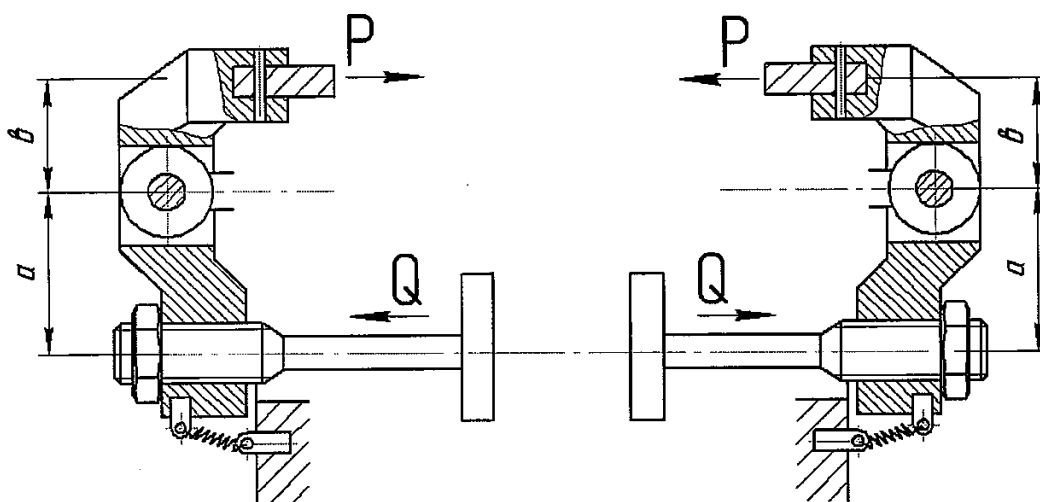


Рисунок 3.4 – Расчетная схема для вычисления силы привода

Так как конструкция с двумя прихватами, то ведем расчет для одного прихвата

$$Q \cdot a = P_3 \cdot b$$

$$Q = P_3 \cdot \frac{b}{a}$$

$$Q = 566 \cdot \frac{30}{45} = 377 \text{ Н.}$$

Принимаем ближайший диаметр пневмоцилиндра из нормализованного ряда размеров по [1] $D=40$ мм с усилием 400 Н, давление воздуха в сети 0,4 МПа.

3.1.4 Компоновка приспособления

В соответствии с рисунком 3.5 показано приспособление для фрезерования лысок шириной 7 мм и глубиной 1 мм с базированием детали на торец. Заготовки устанавливаются торцом в призмы пластины поз.4 и закрепляются за цилиндрическую поверхность призмами поз.6 установленными посредством штифтов поз.15 на рычагах поз.5. Пластина поз.4 прикреплена к корпусу поз.10 посредством винтов поз.13.

Зажим происходит от действия 3-х пневмоцилиндров поз.20 закрепленных внутри корпуса, когда в них подается давление воздуха. Рычаги поз.5 поворачиваются на осях поз.8 закрепленных в ушках поз.7, которые по резьбе закреплены в корпусе поз.10. Штока поршней пневмоцилиндров нажимают на винты поз.9 за-

Изм.	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата

15.03.05.2017.003.000 ПЗ

Лист

38

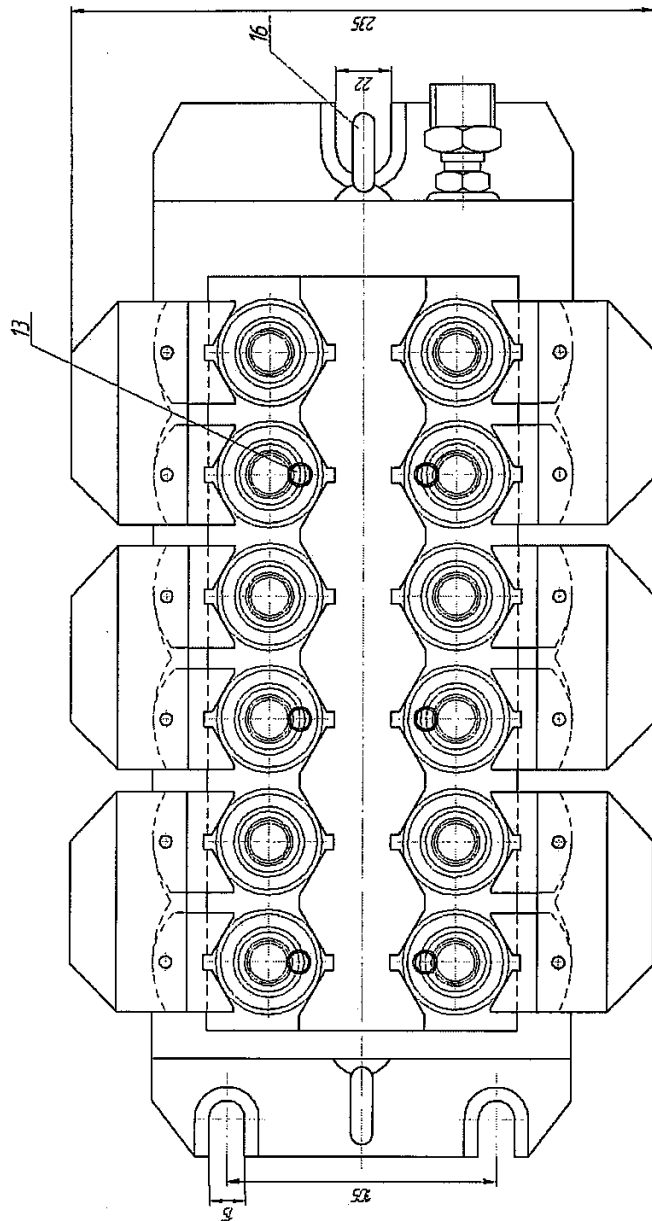
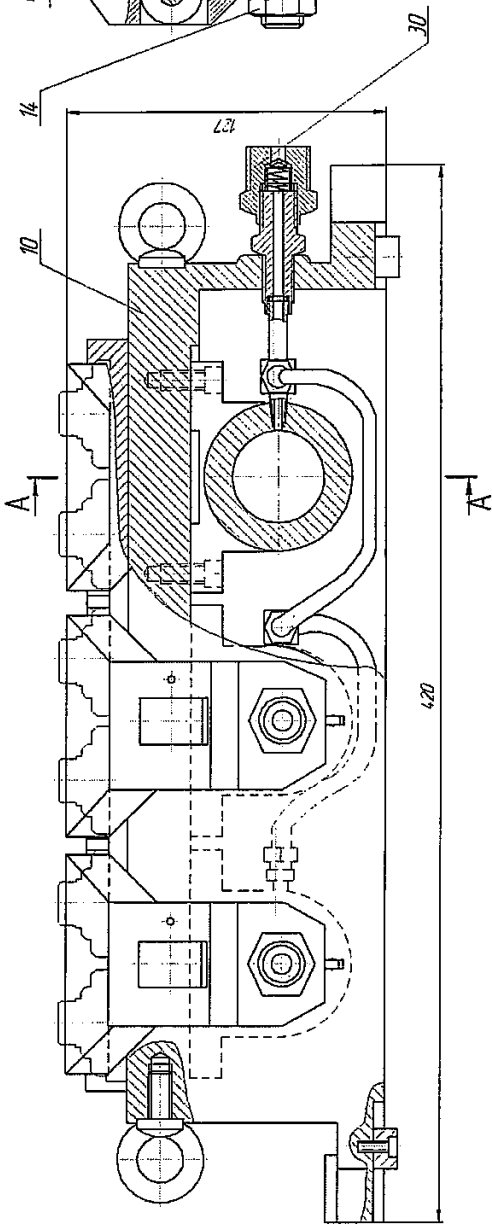
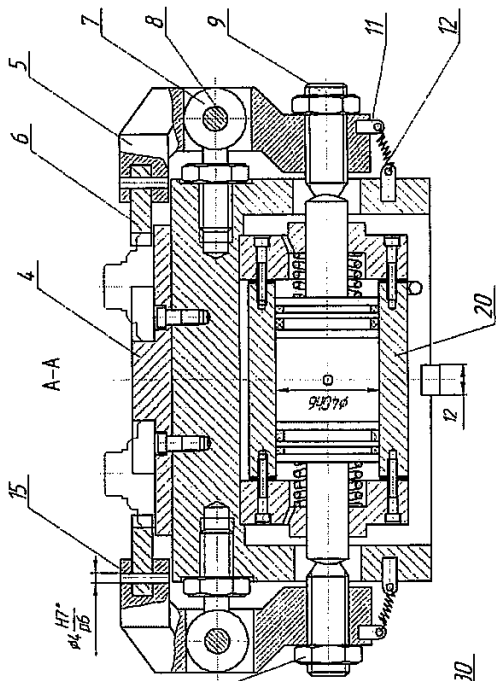


Рисунок 3.5 — Приспособление фрезерное

Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата

15.03.05.2017.003.000 ПЗ

Лист

39

крепленных на рычагах поз.5 посредством гаек поз.14. Клапан поз.30 является вводным элементом.

При откреплении детали рычаги поз.5 отводятся при помощи пружин поз.12 прикрепленных к рычагам посредством планок поз.11. В цилиндрах поршни отводятся также при помощи пружин. Рым болты поз.16 служат для транспортировки приспособления.

3.2 Проектирование набора фрез

В соответствии с рисунком 3.6 показана фрезерная оправка закрепляемая в серье фрезерного станка. Оправка состоит из корпуса поз.1, втулок поз.2, 5, 6, настрочного кольца поз.4, фрез поз.3. Фиксируются фрезы в осевом направлении посредством гаек поз.7. Шпонка поз.8 служит для передачи крутящего момента с оправки на фрезы поз.3.

На фрезерной операции 030, выполняемой на горизонтально-фрезерном станке набором фрез двухстороннего действия из быстрорежущей стали Р9К5, осуществляем обработку лысок 15h14 в заготовке из стали 45 ГОСТ 1050-88 с $\sigma_B=750$ МПа. Деталь закрепляется в специальном фрезерном пневматическом приспособлении. Мощность электродвигателя станка: $N=7$ квт.

Предварительно устанавливаем параметры фрезы по ГОСТ 3964-69. $B=5$ мм, диаметр $D=50$ мм, число зубьев $z=14$, угол наклона $w=20^\circ$.

Определяем посадочный диаметр отверстия фрезы под оправку,

$$d = \sqrt[3]{\frac{M_{\text{сум}}}{0,1 \cdot \sigma_{\text{и.д.}}}}$$

где $M_{\text{сум}}$ – суммарный момент, действующий на оправку, Н·м;

$\sigma_{\text{и.д.}}$ – допустимое напряжение на изгиб материала оправки, принимаем $\sigma_{\text{и.д.}} = 250$ МПа

$$M_{\text{сум}} = \sqrt{\left(\frac{3}{16} \cdot P l\right)^2 + \left(\frac{P_z \cdot D^1}{2}\right)^2}, \text{ Н}\cdot\text{м},$$

где P – равнодействующая сила, Н, $P = 1.411 \cdot P_z$

Определяем равнодействующую силу резания

$$P = 1.411 \cdot 200 = 282 \text{ Н}$$

Наибольшее расстояние между опорами фрезерной оправки принимаем $l=350$ мм.

Таким образом,

$$M_{\text{сум}} = \sqrt{\left(\frac{3}{16} \cdot 282 \cdot 0.35\right)^2 + \left(\frac{200 \cdot 0.05}{2}\right)^2} = 19.7 \text{ Н}\cdot\text{м}.$$

Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата

15.03.05.2017.003.000 ПЗ

Лист

40

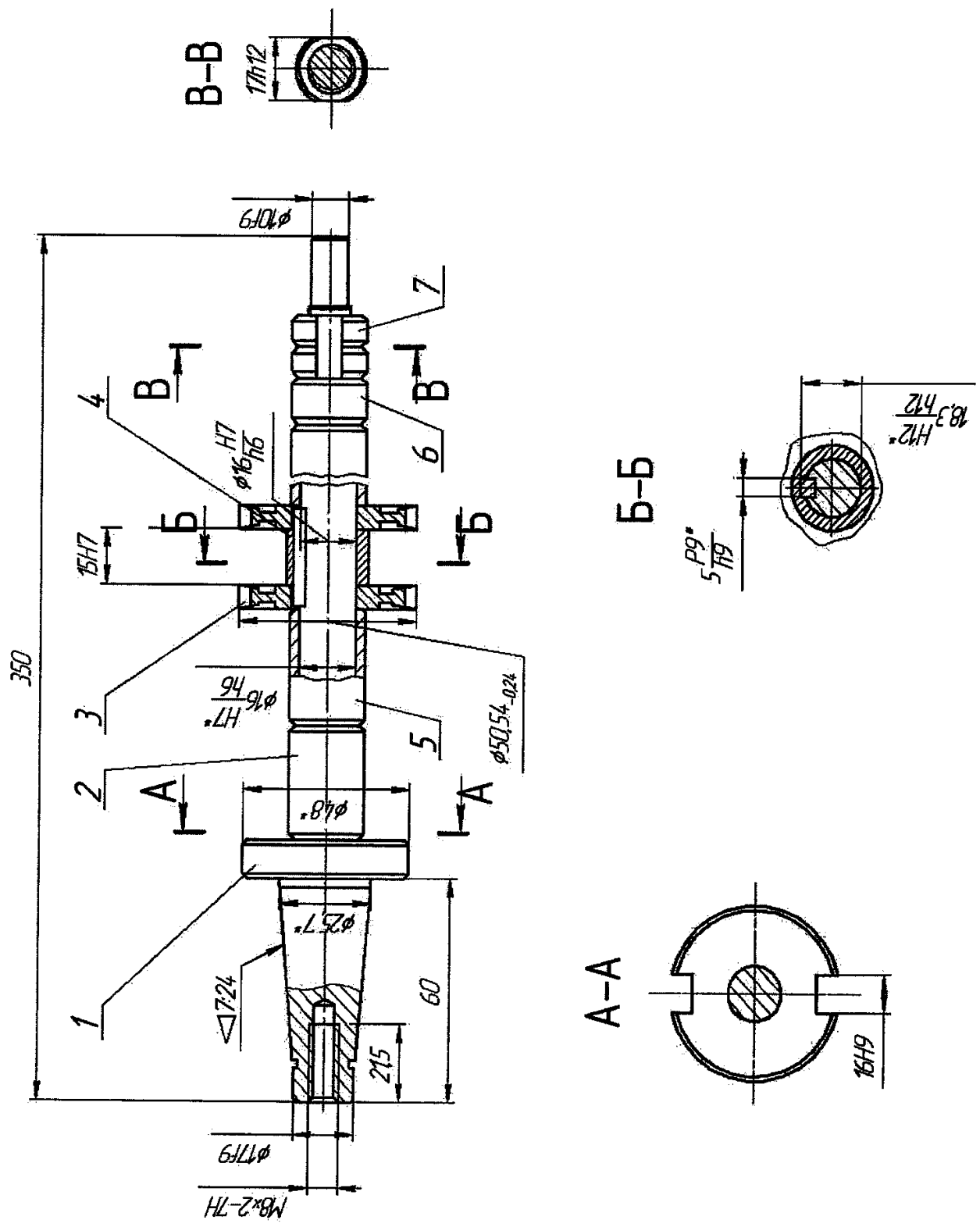


Рисунок 3.6 – Набор фрез

15.03.05.2017.003.000 ПЗ					Лист
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата	41

$$d = \sqrt[3]{\frac{19.7}{0,1 \cdot 250 \cdot 10^6}} = 9,3 \text{ мм}$$

Принимаем диаметр отверстия фрезы выбранной ранее по ГОСТ 9472-83: $d = 16 \text{ мм}$

Твёрдость фрезы после термообработки: $\text{HRC}_s = 30 \dots 50$.

Допуски на основные элементы фрезы и другие технические требования по ГОСТ 1671-77.

Определим предельный диаметральный размер фрезы, по [5], принимая что допустимые радиальные биения фрезы равны, $D_B = D_{B0} = D_{B1} = 0,03 \text{ мм}$.

$$D_0 = (D_{\text{НОМ}} + 2\Delta - 2 \cdot D_B)_{-2(\Delta - D_B)}, \text{ мм},$$

где Δ – поле допуска на получаемый размер, $\Delta = 0.18 \text{ мм}$

$$D_0 = (50 + 2 \cdot 0.3 - 2 \cdot 0.03)_{-2(0.15 - 0.03)} = 50,54_{-0,24} \text{ мм}.$$

Определим запас на износ торцовых зубьев фрез

$$D_{\text{И}} = 0,5 \cdot (d_B - D_{\text{УСТ}}) - (D_{\text{Ф}} + D_B), \text{ мм},$$

где $D_{\text{УСТ}}$ – погрешность установки фрезы, установим погрешность в пределах величины $0,02 \text{ мм}$;

$D_{\text{Ф}}$ – погрешность обработки, $\Delta_{\text{Ф}} = 0,02 \text{ мм}$;

Δ_B – торцовое биение у фрезы $\Delta_B = 0,03 \text{ мм}$;

d_B – допуск на ширину обрабатываемой поверхности. $d_B = 0,18 \text{ мм}$.

$$D_{\text{И}} = 0,5 \cdot (0,18 - 0,02) - (0,02 + 0,03) = 0,03 \text{ мм}.$$

В соответствии с рисунком 3.6 представлено расположение полей разброса погрешностей

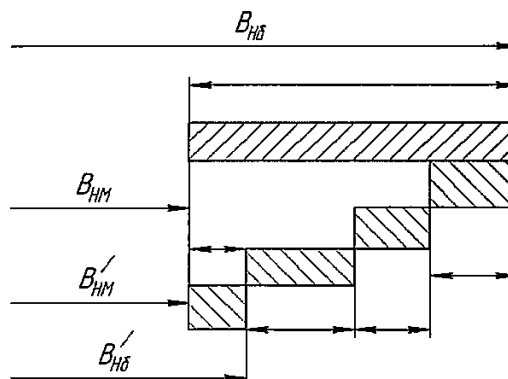


Рисунок 3.6 – Расположение полей разброса погрешностей

Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата

15.03.05.2017.003.000 ПЗ

Лист

42

Установочный (наладочный) размер B'

$$B'_{\text{нб}} = B_{\text{нм}} + dB - 2 \cdot (D_{\text{ф}} + D_{\text{б}} + D_{\text{и}}), \text{ мм},$$

$$B'_{\text{нм}} = B_{\text{нм}} + dB - 2 \cdot (D_{\text{ф}} + D_{\text{б}} + D_{\text{и}}) - \Delta_{\text{уст}}, \text{ мм},$$

где $B'_{\text{нб}}$ – наибольший наладочный размер,

$B'_{\text{нм}}$ – наименьший наладочный размер,

$B_{\text{нм}}$ – номинальная ширина между фрезами, мм,

$$B'_{\text{нб}} = 15 + 0,18 - 2 \cdot (0,02 + 0,03 + 0,03) = 15,02 \text{ мм}.$$

$$B'_{\text{нм}} = 15 + 0,18 - 2 \cdot (0,02 + 0,03 + 0,03) - 0,02 = 15 \text{ мм}.$$

Определяем качество размера расстояния между фрезами не превышающем 0,02 мм. Находим что Н7.

3.3 Проектирование контрольного приспособления для замера перпендикулярности

3.3.1 Разработка схемы замера

Измеряемая деталь устанавливается и центрируется по поверхности, которая указана в качестве базы и обозначения допуска. Поскольку база на детали резьба, то при центрировании по поверхности резьбы, она является и установочной и направляющей. В качестве применяемого устройства выбираем оправку с прецизионным вращением. В соответствии с рисунком 3.6 представлена схема измерения.

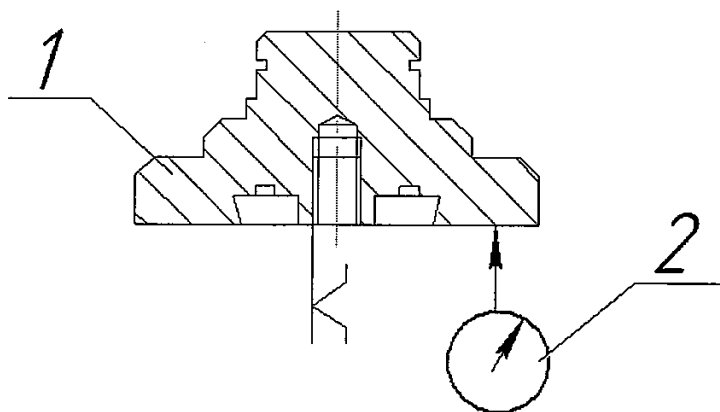


Рисунок 3.6 – Схема измерения

Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата

15.03.05.2017.003.000 ПЗ

Лист

43

3.3.2. Разработка схемы приспособления

В соответствии с рисунком 3.7 представлена схема измерения.

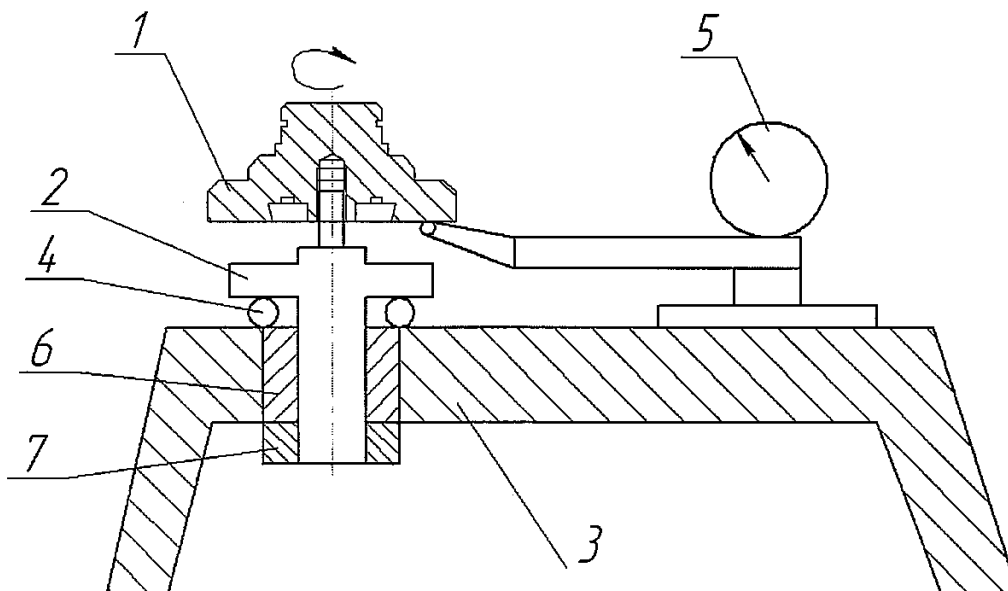


Рисунок 3.7 – Схема приспособления

Оправка 2 вращается во втулке 6 запрессованной в корпус 3 приспособления. Оправка опирается на подшипник поз.4. Оправка 2 фиксируется гайкой 7. Измерительное устройство представляет собой штатив установленный на корпусе 3 приспособления. Тип измерительного прибора -индикатор 5 часового типа ИЧ10 по ГОСТ 577-68 с диапазоном измерения 0-10 мкм, допускаемой погрешностью 0,02 мкм, ценой деления 0,01 мкм. Измерительное усилие 150 сН.

3.3.3 Компоновка контрольного приспособления

В соответствии с рисунком 3.8 показано контрольное приспособление для контроля перпендикулярности.

Обрабатываемая деталь устанавливается и базируется центральным отверстием на буртик рожков мембраны поз.9. Мембрана поз.5 закреплена винтами поз.17 на шпинделе поз.40. Шпиндель поз.40 вращается во втулке поз.2, установленной в корпусе поз.1. Шпиндель опирается на подшипник собранный из шариков поз.4 и 2-х колец поз.3, закрываемый фартуком поз.12, закрепленным винтами поз.18, а снизу запирается контргайкой поз.6 через подшипник поз.22 и кольцо поз.7.

Пневмоцилиндр одностороннего действия состоит из поршня поз.10 и крышки поз.20 монтируемых в корпусе поз.1 винтами поз.16. В крышке поз.20 установлен штуцер для подачи воздуха. Полость пневмоцилиндра изолирована уплотнением поз.13. В корпусе есть отверстие, в котором направляется и передвигается шток пневмоцилиндра. Пружина поз.11 оттягивает шток после

Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата

15.03.05.2017.003.000 ПЗ

Лист

44

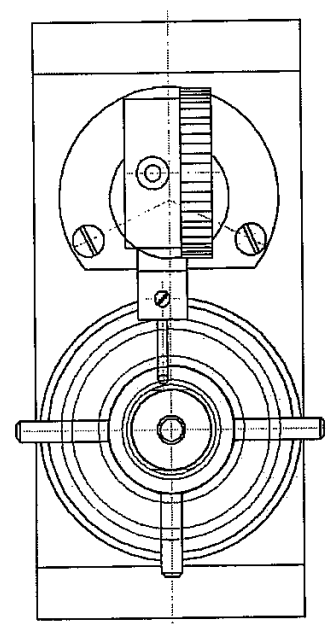
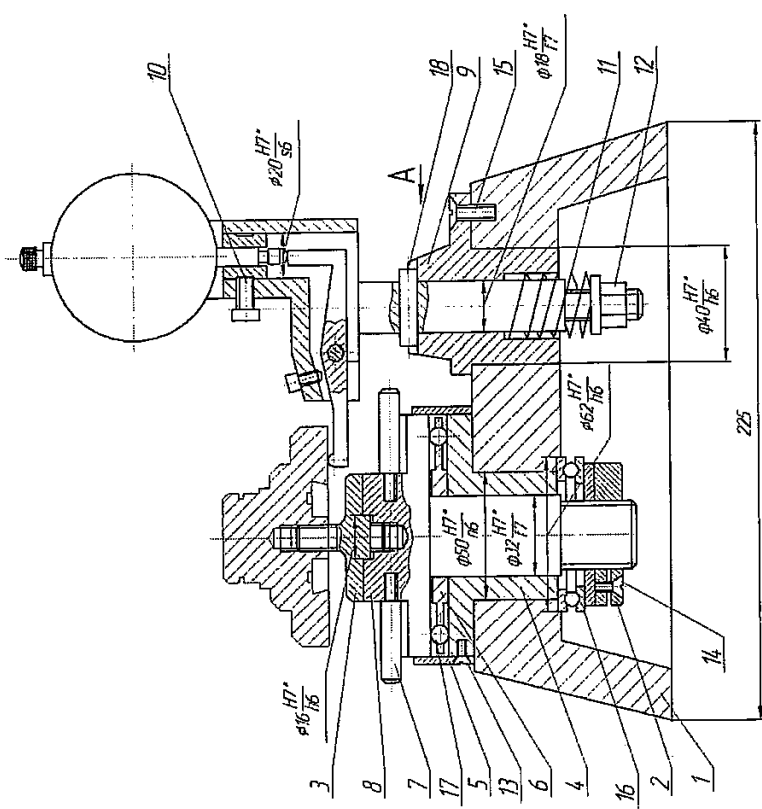
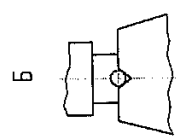
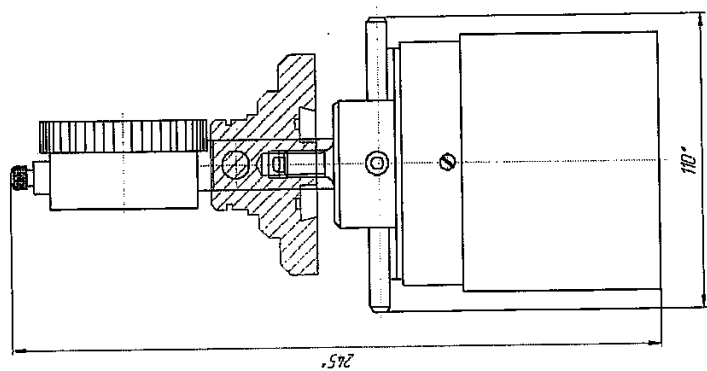


Рисунок 3.8 – Приспособление для контроля торцового биения

Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата

15.03.05.2017.003.000 ПЗ

Пневмоцилиндр одностороннего действия состоит из поршня поз.10 и крышки поз.20 монтируемых в корпусе поз.1 винтами поз.16. В крышке поз.20 установлен штуцер для подачи воздуха. Полость пневмоцилиндра изолирована уплотнением поз.13. В корпусе есть отверстие, в котором направляется и передвигается шток пневмоцилиндра. Пружина поз.11 оттягивает шток после

Шток поз.50, который непосредственно деформирует мембрану поз.5 связан с штоком поршня при помощи рычага поз.8. Шарниры состоят из 2-х осей поз.14 крепящих рычаг к штокам и оси поз.9 установленной в отверстиях корпуса поз.1 посредством гаек поз.19. Оси поз.9 крепятся шайбами поз.23 и шплинтами поз.24. которой происходит упругое деформирование мембраны поз.9.

При поступлении воздуха в бесштоковую полость пневмоцилиндра, шток преодолевая усилие пружины поз.11 поворачивает рычаг поз.8, от которого шток поз.50 движется вниз и деформируя мембрану поз.5, от чего рожки сводятся к центру. Затем устанавливается деталь и отключается рабочее давление воздуха, пружина оттягивает шток поршня, рожки за счет упругой деформации зажимают и центрируют деталь. Масленка поз.21 служит для подачи смазки к направляющей поверхности сопряжения шпинделя поз.40 и втулки поз.2.

На корпусе поз.1 смонтирована индикторная стойка поз.30 с измерительной головкой. Вращая шпиндель поз.40 за ручки производим измерение перпендикулярности.

3.3.4 Расчет приспособления на точность

Погрешность измерения поверхности вращения определяется из следующих составляющих

1. Погрешность за счёт допуска биения детали.

Допуск на биение базового отверстия детали при изготовлении ограничен величиной $\Delta_1 = 0,009$ мм.

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

3. Погрешность центрирования мембраны $\Delta_3 = 0,005$ мм

4. Допуск биения оправки приспособления $\Delta_4 = 0,005$ мм

5. Предельная суммарная погрешность измерения биения торца детали относительно базового диаметра определяется по формуле:

$$\Sigma_{\text{сум}} = \sqrt{\Delta_1^2 + \Delta_2^2 + \Delta_3^2} = \sqrt{0,009^2 + 0,0015^2 + 0,0015^2 + 0,005^2} = 0,012 \text{ мм}$$

Зная величину предельно допустимого замера детали, то есть допуск перпендикулярности, можно определить величину относительной погрешности:

$$\Delta_{\text{отн}} = \frac{0,012}{0,04} = 0,3 = 30\%.$$

Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата

15.03.05.2017.003.000 ПЗ

Лист

46

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 потребного 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 с ЧПУ	16К20Ф3	24,1	4,5	29,1	23	4
010	Фрезерная	6P80	1,34	0,52	2,06	25	3
015	Слесарная	верстак	2,4	0,5	3,1	7	2

Определение типа производства

Тип производства – среднесерийное.

Определяем количество станков.

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

где F_д – действительный годовой фонд работы оборудования, F_д = 4015 часов
N_{пр} – годовой приведённый выпуск деталей, N_{пр} = 30000 шт.

$$S_{\text{расч.005}} = \frac{29,8 \cdot 30000}{4015 \cdot 60} = 3,7$$

Принимаем S_{пр} = 6.

Определяем коэффициент загрузки

$$K_3 = \frac{S_{\text{расч}}}{S_{\text{пр}}}$$

$$K_{3005} = \frac{3,7}{6} = 0,62$$

Остальные расчёты сводим в таблицу 4.2.

На разрабатываемом участке принятое число станков равно 5 штук, график загрузки представлен в соответствии с рисунком 4.1.

Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата

15.03.05.2017.003.000 ПЗ

Лист

47

Таблица 4.2 – Количество потребного оборудования

Номер операции	Модель станка	N _{пр} шт.	F _д ч	T _{шк} мин	S _{расч} шт.	S _{пр} шт.	K _з
005	16K20Ф3	30000	4015	29,8	3,7	4	0,92
010	6P80			2,89	0,42	1	0,42
030	верстак			3,33	0,69	1	0,69
Итого:							0,68

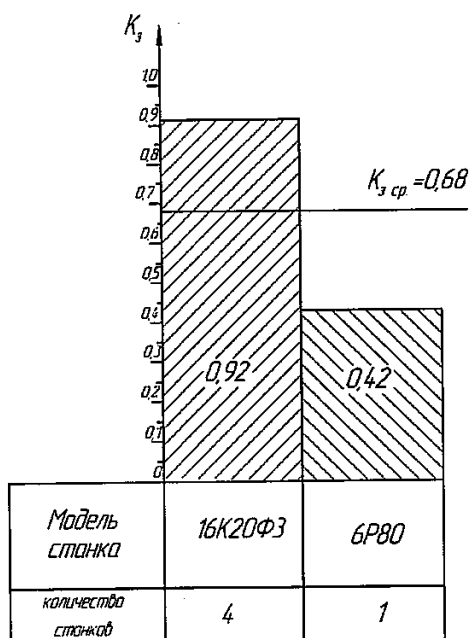


Рисунок 4.1 – График загрузки оборудования

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, станков-дублёров.

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 рисунками 4.2 приведена циклограмма многостаночного обслуживания для 005 операции.

Расчет для операции с ЧПУ: $T_o = 24,1$; $T_b = 4,5$

$$T_b = T_{ву} + T_{мв}$$

$$T_{ву} = 0,5;$$

$$T_{руч.} = 0,5 + 1 = 1,5$$

$$T_{м.авт.} = 24,1 + 1,5 = 25,6$$

$$S_m = 1,5 / 25,6 + 1 = 1,06 \text{ мин}$$

Принято $S_m = 2$ шт.

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

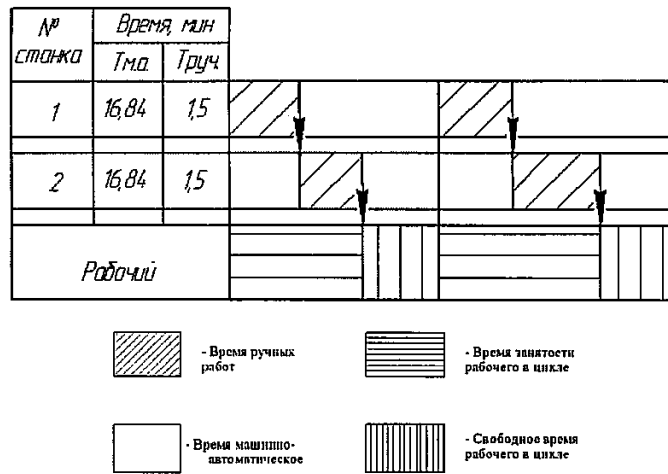


Рисунок 4.2 – Циклограмма многостаночного обслуживания для 005 операции

4.2.2 Определение количества вспомогательных рабочих

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

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

где R_c – количество рабочих станочников, $R_c = 16$ чел.

$$R_{\text{вс}} = \frac{16 \cdot 20\%}{100\%} \approx 3,2 \text{ чел.}$$

4.2.3 Определение количества инженерно - технических работников

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

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

$$R_{\text{итр}} = \frac{16 \cdot 21\%}{100\%} \approx 3,36 \text{ чел.}$$

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

15.03.05.2017.003.000 ПЗ

Лист

49

4.2.4 Определение количества служащих

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

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

$$R_{\text{сл}} = \frac{16 \cdot 1,7\%}{100\%} \approx 0,272 \text{ чел.}$$

4.2.5 Определение количества работников технического контроля

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

Рассчитываем число контролёров R_k

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

$$R_k = \frac{16 \cdot 9\%}{100\%} \approx 1,44 \text{ чел.}$$

Рассчитываем число контрольных мастеров $R_{\text{км}}$

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

$$R_{\text{км}} = \frac{16 \cdot 0,8\%}{100\%} \approx 0,128 \text{ чел.}$$

4.3 Определение площади складов

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

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

Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата

15.03.05.2017.003.000 ПЗ

Лист

50

где Q_0 – общий черновой вес материалов или заготовок, подлежащих механической обработке в течение года, $Q_3=50$ т; $Q_d=78$ т

a_{cp} – среднее количество дней, на которое принимается запас материала (запас материалов и заготовок должен быть невелик и содержать минимум, необходимый для бесперебойной работы станков) [8];

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

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

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

Площадь склада деталей

$$S_0 = \frac{50 \cdot 8}{250 \cdot 2 \cdot 0,4} = \frac{400}{200} = 2,0 \text{ м}^2$$

Площадь склада заготовок

$$S_0 = \frac{78 \cdot 8}{250 \cdot 2 \cdot 0,4} = \frac{624}{200} = 3,1 \text{ м}^2$$

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 [8]. Внутри зданий используются машины с электроприводом, а для работы на открытых площадках – машины с двигателями внутреннего сгорания.

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

Крановое оборудование.

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

4.5 Расчет потребного количества подъемно - транспортного оборудования

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

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

Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата

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

где Q – вес деталей, транспортируемых в год, $Q=50$;

i – среднее количество транспортных операций на одну деталь, примерно 16;

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

Φ – номинальный годовой фонд времени электротележки при работе в одну смену, $\Phi=2070$ 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;

t_3, 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 $K_{\tau пр.}$

$$K_{\tau} = \frac{50 \cdot 16}{0,75 \cdot 60 \cdot 2070 \cdot 2 \cdot 0,97} \left(\frac{100}{50} + 10 + 10 \right) = 0,09 \text{ шт.}$$

Принимаем $K_{\tau пр.}=1$ шт. Модель ЭТМ

Определяем 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,

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

$$D = \frac{30000 \cdot 0,072}{42} = 52 \text{ шт}$$

где G_1 – вес одной детали, $G_1=0,072$ кг;

G_k – вес контейнера с деталями, $G_k=42$ кг;

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

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

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_3, t_p – время на одну загрузку и одну разгрузку, мин;

Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата

15.03.05.2017.003.000 ПЗ

Лист

52

Φ_n – номинальный фонд времени работы крана, $\Phi_n=480_{\text{мин}}$;
 K_1 – коэффициент, учитывающий простой крана, $K_1=0,85$.

$$K = \frac{52 \cdot 8}{250 \cdot 2} \cdot \frac{\left(\frac{60}{50} + 5 + 5\right)}{480 \cdot 0,85} = 0,2$$

Принимаем 1 мостовой однобалочный кран.

В соответствии с рисунком 4.3 представлен мостовой кран

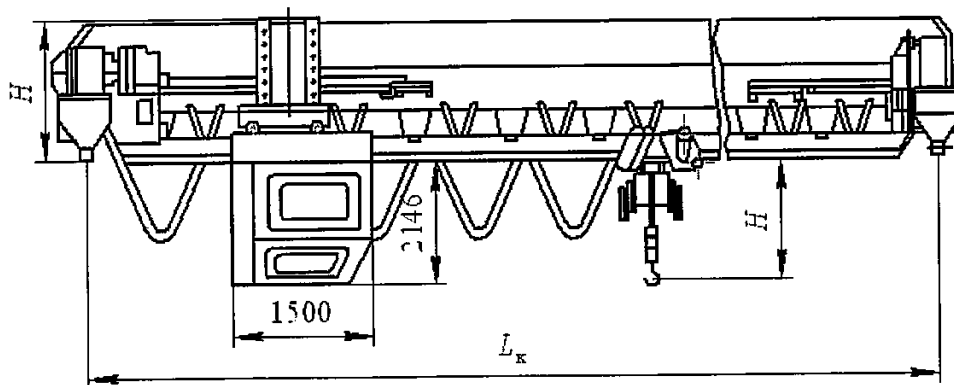


Рисунок 4.3 – Кран мостовой однобалочный

4.6 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. Для уборки стружки из рабочей зоны современные многшпиндельные станки имеют специальные устройства шнекового, скребкового или инерционного типа, которые перемещают стружки в короб или люк, расположенные с тыльной стороны станка.

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.

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.

Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата

15.03.05.2017.003.000 ПЗ

Лист

53

– 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}=6 шт;

f_{уд} – удельная производственная площадь, приходящаяся на 1 станок данного типоразмера, f_{уд}=21 м².

$$F_{ст} = \sum 6 \cdot 15 = 90 \text{ м}^2.$$

Рассчитываем массу стружки

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

где m_{ДЕТ}^Б = 0,072 кг – масса детали;

m_{ЗАГ}^Б = 2,4 кг – масса заготовки для детали.

$$m_{СТР} = \frac{(2,2 - 0,072) \cdot 30000}{1000} = 53 \text{ т.}$$

$$\frac{m_{СТР}}{S_{уд}} = \frac{53}{150} = 0,35 \text{ т/м}^2.$$

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

Принимаем механизированную систему уборки стружки со станков с использованием ручного труда.

4.7. Планировка участка, определение его основных размеров

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

При разработке планировки учитываются следующие основные требования:

- 1) оборудование в цехе размещается в соответствии с принятой формой организации технологических процессов.
- 2) расположение оборудования, проходов и проездов гарантирует удобство и безопасность работы, возможность монтажа и демонтажа, и ремонта оборудования, удобство подачи заготовок и инструмента; удобство уборки отходов;
- 3) планировка увязана с применяемыми подъемно-транспортными средствами;

Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата

15.03.05.2017.003.000 ПЗ

Лист

54

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. В таблице 4.3 приведены нормы расстояний между станками, стенами и колоннами.

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

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

Разработанный участок располагается в 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 4.4.

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, $h_1=1,65$ 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.

Оборудованием с максимальной высотой являются станки модели 16K20Ф3 высотой 1,65 м.

$$H_k = 1,65 + 1 + 2 + 0,9 = 5,55 \text{ м.}$$

Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата

15.03.05.2017.003.000 ПЗ

Лист

55

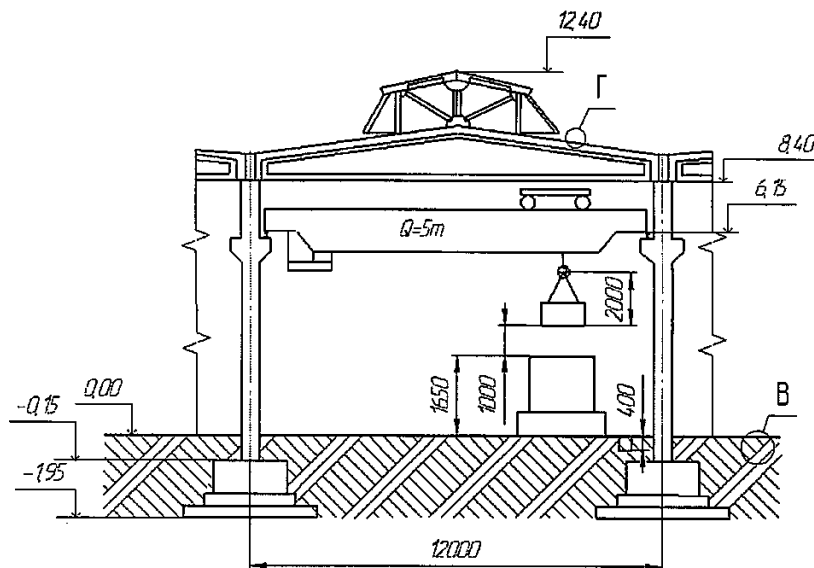


Рисунок 4.4 – Основные размеры пролёта здания

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

Колонны здания железобетонные серии КЭ-01-49 с консолями прямоугольного сечения 400×800 мм, приведены в соответствии с рисунком 4.5

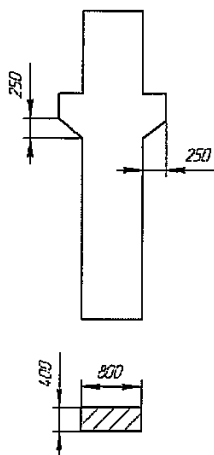


Рисунок 4.5 – Колонны средних пролётов

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

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

Верхняя плоскость фундамента располагается на 150 мм ниже уровня пола, подошва фундамента – на 1,95 м. Размеры фундаментов назначаются в

Изм.	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата

15.03.05.2017.003.000 ПЗ

Лист

56

зависимости от серии и сечения колонны и приведены в соответствии с рисунком 4.6

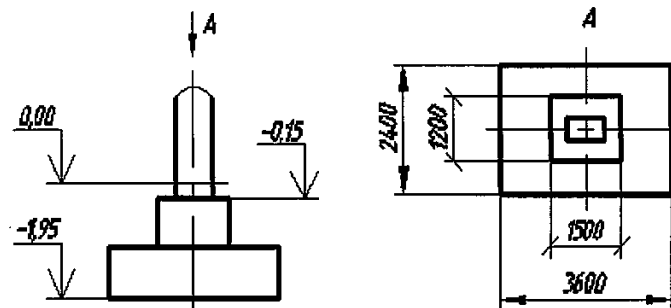


Рисунок 4.6 – Фундамент под колонны

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 4.7

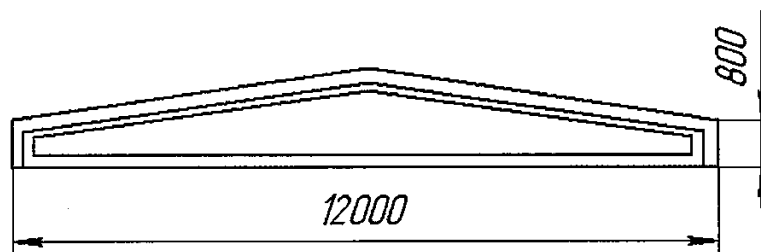


Рисунок 4.7 – Железобетонная ферма серии 1.462-3

В соответствии с рисунком 4.8 представлена конструкция кровли.

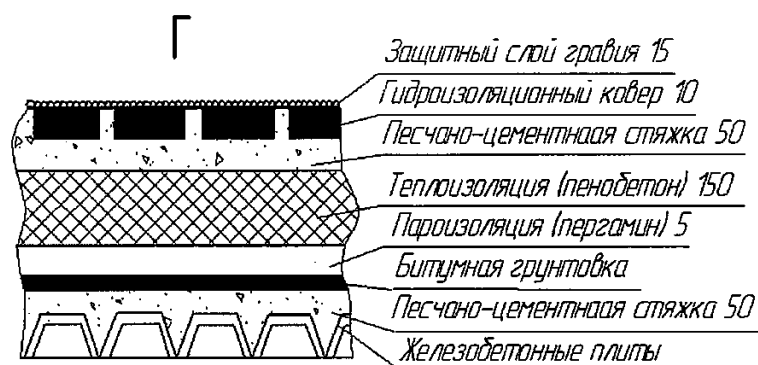


Рисунок 4.8 – Конструкция кровли

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

Несущим настилом являются железобетонные плиты. В качестве первого слоя применяется песчано - цементная стяжка, выравнивающая плиты покрытия и заполняющая их швы. Она покрывается пароизоляцией из пергамина по битумной

Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата

15.03.05.2017.003.000 ПЗ

Лист

57

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 4.9, включающую трамбованный грунт, надёжную бетонную подготовку толщиной 200...300 мм, песчано-цементную стяжку для выравнивания, слой гидроизоляции, а также покрытие пола из бетона.

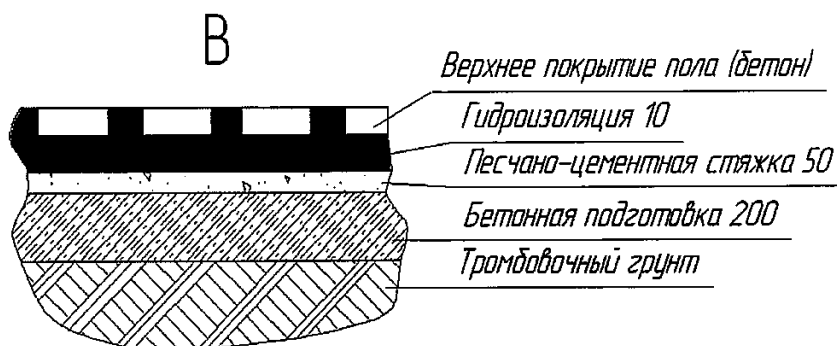


Рисунок 4.9 – Конструкция пола

В соответствии с рисунком 4.10 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 «Клапан»

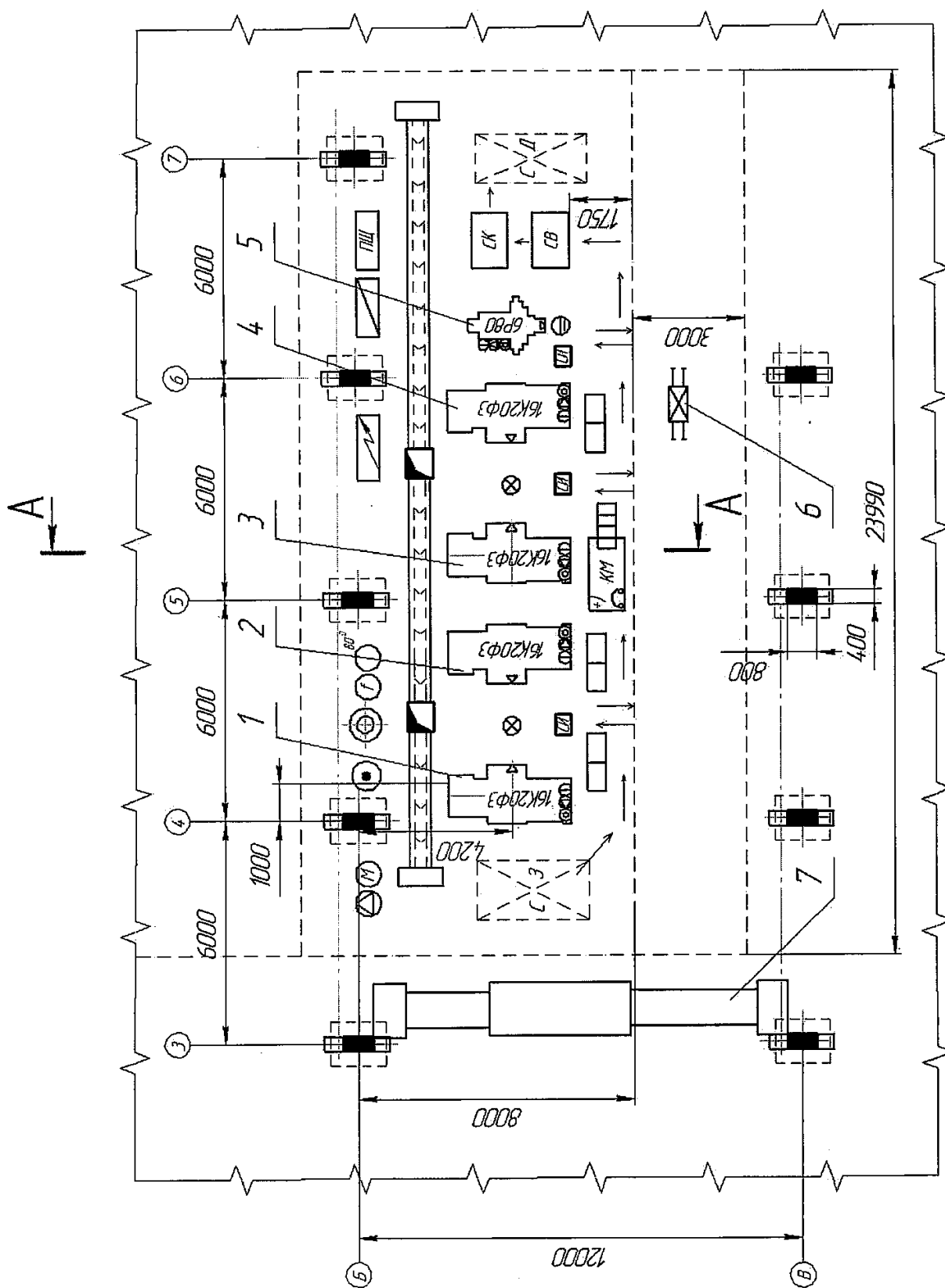
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата

15.03.05.2017.003.000 ПЗ

Лист

58

Рисунок 4.10 – Планировка участка



Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата

15.03.05.2017.003.000 ПЗ

Лист

59

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 участке

Проблема уменьшения вибраций и особенно шума в механических цехах машиностроительных заводов имеет важное значение.

Шумы и вибрации металлорежущих станков по природе своего происхождения могут быть разделены на две группы: шумы и вибрации, возникающие при работе различных механизмов станка (зубчатые передачи, электродвигатели, пневматические и гидравлические системы), и шумы и вибрации, возникающие в процессе обработки изделий, при выполнении технологических операций. Основные источники шума и вибраций в металлорежущих станках: динамические нагрузки в зубчатых передачах, возникающие вследствие определенных погрешностей их изготовления, переменные нагрузки, воспринимаемые шариками или роликами в подшипниках, динамические удары шариков или роликов о неровности поверхности беговых дорожек нагруженного и внутреннего колец подшипников. Возбудителями вибраций и шума в станках могут быть и шлицевые соединения, кулачковые муфты, гидравлические системы, электродвигатели. Кроме того, вибрации и шум возникают в результате неуравновешенности вращающихся масс, прогибов валов, смещения валов относительно друг друга, износ зубчатых колес. Нарушение технологической дисциплины при изготовлении деталей и их сборке приводят к резкому повышению уровня шума и вибраций [8].

Основными путями снижения вибраций и шума металлорежущих станков являются применение высококачественных подшипников, малошумных зубчатых передач и электродвигателей, соблюдение технологической дисциплины при изготовлении и сборке узлов станка, применение рациональных конструкций режущего инструмента и приспособлений, жесткая система крепления и фиксации.

Классификация шума на производственном участке механической обработки детали «Втулка» приведена в таблице 5.1. Основными источниками шума являются: оборудование, электротележка, транспортер стружки, воздух.

Таблица 5.1 – Классификация шума

Оборудование	По происхождению				По характеру спектра		По временной характеристике	
	Механические	Аэродинамич.	Гидродинамич.	Электромагнит.	Широкополосные	Тональные	Постоянные	Непостоянные

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

15.03.05.2017.003.000 ПЗ

Лист

60

Продолжение таблицы 5.1

16К20Ф3	+					+			
2Р80	+					+			
Мост. кран	+								+
Транспортер	+						+		+
Электро-тележка	+						+		+
Воздух при обдувке деталей	+						+		+

Предельно допустимые уровни шума на рабочих местах производственного участка в зависимости от вида трудовой деятельности и характеристики шума приведены в таблице 5.2. [8].

Таблица 5.2 – Допустимые уровни звукового давления в октавных полосах частот, уровни звука и эквивалентные уровни звука на рабочих местах: для широкополосного постоянного и не постоянного шума.

Вид трудовой деятельности, рабочие места	Уровни звукового давления, дБ, в октавных полосах со среднегеометрическими частотами									Уровни звука и эквивалентные уровни звука дБ
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Выполнение всех видов работ на постоянных рабочих местах в производственных помещениях и на территории предприятия	107	95	87	82	78	75	73	71	69	80

Оборудование, транспортер для уборки стружки, мостовой кран также создают на участке механической обработки деталей различные вибрации. Классификация вибраций поведена в таблице 5.3

Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата

15.03.05.2017.003.000 ПЗ

Лист

61

Таблица 5.3 – Классификация вибраций

Оборудование	По способу передачи		По направлению действия		По временной характеристике	
	Общая	Локальная	Хо, Уо, Zo	Хл, Ул, Zл	Постоянная	Не постоянная
16К20Ф3	+		+		+	
2Р80	+			+	+	
Мост. кран		+		+		+
Транспортер	+		+			+
Воздух при обдувке деталей		+		+		+
Электро-тележка		+		+		+

Санитарные нормы одночисловых и спектральных показателей вибрационной нагрузки приведены в таблице 5.4 и 5.5 [8].

Таблица 5.4 – Санитарные нормы одночисловых показателей вибрационной нагрузки

Вид вибрации	Категория вибрации по санитарным нормам	Направление действия	Нормативные, скорректированные по частоте и эквивалентные скорректированные значения			
			Виброускорение		Виброскорость	
			мс (-2)	дБ	мс(-1)10(-2)	дБ
Локальная	-	Хл, Ул, Zл	2,0	126	2,0	112

Таблица 5.5 – Санитарные нормы спектральных показателей вибрационной нагрузки на оператора

Среднегеометрические частоты октановых полос, Гц	Нормативные значения			
	Виброускорения		Виброскорости	
	мс (-2)	дБ	мс(-2)10(-2)	дБ
8	1,4	123	2,8	115
16	1,4	123	1,4	109
31,5	2,7	129	1,4	109
63	5,4	135	1,4	109
125	10,7	141	1,4	109
250	21,3	147	1,4	109
500	42,5	153	1,4	109
1000	85	159	1,4	109

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

15.03.05.2017.003.000 ПЗ

Лист

62

Суммарное время работы в контакте с ручными машинами, вызывающими вибрации, не должно превышать 2/3 рабочей смены. При этом продолжительность одноразового непрерывного воздействия вибрации, включая микро паузы не должно превышать 15 – 20 минут.

Допустимое время воздействия вибрации приведено в таблице 5.6.

Таблица 5.6 – Допустимое время воздействия вибрации

Вибрация	Длительность воздействия вибрации, мин., при превышении уровней вибрации над нормативными значениями, дБ.				
	0	3	6	9	12
Локальная	320	160	80	40	40

С целью снижения уровней вибрации до допустимых значений разработаны мероприятия для их снижения, они приведены в таблице 5.7

Таблица 5.7– Мероприятия по снижению уровней вибрации

Источники вибрации	Мероприятия по снижению уровней вибрации
16К20Ф3	Жесткое соединение машин и аппаратов с их опорными основаниями, балансировка движущихся частей машин; вибродемпфирование; установка динамических виброгасителей, установка на вибругасительный фундамент; виброизоляция; специальная обувь и рукавицы.
2Р80	
Мостовой кран Транспортер для стружки	Балансировка движущихся частей.
Электротележка	Балансировка движущихся частей; установка резиновых покрышек.

Для снижения вибрации машин применяют резиновые, пружинные и комбинированные виброизоляторы (опоры, коврики, фундаменты). Их упругие элементы могут быть металлическими, полимерными, волокнистыми, электромагнитными.

Для снижения вибрации можно использовать вибродемпфирование – превращение энергии механических колебаний в другие виды энергии.

С этой целью в конструкции деталей, через которые подаются вибрации, применяют материалы с большим внутренним трением: пластмассы, резина, вибродемпфирующее покрытие. Снижение шума возможно на пути его распространения по средствам звукоизолирующих и звукопоглощающих преград в виде экранов, перегородок, кожухов. Хорошие звукопоглощающие свойства имеют легкие и пористые материалы (минеральный войлок, стекловата, поролон). Средствами индивидуальной защиты являются ушные вкладыши, наушники и шлемофоны.

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

Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата

15.03.05.2017.003.000 ПЗ

Лист

63

магнитного поля промышленной частоты, вызываемый протекающим током. Предельно 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 5.8.

Таблица 5.8 – Максимально допустимый уровень напряженности и плотности потока энергии в диапазоне частот 3–30кГц–300Гц

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
Е, В/м	500	300	80	80	–
Н, А/м	50	–	3	–	–

5.2 Расчет защитного заземления

Исходные данные.

Характеристика установки: напряжение – 380В; мощность – 47 кВт (мощность всех станков на участке); режим нейтрали – с заземленной нейтралью; вид грунта – глина.

Выбираем искусственный заземлитель – вертикальная труба:

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

Соединительная полоса:

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

Выбираем допустимое сопротивление заземляющего устройства в зависимости от мощности установок [9], при менее 100 кВт

$$R_{\text{зд}} = 4 \text{ Ом}.$$

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 [9].

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

где $\rho_{\text{г}}$ – удельное сопротивление грунта, для глины $\rho_{\text{г}} = 15 \text{ Ом} \cdot \text{м}$ [9].

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

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

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

Определяем сопротивление одного искусственного заземлителя:

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

Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата

15.03.05.2017.003.000 ПЗ

Лист

64

$$R_{30} = \frac{22,5}{2 \cdot p \cdot 2} \cdot \left(\ln \frac{2 \cdot 2}{0,03} + \frac{1}{2} \cdot \ln \frac{4 \cdot 1,5 + 1}{4 \cdot 1,5 - 1} \right) = 6,08 \text{ Ом.}$$

Определим необходимое число вертикальных искусственных заземлителей методом подбора

$$n_1 = \frac{R_{03}}{z_B \cdot R_{3д}},$$

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

$$n_1 = \frac{6,08}{1 \cdot 4} = 1,52.$$

Находим по [9] значение коэффициента использования вертикальных заземлителей по ближайшему значению n_1 .

Принимаем $n = 2$.

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

$$\eta_B = 0,85,$$

$$n_2 = \frac{R_{03}}{z_B \cdot R_{3д}} = \frac{6,08}{0,85 \cdot 4} = 1,79,$$

$$\eta_2 - \eta_1 = 1,79 - 1,52 = 0,27 < 1.$$

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

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

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

Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата

Определим коэффициент использования вертикальных электродов (η_v) и соединительной полосы (η_n), в зависимости от числа заземлителей и отношения расстояния между заземлителями к их длине, $\eta_v = 0,85$, $\eta_n = 0,85$.

Определим расчетное сопротивление искусственных заземлителей.

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

$$R_{изр} \leq R_{зд},$$

$$3,2 < 4.$$

Строим схему заземляющего устройства.

В соответствии с рисунком 5.2 приведена схема заземляющего устройства.

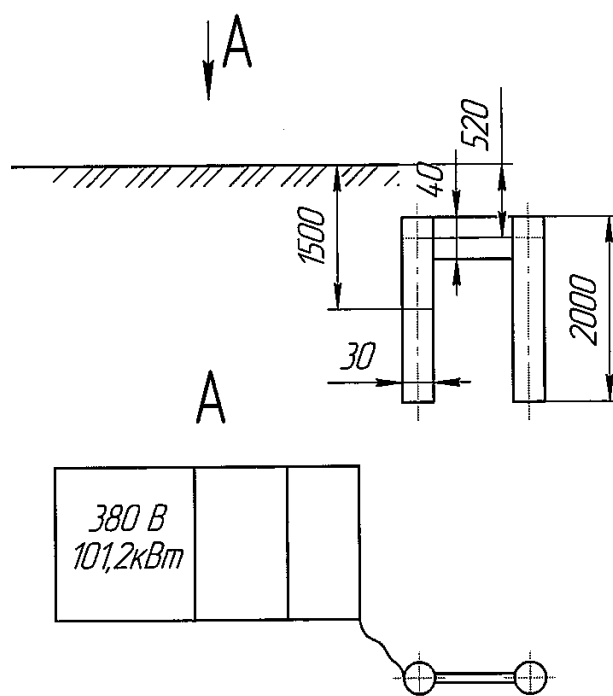


Рисунок 5.1 – Схема заземляющего устройства

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

Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата

15.03.05.2017.003.000 ПЗ

Лист

66

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 в солнечную погоду, минимум пребывания на улице во время с 11 часов дня до 15 часов дня.

Выводы по разделу пять

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

Рассмотрены особенности защиты при космических чрезвычайных ситуациях.

Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата

15.03.05.2017.003.000 ПЗ

Лист

67

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 [11]

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

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.

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

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

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

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

$N_{\text{пр}}$ – годовой приведённый выпуск деталей, $N_{\text{пр}}=50000$

$P_{\text{сд}}$ – 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

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

Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата

15.03.05.2017.003.000 ПЗ

Лист

68

где $T_{шт}$ – штучное время, мин

$T_{пз}$ – подготовительно-заключительное время

P_d – Количество деталей в партии, $P_d=30$ шт

$$T_{шт1} = \frac{23}{30} + 29,1 = 29,8 \text{ мин}$$

$$T_{шт2} = \frac{25}{30} + 2,06 = 2,89 \text{ мин}$$

$$P_{сд1} = \frac{38,91 \cdot 32,86}{60} = 21,3 \text{ руб}$$

$$P_{сд2} = \frac{34,51 \cdot 2,89}{60} = 1,66 \text{ руб}$$

$$Z_{изм.о.год1} = 13,4 \cdot 1 \cdot 1,6 \cdot 1,15 \cdot 50000 = 1232800 \text{ руб}$$

$$Z_{изм.о.год2} = 10,6 \cdot 0,65 \cdot 1,6 \cdot 1,15 \cdot 50000 = 633880 \text{ руб}$$

Определяем $Z_{изм.год}$

$$Z_{изм.год} = Z_{изм.о.год} \cdot Z_g \cdot Z_{стр} \cdot Z_{общ}, \text{ руб}$$

где Z_g – коэффициент, учитывающий дополнительную заработную плату, производственных рабочих, $Z_g = 1,8$

$Z_{стр}$ – коэффициент, учитывающий отчисления на социальное страхование, $Z_{стр} = 1,317$

$Z_{общ}$ – коэффициент, учитывающий выплаты из фондов общественного потребления, $Z_{общ} = 1,8$

$$Z_{изм.год1} = 1232800 \cdot 1,8 \cdot 1,317 \cdot 1,8 = 5260456 \text{ руб}$$

$$Z_{изм.год2} = 633880 \cdot 1,8 \cdot 1,317 \cdot 1,8 = 2704816 \text{ руб}$$

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

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

где 1.1 – коэффициент учитывающий возобновление перфоленты.

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

Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата

15.03.05.2017.003.000 ПЗ

Лист

69

$K_{\text{изм.пу}}$ – 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, $K_{\text{к}}=80$

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

$$K_{\text{изм.пу}} = 416 \cdot 0,072 = 29,9 \text{ руб}$$

$$A_{\text{изм.пу}} = \frac{29,9 \cdot 1,1}{4} = 8,22 \text{ руб}$$

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

$$A_{\text{изм.ст1}} = \frac{(230000 \cdot 2 \cdot 1,1 \cdot 5)}{100} = 25300 \text{ руб}$$

$$A_{\text{изм.ст2}} = \frac{(710000 \cdot 1 \cdot 1,1 \cdot 6,7)}{100} = 52327 \text{ руб}$$

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

$$A_{\text{изм.пл1}} = 180 \cdot (4,8 \cdot 3 \cdot 2) = 5184 \text{ руб}$$

Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата

15.03.05.2017.003.000 ПЗ

Лист

70

$$A_{\text{изм.пл } 2} = 180 \cdot (10,2 \cdot 3 \cdot 1) = 5508 \text{ руб}$$

Определяем $C_{\text{изм.рем}}$

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

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

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

$$C_{\text{изм.рем } 1} = (274 \cdot 11 + 66 \cdot 8,5) \cdot 5 = 3575 \text{ руб}$$

$$C_{\text{изм.рем } 2} = (329 \cdot 24 + 71 \cdot 21) \cdot 1 = 9387 \text{ руб}$$

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

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

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

$$C_{\text{изм.тех.обсл}} = 8600 \cdot 1 = 8600 \text{ руб}$$

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

$$C_{\text{изм. Мо. год } 1} = 1232800 + 5260456 + 25300 + 5184 + 3575 = 6527315$$

$$C_{\text{изм. Мо. год } 2} = 633880 + 2704816 + 8,22 + 52327 + 5508 + 9387 + 8600 = 3414526$$

Определяем снижение себестоимости продукции

$$b_{\text{себ}} = \frac{[C_{\text{м.о.год } 1} - C_{\text{м.о.год } 2}]}{(C_{\text{ц.год}} + (C_{\text{м.о.год } 1} - C_{\text{м.о.год } 2})) \cdot 100\%} = 25,5$$

Вывод по разделу шесть

В результате проведенных расчетов была установлена экономическая целесообразность внедрения технологического процесса с применением станков с ЧПУ. Снижения себестоимости механической обработки составило 25,5%.

Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата

15.03.05.2017.003.000 ПЗ

Лист

71

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 разработано приспособление фрезерное, приспособление контрольное для замера торцового биения, набор фрез, а также была выполнена рациональная расстановка оборудования участка и произведён расчёт себестоимости изготовления детали.

Таким образом, цель работы достигнута, задачи – решены.

Результаты работы рекомендуется использовать при изготовлении детали «Клапан».

Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата

15.03.05.2017.003.000 ПЗ

Лист

72

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1 Косилова, А.Г. Справочник технолога машиностроителя / А.Г. Косилова, Р.К. Мещеряков. – 2-е изд. – М.: Машиностроение, 2001. – Т. 1. – 912 с.
- 2 Матвеев, В.В. Проектирование экономичных технологических процессов в машиностроении / В.В. Матвеев, Ф.И. Бойков, Ю.Н. Свиридов. – Челябинск, 1979. – 111 с.
- 3 Малов, А.Н. Справочник технолога – машиностроителя / А.Н.Малов. – М.: Машиностроение, 1972. – 568 с.
- 4 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.
- 5 Королёв, В.А. Справочник конструктора по расчету и проектированию станочных приспособлений / В.А. Королев, В.Е. Антонюк, С.М. Башеев. – М.: Машиностроение, 1969. – 392 с.
- 6 Дунаев, П.Ф. Конструирование узлов и деталей машин: учебное пособие / П.Ф. Дунаев, О.П. Лёликов. – М.: Высшая школа, 1998. – 447 с.
- 7 Решетников, Б.А. Проектирование механосборочных цехов: Учебное пособие по курсовой работе / Б.А. Решетников, В.Ю.Рогинский, С.В. Сергеев. – Челябинск: Издательство ЮУрГУ, 1999. – 82с.
- 8 Дьяков, В. И. Типовые расчеты по электрооборудованию: Практ. пособие / В.И. Дьяков. – М. Высшая школа, 1991. – 160 с.
- 9 Карякин, Р.Н. Справочник по молниезащите.– М.: Энергосервис, 2005.– 443 с.
- 10 Фролов, А. В. Безопасность жизнедеятельности. Охрана труда: учеб. пособие для вузов / А. В. Фролов, Т. Н. Бакаева. - Ростов: Феникс, 2008. – 750 с.
- 11 Методическое пособие по курсовой работе. Организация планирования и управления производством. 55с.

Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата	

15.03.05.2017.003.000 ПЗ

Лист

73