

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Южно-Уральский государственный университет
(национальный исследовательский университет)»
Институт открытого и дистанционного образования
Кафедра «Техника, технологии и строительство»

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ
Заведующий кафедрой,
_____ К.М. Виноградов
_____ 2021 г.

Проектирование участка механической обработки детали «Корпус»

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ
ЮУрГУ–15.03.05.2021.153.00.000ПЗ ВКР

Руководитель работы,
профессор
_____ Б.А. Решетников
_____ 2021 г.

Автор работы
студент группы ДО-483
_____ С.А. Швецова
_____ 2021 г.

Нормоконтролер,
преподаватель
_____ О.С. Микерина
_____ 2021 г.

Челябинск 2021

Аннотация

Швецова С.А. Проектирование участка механической обработки детали «Корпус» - Челябинск: ФГАОУ ВО «ЮУрГУ (НИУ)» ИОДО; 2021, 74с. 28 ил. Библиография – 14 наим., 8 листов чертежей ф.А1., 2 листа чертежей ф. А2., 63 листа карт технологического процесса

В выпускной квалификационной работе выполнен анализ базового технологического процесса детали «Корпус»

Разработан проектный вариант технологического процесса обработки детали, сформированы операции и назначены режимы резания, пронормированы технологические операции.

Составлен размерный анализ для определения оптимального размера заготовки и межоперационных размеров.

В конструкторской части спроектированы кондуктор, многошпиндельная головка, контрольное приспособление для контроля радиального биения.

В строительной части выпускной квалификационной работы выполнена рациональная планировка участка механического цеха и рассмотрены мероприятия по охране труда.

					15.03.05.2021.153.000 ПЗ			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Проектирование участка механической обработки детали «Корпус»	Лит.	Лист	Листов
Разраб.		Швецова С.А.					4	74
Провер.		Решетников Б.А.				ФГАОУ ВО «ЮУрГУ (НИУ)» ИОДО Кафедра «ТТиС», гр. ДО-483		
Н. Контр.		Микерина О.С.						
Утверд.		Виноградов К.М.						

Содержание

Введение.....	7
1 Общая часть.....	9
1.1 Назначение и описание работы узла, агрегата, машины.....	9
1.2 Служебное назначение детали и технические требования, предъявляемые к ней.....	10
2 Технологическая часть.....	11
2.1 Анализ технологичности детали.....	11
2.2 Анализ действующего технологического процесса.....	11
2.2.1 Анализ документации действующего технологического процесса.....	11
2.2.2 Анализ оборудования, режущего инструмента, оснастки.....	12
2.2.3 Выводы из анализа и предложения по разработке проектного технологического процесса.....	14
2.3 Разработка проектного технологического процесса.....	14
2.3.1 Выбор и обоснование метода получения исходной заготовки.....	14
2.3.2 Разработка маршрута, плана операций и переходов проектного технологического процесса.....	15
2.3.2.1 Разработка последовательности обработки поверхностей детали....	15
2.3.2.2 Выбор способов обработки и количества переходов.....	16
2.3.2.3 Формирование операций и технологического маршрута обработки детали.....	17
2.3.3 Выбор оборудования для реализации технологического процесса.....	18
2.3.4 Размерный анализ проектного технологического процесса.....	22
2.3.5 Расчет режимов резания и норм времени.....	38
3 Конструкторская часть.....	44
3.1 Проектирование кондуктора.....	44
3.1.1 Разработка теоретической схемы базирования.....	44
3.1.2 Проектирование схемы приспособления.....	44
3.1.3 Расчет элементов приспособления.....	45
3.1.4 Расчет погрешности базирования.....	46
3.1.5 Компоновка приспособления.....	47
3.2 Проектирование многошпиндельной головки для одновременного сверления 8-ми отверстий Ø11Н12.....	47
3.2.1 Проверочный расчет зубчатых колес.....	40
3.2.2 Выбор подшипников для ведущего вала.....	51
3.2.3 Компоновка многошпиндельной головки для одновременного сверления восьми отверстий Ø11Н12.....	51
3.3 Проектирование контрольного приспособления для замера радиального биения.....	51
3.3.1 Разработка схемы замера.....	51
3.3.2 Компоновка приспособления.....	53
3.3.3 Расчет приспособления на точность.....	55

					15.03.05.2021.153.000 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		5

4	Планировка участка.....	56
4.1	Выбор и определение количества оборудования.....	56
4.1.1	Определение необходимого состава работающих и их численности...	58
4.1.1.1	Определение количества производственных рабочих.....	58
4.1.1.2	Определение количества вспомогательных рабочих.....	59
4.1.1.3	Определение количества инженерно - технических работников.....	60
4.1.1.4	Определение количества служащих.....	60
4.1.1.5	Определение количества работников технического контроля.....	60
4.1.2	Определение площади складов.....	61
4.1.3	Выбор типа транспортных и грузоподъемных средств и определение их количества.....	61
4.1.4	Расчет потребного количества подъемно - транспортного оборудования.....	63
4.1.5	Выбор способа транспортирования стружки.....	63
4.1.6	Планировка участка, определение его основных размеров.....	65
4.2	Описание мероприятий по охране труда.....	70
4.2.1	Идентификация опасных и вредных производственных факторов на проектируемом участке.....	70
4.2.1.1	Повышенный уровень шума на рабочем месте.....	70
4.2.1.2	Повышенная напряженность электрического поля.....	71
4.2.2	Меры по снижению воздействия опасных и вредных производственных факторов.....	72
	Заключение.....	73
	Библиография.....	74

Введение

Машиностроение – это очень большая комплексная отрасль, которая определяет уровень научно-технического прогресса по всем направлениям народного хозяйства, так как она обеспечивает все другие отрасли оборудованием, машинами, а так же различными и приборами. Главной целью машиностроения обеспечить население предметами потребления, извлечения природных ресурсов, создание комплекса обороны государства.

Также необходимо отметить значение машиностроения в экономике как отрасль производящую товары и услуги и задействующую немалую часть населения как рабочей силы. Размещение машиностроения определяется социально-экономическими факторами и прежде всего наличием трудовых ресурсов и потребителей готовой продукции.

Поскольку машиностроение связано с кооперированием и специализацией для рационального использования оборудования и организации массовых производств, то расположение машиностроения в главных чертах совпадает с расположением городов и агломераций. В США где доля машиностроения составляет 50% ВВП, промышленность размещена в 3-х главных районах. Босваш является первым мегаполисом, который состоит из переходящих друг в друга агломераций Бостона, Нью-Йорка, Филадельфии, Вашингтона общей площадью 170 тыс. квадратных километров и 50 млн. человек населения. Второй мегаполис Чипиттс (Чикаго-Питтсбург) сформировался на южном побережье Великого озера с населением 35 млн. человек и площадью 160 тыс. кв. км. Третий протянулся вдоль Калифорнийской долины до Лос-Анджелеса.

В России также имеется предрасположенность агломераций. Но она сосредоточена в городах 1... 2 млн. человек. В Волжском районе находится значимый для страны РКЦ «Прогресс» производящий сборку ракет носителей, подшипниковый завод. В Тольятти знаменитый «Автоваз». На Урале завод «Уралмаш». Города эти тоже расстраивались вокруг этих предприятий.

При таком комплексе США обеспечивают быстрое научно-техническое обновление продукции вкладывая большие средства в НИОКР.

Тем не менее основная задача машиностроения состоит в изготовлении машин необходимого качества при минимальных затратах и производительности. Это может быть решено за счёт использования прогрессивных технологических процессов, оборудования и оснастки, станков с числовым программным управлением.

Целью работы является снижение времени на обработку, увеличения качества продукции, применение передовых технологий.

При проектировании дипломного проекта главными задачами являются: разработка технологического процесса, проектирование кондуктора, проектирование многошпиндельной головки для сверления 8-ми отверстий, проектирование приспособления для контроля радиального биения, сравнение технологий, планировка участка, обеспечение мероприятий по охране труда.

					15.03.05.2021.153.000 ПЗ	Лист
						7
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		

Объектом работы является создание участка механической обработки детали «Корпус».

Предметом работы является процесс разработки участка обработки детали «Корпус». При изготовлении детали «Корпус» рекомендуется использовать результаты работы

					15.03.05.2021.153.000 ПЗ	Лист
						8
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		

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

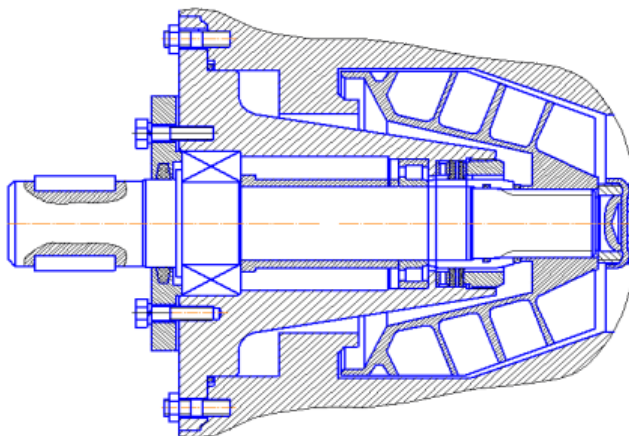


Рисунок 1.2 – Эскиз узла

1.2 Служебное назначение детали и технические требования, предъявляемые к ней

Поверхности детали корпус имеют допуски расположения и требования по шероховатости, которые оправданы служебным назначением и достижимы точением. Деталь базируется в узле присоединительным торцем и направляется поверхностью $\text{Ø}170\text{f}7$ с шероховатостью $Ra\ 1,6$. Седьмой квалитет позволяет выполнить точную сборку. Поверхности $\text{Ø}80\text{H}7$ и $\text{Ø}72\text{H}7$ выполнены с шероховатостью $Ra\ 1,6$, потому что в эти отверстия ставят подшипники, от установки которых зависит работоспособность узла. Поверхность $\text{Ø}70\text{H}7$ и торец $30\text{H}9$ выполнены с шероховатостью $Ra\ 1,6$ что оправдано, поскольку это требуется для обеспечения герметичности. В этой полости ставят уплотнение фиксируемое гайкой по резьбе $M72$.

Точность сборки готового изделия определяется следующими техническими требованиями:

- 1) Допуск радиального биения поверхности $\text{Ø}70\text{H}9$ относительно поверхности А не более $0,03$.
- 2) Допуск торцового биения поверхности 125 относительно поверхности А не более $0,03$.
- 3) Допуск радиального биения поверхности $\text{Ø}72\text{H}7$ относительно поверхности А не более $0,03$
- 4) Позиционный допуск расположения отверстий $\text{Ø}11$ не более $\text{Ø}0,2$ (допуск зависимый)
- 5) Допуск радиального биения поверхности $\text{Ø}80\text{H}7$ относительно поверхности А не более $0,03$
- 6) Допуск торцового биения поверхности $31\text{H}9$ относительно поверхности А не более $0,03$.
- 7) Позиционный допуск расположения отверстий $M8-6\text{H}$ не более $\text{Ø}0,2$ (допуск зависимый).

					15.03.05.2021.153.000 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		10

2 Технологическая часть

2.1 Анализ технологичности детали

Процесс механической обработки детали зависит от многих факторов, главный из которых это конструкция детали, которая и определяет её технологичность.

Конструкция детали должна обеспечивать наиболее приемлемый способ получения заготовки. Форма детали должна позволить получать заготовку с размерами, приближенными к размерам готовой детали. Заготовка для данной детали является поковка, полученная рациональным способом. Заготовка производится на ковочной машине без средств механизации.

Конфигурация детали даёт возможность использования типовых и стандартных технологических процессов при её изготовлении и ремонте. По этим параметрам деталь является технологичной.

2.2 Анализ действующего технологического процесса

2.2.1 Анализ документации действующего технологического процесса

В базовом технологическом процессе отсутствует маршрутная карта.

Карты эскизов действующего технологического процесса выполнены в соответствии с [1]. На них представлены эскизы для каждой операции. На операционных эскизах обрабатываемые поверхности выделены утолщённой линией, проставлены размеры с допусками и технологические базы.

Операционные карты существующего технологического процесса выполнены в соответствии с [2]. В них представлены сведения об операции с номером кода, выбранное оборудование и приспособление. В операционной карте по порядку расписан процесс обработки детали на данной операции с выбранным режущим и мерительным инструментом, а также рассчитаны режимы резания. Произведён расчёт основного, вспомогательного и штучного времени.

На картах эскиза и операционных картах содержатся сведения о номере детали и операции.

После выполнения обработки всех поверхностей представлена контрольная операция. Она выполнена в соответствии с [3] и включает в себя эскиз, в которой представлен чертёж детали со всеми размерами и техническими требованиями к ней и операционная карта, в которой представлен размер и мерительный инструмент для данного размера.

Для усовершенствования технологического процесса механической обработки детали «Корпус» предлагаю:

- использовать современное оборудование;

					15.03.05.2021.153.000 ПЗ	Лист
						11
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		

- использовать современный и комбинированный инструмент;
- внедрить автоматизацию закрепления в станочных приспособлениях;
- внести изменения в систему контроля.

2.2.2 Анализ оборудования, режущего инструмента, оснастки

Для изготовления детали «Корпус» используется следующее оборудование:

- токарно-винторезный станок 1М63;
- токарно-винторезный станок 1К62;
- токарный с ПУ MDW-20S;
- фрезерный станок с ЧПУ СФП – 500.

Применение в базовом технологическом процессе универсальных станков обусловлено использованием заготовки с большими припусками. Поэтому эти станки используют для черновой обработки.

Последовательная обработка отверстий выполняется на фрезерном станке с ЧПУ СФП – 500. Для данной обработки используется специальный кондуктор, представленный в соответствии с рисунком 2.1.

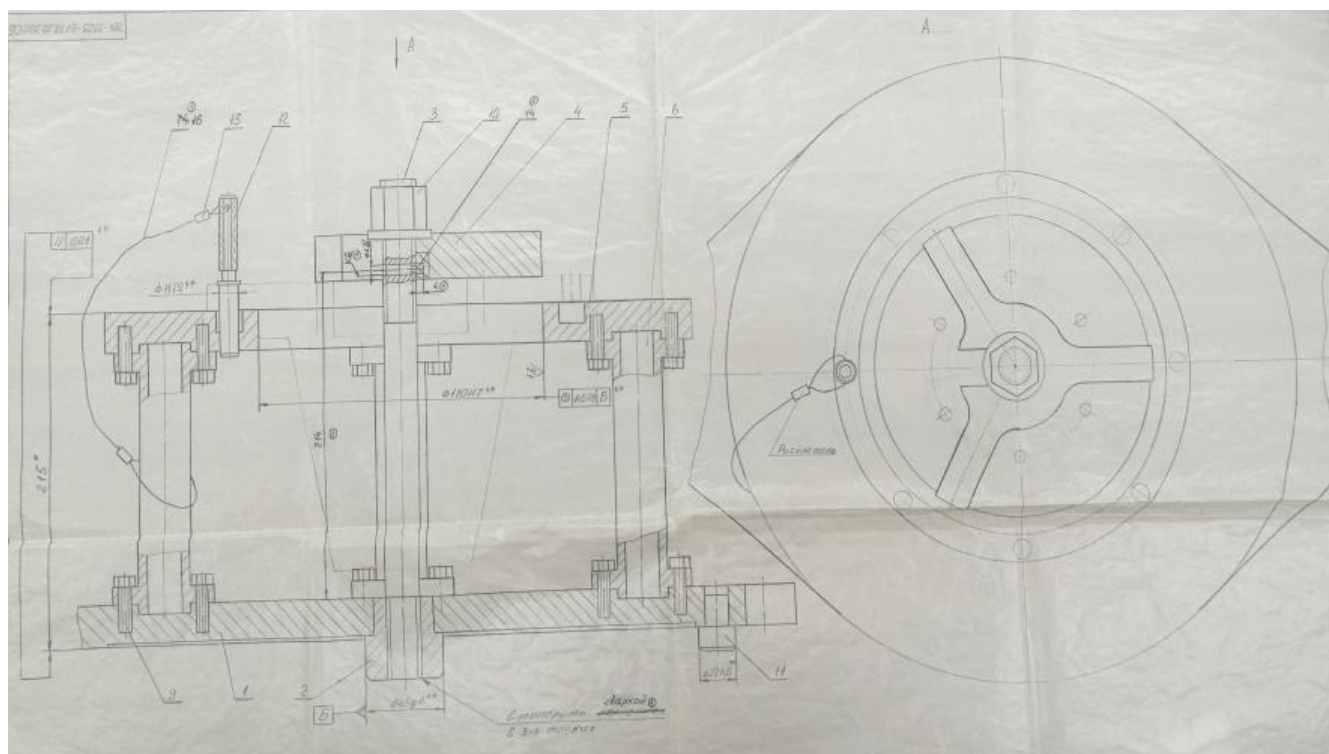


Рисунок 2.1 – Базовый кондуктор

Он предназначен для сверления 8-ми отверстий $\text{Ø}11\text{H}12$ и 6-ти отверстий $\text{Ø}6,7$ под резьбу. Чертеж приспособления представлен в соответствии с рисунком 7.

Кондуктор состоит из верхнего 5 и нижнего 1 оснований. В верхнем основании выполнено направляющее отверстие $\text{Ø}170\text{H}7$, в котором

									Лист
									12
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата	15.03.05.2021.153.000 ПЗ				

центрируется заготовка. Верхнее основание 5 установлено на 4-х колоннах 6, прикреплённых к нижнему и верхнему основаниям посредством болтов 9 по выточкам. Заготовка устанавливается по отверстию $\text{Ø}170\text{H}7$ штырём 12. Закрепление заготовки осуществляется прихватом 4, поджимаемым гайкой 10, накручиваемой по резьбе винта 3, установленного во втулке 2, закреплённой в нижнем основании. Втулка также является направляющим элементом при установке приспособления. Палец 11, запрессован в нижнем основании и служит для ориентирования приспособления по пазам стола станка.

На универсальных токарных станках с ЧПУ используется обычный трёхкулачковый патрон.

При обработке поверхностей и отверстий для изготовления детали «Корпус» используется инструмент в зависимости от вида обработки. В большей степени применяются резцы и сверла по ГОСТу и ОСТу. Его использование не эффективно, так как при поломке инструмента рабочий тратит много времени на его заточку. Это приводит к увеличению трудовых затрат и времени на изготовление. Эффективней будет применять инструменты со сменными пластинами, это позволит получить поверхность лучшей точности. При обработке такими свёрлами отпадёт необходимость в предварительном сверлении, и последующем рассверливании.

При обработке отверстий под резьбу целесообразней применять комбинированный инструмент, который в свою очередь так же приводит к снижению времени обработки.

Помимо нормализованного инструмента в базовом техпроцессе используется специальный инструмент резец, представленный в соответствии с рисунком 2.2.

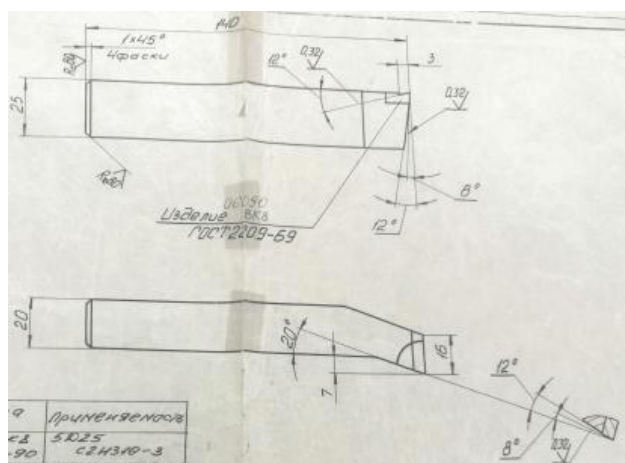


Рисунок 2.2 – Резец

Так же в базовом технологическом процессе используется специальный измерительный инструмент скоба, представленная в соответствии с рисунком 2.3.

В базовом техпроцессе контроль расположения поверхностей детали осуществляется на станке индикатором часового типа. Предлагаю

					15.03.05.2021.153.000 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		13

спроектировать специальное контрольное приспособление для замера радиального биения с центрированием детали по внутренней поверхности с упором в торец.

Так же необходимо для проектного варианта разработки технологического процесса применить современное оборудование, подобрать режущий инструмент со сменными пластинами.

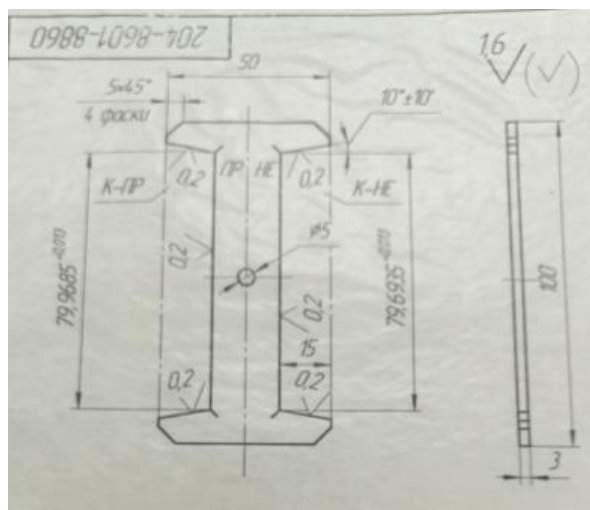


Рисунок 2.3 – Скоба

2.2.3 Выводы из анализа и предложения по разработке проектного технологического процесса

В сверлильной операции предлагаю разработать кондуктор и многошпиндельную головку при обработке 8-ми отверстий $\varnothing 11$. Это позволит сократить время на обработку.

В базовом техпроцессе контроль расположения поверхностей детали производится непосредственно на станке индикатором часового типа. Предлагаю разработать специальное измерительное приспособление с закреплением по внутренней поверхности с упором в торец, для замера радиального биения

Так же необходимо для проектного варианта разработки технологического процесса применить современное оборудование, подобрать режущий инструмент со сменными пластинами.

2.3 Разработка проектного технологического процесса

2.3.1 Выбор и обоснование метода получения исходной заготовки

Одним из основных направлений развития технологии механической обработки деталей в современном производстве является выполнение заготовки с наиболее экономическими конструктивными формами, которые обеспечивают возможность применения наиболее рациональных и экономичных способов

						Лист
					15.03.05.2021.153.000 ПЗ	14
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		

обработки, т.е. обработки с большой производительностью и минимальными отходами металла в стружку.

Для этого необходимо непрерывное повышение точности поверхности заготовок с приближенными формами и размерами к готовым деталям.

Предлагается учитывая конструкцию детали и тип производства в качестве заготовки для детали «Корпус» использовать заготовку штамповку, имеющую размеры, приближенные к размерам самой детали.

Такую заготовку можно выполнить различными методами. В данном проекте используем метод – штамповка на кривошипном горячештамповочном прессе (КГШП). Этот метод позволяет получить за один ход прессы сразу несколько заготовок, по расходу металла он экономичней, чем литье и имеет одну плоскость разъема штампа, в отличие от заготовки полученной на горизонтально-ковочной машине (ГКМ). С помощью этого метода получим заготовку 12-14 квалитета точности с шероховатостью Rz 200 [4]. Форма заготовки из которой производится деталь, представлена в соответствии с рисунком 2.4.

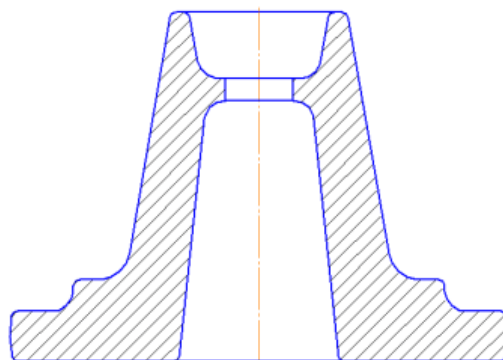


Рисунок 2.4 – Форма заготовки

2.3.2 Разработка маршрута, плана операций и переходов проектного технологического процесса

2.3.2.1 Разработка последовательности обработки поверхностей детали

При определении последовательности обработки детали будем рассматривать базовые поверхности детали. Эти поверхности подразделяются на вспомогательные, основные и функциональные.

Основная базовая поверхность: $\varnothing 170f9$.

Функциональные базовые поверхности : отверстия М8–6Н, М72×1,5ЛН-6Н

Все другие поверхности являются вспомогательными.

Сначала производим черновую обработку всех вспомогательных базовых поверхностей, потом черновую обработку основных поверхностей. После этого

					15.03.05.2021.153.000 ПЗ	Лист
						15
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		

происходит чистовая обработка поверхностей и в завершении обработка функциональных поверхностей.

2.3.2.2 Выбор способов обработки и количества переходов

Диаметральные размеры:

1) $\varnothing 80H7$; $Ra=1,6$;

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, $Rz = 3,2$.

2) $\varnothing 72H7$; $Ra=1,6$

переходы см. позицию 1

3) $\varnothing 170f7$; $Ra=1,6$;

а) точение черновое IT 12, $Rz = 100$;

б) точение получистовое IT 11, $Rz = 50$;

в) точение чистовое IT 8, $Rz = 12,5$.

г) точение тонкое IT 6, $Rz = 3,2$.

переходы см. позицию 2.

4) $\varnothing 230h12$; $Ra=6,3$

а) точение черновое IT 12, $Rz = 100$;

б) точение получистовое IT 11, $Rz = 50$;

в) точение чистовое IT 8, $Rz = 12,5$.

5) $\varnothing 205h14$; $Ra=6,3$;

переходы см. позицию 4.

6) $\varnothing 74H12$; $Ra=6,3$;

а) растачивание черновое IT 12, $Rz = 100$;

б) растачивание получистовое IT 10, $Rz = 25$;

7) $\varnothing 80h14$; $Ra=6,3$;

переходы см. позицию 4.

8) $\varnothing 70H9$; $Ra=6,3$ совмещается с обработкой торца размера $30H9 Ra6,3$

а) растачивание черновое IT 12, $Rz = 100$;

б) растачивание получистовое IT 10, $Rz = 25$;

в) растачивание чистовое IT 9, $Rz = 12,5$.

9) $\varnothing 53H9$; $Ra=1,6$;

переходы см. позицию 1.

10) Резьбовые отверстия M8-6H; $Ra=3,2$;

а) сверление IT 12, $Rz = 50$;

б) нарезание метчиком IT 6, $Rz = 6,3$;

11) Обработка отверстий $\varnothing 11H14 Ra=6,3$;

а) сверление IT 12, $Rz = 25$;

12) Обработка отверстия $\varnothing M72 \times 1,5H-LH-6H Ra=3,2$;

а) сверление IT 12, $Rz = 25$;

Линейные размеры:

					15.03.05.2021.153.000 ПЗ	Лист
						16
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		

- 1) Размер 159h12; торец правый Ra=6,3;
Торец правый:
а) торцевое точение черновое IT14; Rz=200;
б) торцевое точение получистовое IT12; Rz=100;
в) торцевое точение чистовое IT9; Rz=25;
Торец левый:
переходы см. торец правый.
- 2) Левый торец размер 31H9 и левый торец размера 30H9 Ra=3,2;
а) торцевое точение черновое IT14; Rz=200;
б) торцевое точение получистовое IT11; Rz=100
в) торцевое точение чистовое IT9; Rz=12,5
- 3) Размер 129h14 правый торец и левый торец размера 16h14 Ra=6,3;
переходы см. позицию 2.

2.3.2.3 Формирование операций и технологического маршрута обработки детали

- Операция 000 Заготовительная. Штамповка на молотах.
Операция 005 токарная. Станок токарный с ЧПУ NEF- 600.
Черновое точение $\varnothing 230H12$ и подрезка правого торца размера 159h12.
Черновое растачивание отверстий $\varnothing 74H12$ и $\varnothing 53H9$.
Операция 010 токарная. Станок токарный с ЧПУ NEF- 600.
Черновое точение конической поверхности $\varnothing 80H12$ и угла 10^0 и $\varnothing 170f7$, подрезка левого торца размера 159h12 и правого торца размера 129h14.
Предварительное растачивание резьбового отверстия M72 \times 1,5LN-6H.
Операция 015 токарная. Станок токарный с ЧПУ NEF- 600.
Получистовое и чистовое точение конической поверхности $\varnothing 80H12$ и угла 10^0 и $\varnothing 170f7$, подрезка левого торца размера 159h12 и правого торца размера 129h14. Исполнение резьбового отверстия M72 \times 15LN-6H и получистовое растачивание отверстий $\varnothing 70H9$ и $\varnothing 53H9$.
Операция 020 токарная. Станок токарный с ЧПУ NEF- 600.
Получистовое точение $\varnothing 230h12$ и подрезка правого торца размера 159h12.
Получистовое и чистовое растачивание отверстий $\varnothing 80H7$, $\varnothing 72H7$ и $\varnothing 74H12$.
Операция 025 токарная. Станок токарный с ЧПУ NEF- 600.
Чистовое точение $\varnothing 170f7$ и чистовое растачивание отверстия $\varnothing 70H9$.
Операция 030 токарная. Станок токарный с ЧПУ NEF- 600.
Тонкое растачивание отверстий $\varnothing 80H7$, $\varnothing 72H7$ и $\varnothing 74H12$.
Операция 035 Сверлильная. Станок вертикально - сверлильный 2Г175.
Одновременное сверление восьми отверстий $\varnothing 11H12$.
Операция 040 Сверлильная. Станок вертикально – сверлильный 2Н125.
1 переход: одновременное сверление шести отверстий под резьбу М8-6Н.
2 переход: одновременное нарезание резьбы М8-6Н в шести отверстиях.

					15.03.05.2021.153.000 ПЗ	Лист
						17
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		

Операция 045 Слесарная.
Операция 050 Контрольная

2.3.3 Выбор оборудования для реализации технологического процесса

Одной из главных задач при разработке технологического процесса механической обработки детали является выбор оборудования.

Подбор станков обусловлен производительностью их габаритами, средствами автоматизации и немаловажным фактором как мощность двигателей. Потому что затраты на электроэнергию во многом влияют на себестоимость изделия.

Для токарной обработки в операциях 005; 010; 015; 020; 025; 030 используется токарный станок NEF 600, представленный в соответствии с рисунком 2.2.



Рисунок 2.2 – Общий вид станка NEF 600

Технические характеристики токарного станка NEF 600 приведены в таблице 2.1 по [1]

Таблица 2.1 – Технические характеристики станка NEF 600

Параметры	Единицы измерения	Значения
Рабочая зона		
Максимальный диаметр устанавливаемой детали через станину	мм	600
Максимальный диаметр обточки через станину	мм	600

Максимальный диаметр обточки через поперечные салазки	мм	490
Быстрый ход (X)	мм	398

Главный шпиндель

Продолжение таблицы 2.1

Параметры	Единицы измерения	Значения
Шпиндельная головка	Size	220 h5
Сверление шпинделем	мм	118
Наибольший диаметр обрабатываемого прутка (для механизированных патронов)	мм	92
Диаметр в передней опоре	мм	160
Диаметр патронных заготовок*	мм	250 / 315
Мощность привода (40/100% цикла нагрузки)	кВт	37 / 28
Максимальный момент (40/100 % цикла нагрузки) с Siemens/Heidenhain	Нм	790 / 590
Диапазон скорости	об/мин	0 – 3 500
Привод подачи		
Быстрый ход (X/Z)	м/мин	30 / 30
Мощность подачи X (40/100 % цикла нагрузки)	кН	10 / 6,2
Момент X (40/100 % цикла нагрузки)	Нм	15 / 10
Мощность подачи Z (40/100 % цикла нагрузки)	кН	16,5 / 8,7
Момент Z (40/100 % цикла нагрузки)	Нм	22 / 13.6
Держатели инструмента		
Количество позиций инструмента		12
Диаметр хвостовика (DIN 69880)	мм	40 (VDI 40)
Мощность привода, максимальная (40 % цикла на грузки)	кВт	5,5
Момент, максимальный (40% цикла нагрузки)	Нм	17,5
Скорость, максимальная	об/мин	4 500
Задняя бабка		
Ход задней бабки (автоматически проходимая)	мм	1150
Центральный кернер	–	MT5
Мощность задней бабки, максимальная	daN	1250
Масса		
Станок без транспортера стружки	кг	5 500
Станок с транспортером стружки	кг	5 700

Для сверлильной обработки в операциях 035; 040; 045 используется вертикально - сверлильный станок 2Г175, представленный в соответствии с рисунком 2.3.

Технические характеристики вертикально - сверлильного станка 2Г175 приведены в таблице 2.2 по [2]



Рисунок 2.6 – Общий вид станка 2Г175

Технические характеристики вертикально - сверлильного станка 2Г175 приведены в таблице 2.2 [6].

Таблица 2.2 – Технические характеристики станка 2Г175

Параметры	Единицы измерения	Значения
Основные параметры станка		
Наибольший диаметр сверления	мм	75
Наименьшее и наибольшее расстояние от торца шпинделя до стола	мм	150..850
Наименьшее и наибольшее расстояние от торца шпинделя до плиты	мм	650...1350
Расстояние от оси вертикального шпинделя до направляющих стойки (вылет)	мм	400
Наибольшая масса обрабатываемой детали	кг	450
Наибольший ход сверлильной головки	мм	700

					15.03.05.2021.153.000 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		20

Вылет шпинделя	мм	200
Ход шпинделя	мм	500
Рабочий стол		
Максимальная нагрузка на стол (по центру)	кг	450
Размеры рабочей поверхности стола	мм	560×630

Продолжение таблицы 2.2

Параметры	Единицы измерения	Значения
Шпиндель		
Наибольшее перемещение (установочное) шпиндельной головки	мм	700
Частота вращения шпинделя	об/мин	18..800
Количество скоростей шпинделя		12
Механика станка		
Число ступеней рабочих подач		33
Пределы вертикальных рабочих подач на один оборот шпинделя	мм/об	0,18..4,5
Привод		
Электродвигатель привода главного движения	кВт	11
Электронасос охлаждающей жидкости	Тип	0,12
Габарит станка		
Габариты станка	мм	2325×1890 × 3530
Масса станка	кг	4250

Для сверлильной обработки в операции 030 используется вертикально - сверлильный станок 2Н125, представленный в соответствии с рисунком 2.7.

					15.03.05.2021.153.000 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		21



Рисунок 2.7 – Общий вид станка 2Н125

Технические характеристики вертикально - сверлильного станка 2Н125 приведены в таблице 2.3 [6].

Таблица 2.3 – Технические характеристики станка 2Н125

Параметры	Единицы измерения	Значения
Наибольший диаметр сверления	мм	25
Наименьшее и наибольшее расстояние от торца шпинделя до стола	мм	60...700
Наименьшее и наибольшее расстояние от торца шпинделя до плиты	мм	690...1060
Расстояние от оси вертикального шпинделя до направляющих стойки (вылет)	мм	250
Размеры рабочей поверхности стола	мм	400×450
Наибольшее перемещение (установочное) шпиндельной головки	мм	170
Наибольшее перемещение (ход) шпинделя	мм	200
Перемещение шпинделя на одно деление лимба	мм	1,0
Частота вращения шпинделя	об/мин	45...2000
Количество скоростей шпинделя		12
Число ступеней рабочих подач		9
Пределы вертикальных рабочих подач на один оборот шпинделя	мм	0,1...1,6
Наибольшая допустимая сила подачи	кН	9
Электродвигатель привода главного движения	кВт	2,2

Габариты станка	мм	2350×785× 915
-----------------	----	------------------

2.3.4 Размерный анализ проектного технологического процесса

Размерный анализ проводится по методике профессора Матвеева В.В. [3]
 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;
- г) записываем уравнения размерных цепей и производим их расчет.

Преобразованный чертеж детали показан в двух проекциях: на ось OX – в соответствии с рисунком 2.4 и на ось OZ – в соответствии с рисунком 2.5, в системе координат XOZ.

Технологический маршрут обработки детали по операциям приведен в таблице 2.3

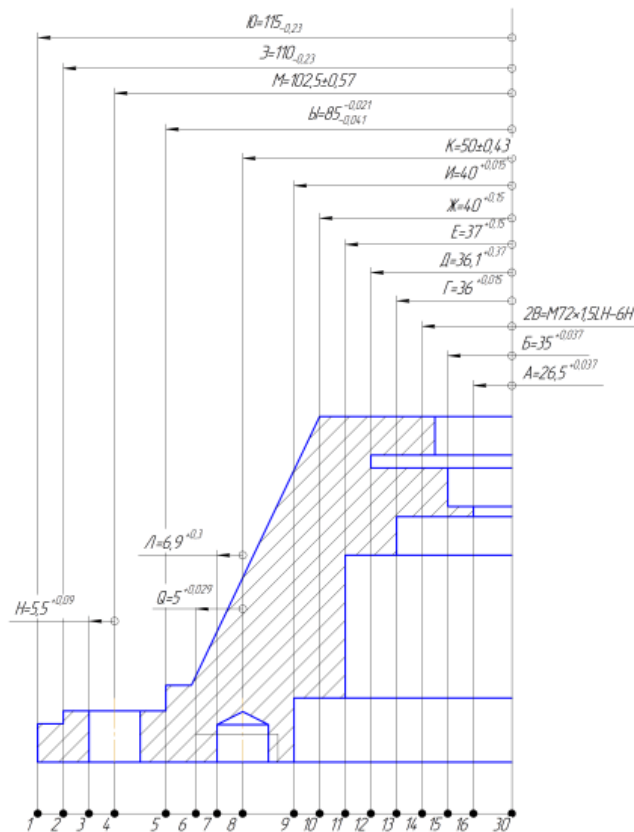


Рисунок 2.4 – Преобразованный чертёж на ось OX

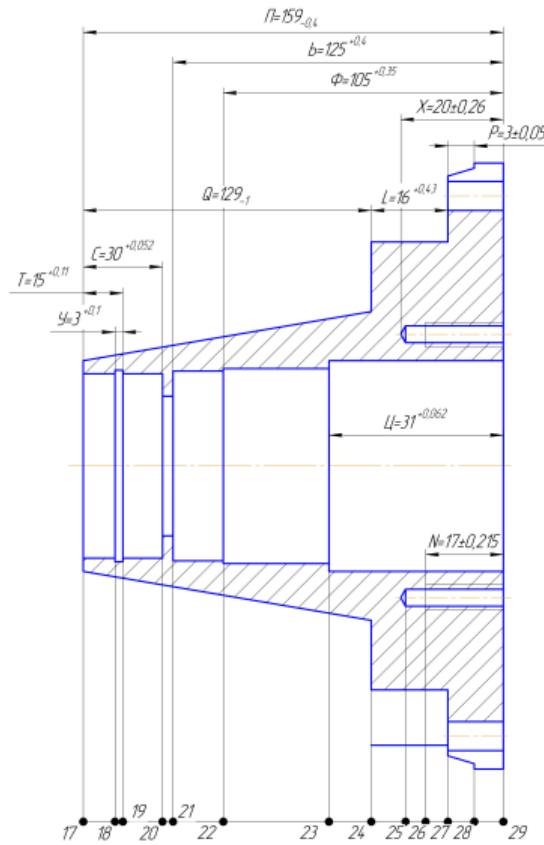
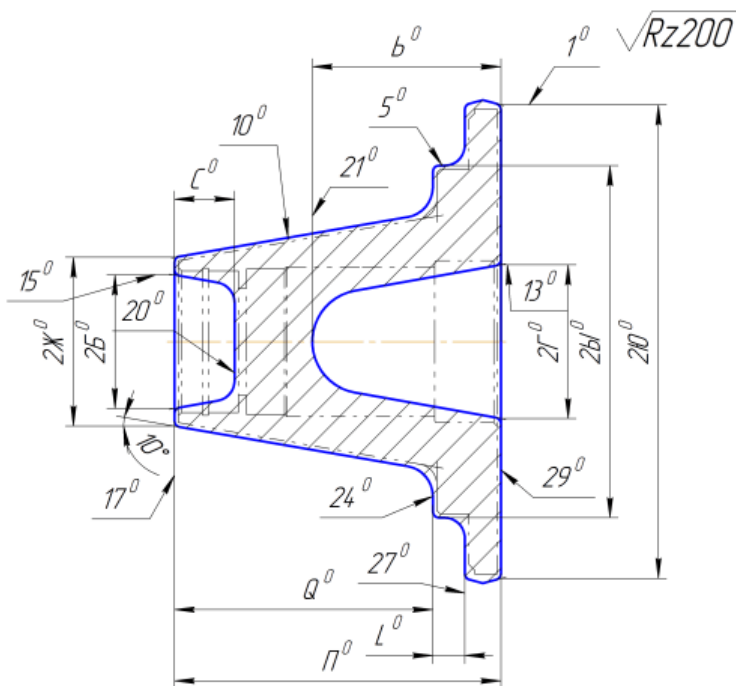


Рисунок 2.5 – Преобразованный чертёж на ось OZ

Таблица 2.3 – Маршрут обработки детали

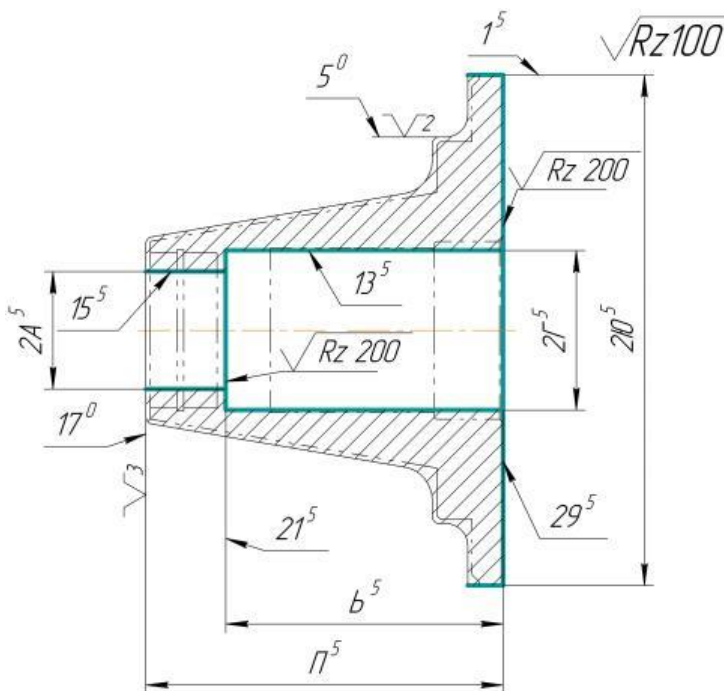
Опера- ция	Эскиз	Допуски и ТТ
---------------	-------	--------------

000 Заготовительная



$T2Y^0=2,5$
 $T2YU^0=2,9$
 $T2Z^0=2,2$
 $T2G^0=1,9$
 $T2B^0=1,9$
 $TQ^0=1,3$
 $TP^0=2$
 $TC^0=0,84$
 $TL^0=0,7$
 $-1^0 10^0=1$
 $-5^0 10^0=0,8$
 $-13^0 10^0=0,8$
 $\perp 17^0 1^0=0,6$

005 Токарная с ЧПУ



$T2G^5=0,74$
 $T2YU^5=1,15$
 $T2A^5=0,62$
 $TB^5=1,0$
 $TP^5= TP^5_{\text{табл}}$
 $+\Delta^0_{13}=1,15+0,6=1,75$
 $-1^5 5^0=0,6$
 $-13^5 5^0=0,6$
 $-16^5 5^0=0,6$
 $\perp 29^5 1^5=0,4$
 $\perp 21^5 13^5=0,3$

Продолжение таблицы 2.3

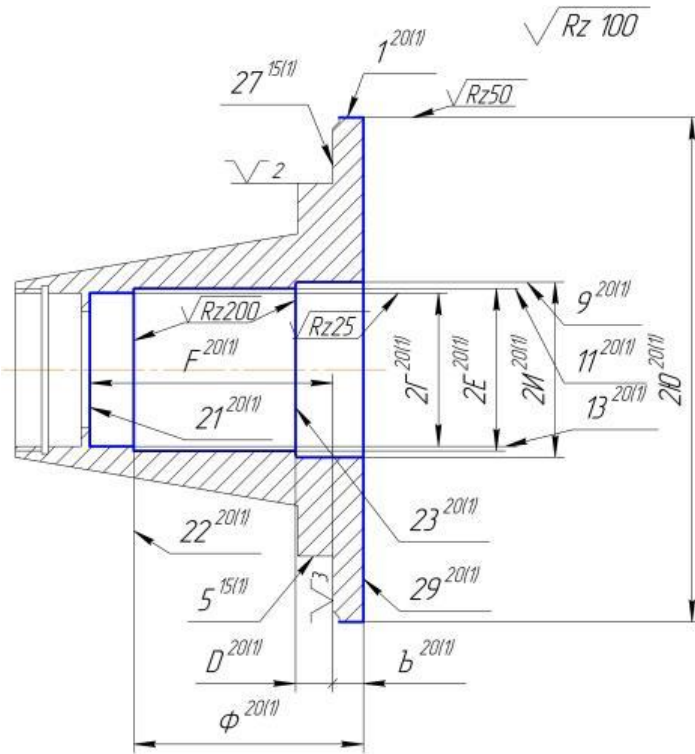
Операция	Эскиз	Допуски и ТТ
----------	-------	--------------

010 Токарная с ЧПУ		$T2B^{10}=0,74$ $T2B^{10}=1,0$ $T2Ж^{10}=0,87$ $TQ^{10}=0,87$ $ТП^{10}=ТП^{10}_{табл}$ $+\Delta^{5}_{21}=1,15+0,4=1,55$ $TC^{10}=0,52$ $TL^{10}=0,43$ $-1^{55^{10}}=0,6$ $-1^{510^{10}}=0,4$ $-1^{515^{10}}=0,4$ $\perp 27^{10}5^{10}=0,3$
015 Токарная с ЧПУ 1 переход		$T2A^{15(1)}=0,30$ $T2B^{15(1)}=0,35$ $T2Ж^{15(1)}=0,35$ $T2B^{15(1)}=0,4$ $TQ^{15(1)}=0,4$ $ТП^{15(1)}=ТП^{15(1)}_{табл}$ $+\Delta^{5}_{21}=0,46+0,4=0,86$ $TC^{15(1)}=0,21$ $TL^{15(1)}=0,18$ $-1^{516^{15(1)}}=0,3$ $-1^{515^{15(1)}}=0,2$ $-1^{510^{15(1)}}=0,3$ $-1^{55^{15(1)}}=0,3$ $\perp 27^{15(1)}5^{15(1)}=0,1$ $\perp 17^{15(1)}15^{15(1)}=0,05$
015 Токарная с ЧПУ 2 переход		$T2A^{15(2)}=0,08$ $T2B^{15(2)}=0,115$ $TБ^{15(2)}=TБ^{15(2)}_{табл}$ $+\Delta^{5}_{21}=0,043+0,4=0,44$ 3 $-16^{15(2)}1^5=0,05$ $-5^{15(2)}1^5=0,08$ $\perp 27^{15(2)}5^{15(2)}=0,05$

Продолжение таблицы 2.3

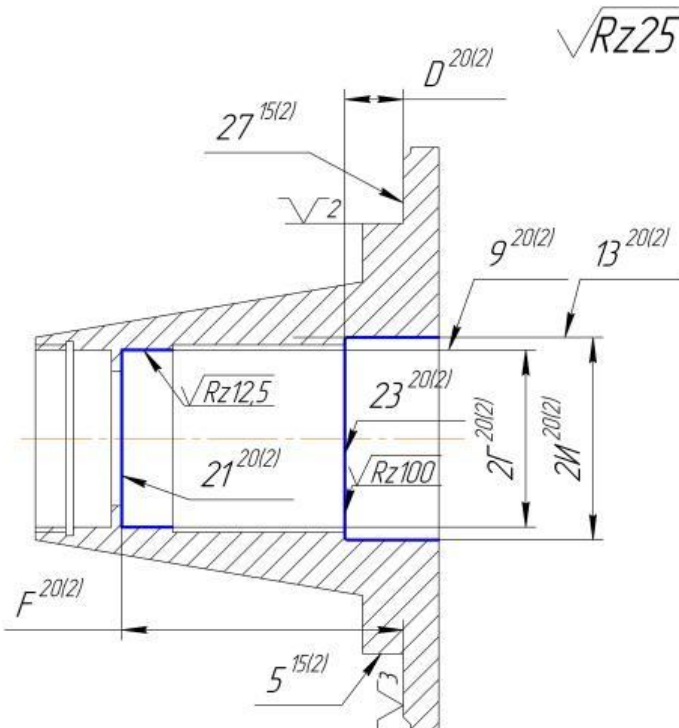
Операция	Эскиз	Допуски и ТТ
----------	-------	--------------

020 Токарная с ЧПУ
1 переход



$T2\Gamma^{20(1)}=0,35$
 $T2E^{20(1)}=0,35$
 $T2И^{20(1)}=0,35$
 $T2Ю^{20(1)}=0,46$
 $T\text{Ъ}^{20(1)}= T\text{Ъ}^{20(1)}_{\text{табл}}$
 $+\Delta^5_{21}=0,18+0,05=0,23$
 $T\Phi^{20(1)}=0,25$
 $TD^{20(1)}= TD^{20(1)}_{\text{табл}}$
 $+\Delta^5_{21}=0,11+0,05=0,16$
 $T\text{F}^{20(1)}= T\text{F}^{20(1)}_{\text{табл}}$
 $+\Delta^5_{21}=0,22+0,05=0,27$
 $-1^{20(1)}5^{15(2)}=0,3$
 $-9^{20(1)}5^{15(2)}=0,2$
 $-11^{20(1)}5^{15(2)}=0,2$
 $-13^{20(1)}5^{15(2)}=0,2$
 $\perp 29^{20(1)}11^{20(1)}=0,05$
 $\perp 21^{20(1)}13^{20(1)}=0,12$
 $\perp 23^{20(1)}9^{20(1)}=0,3$

020 Токарная с ЧПУ
2 переход

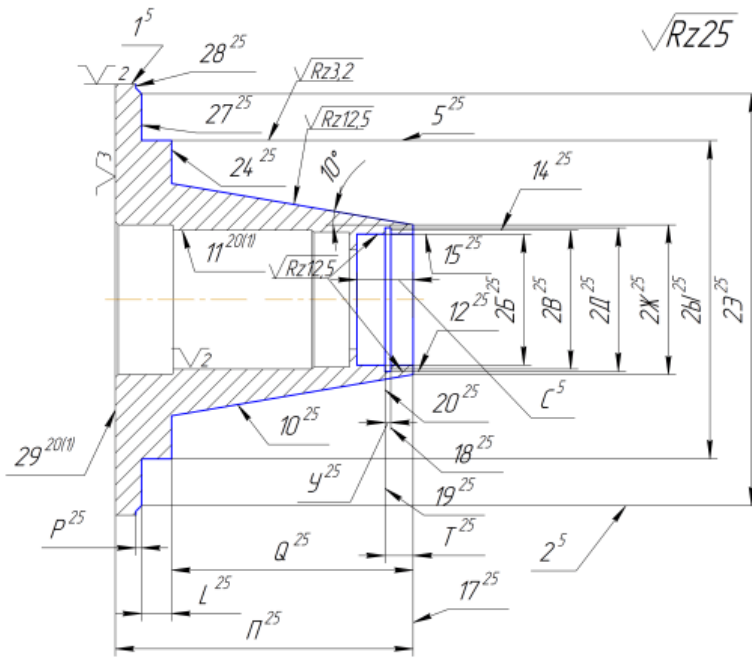


$T2\Gamma^{20(2)}=0,05$
 $T2И^{20(2)}=0,074$
 $TD^{20(2)}= TD^{20(2)}_{\text{табл}}$
 $+\Delta^5_{21}=0,043+0,05=0,093$
 $T\text{F}^{20(2)}= T\text{F}^{20(2)}_{\text{табл}}$
 $+\Delta^5_{21}=0,087+0,05=0,137$
 $-9^{20(2)}5^{15(2)}=0,05$
 $-13^{20(2)}5^{15(2)}=0,05$
 $\perp 21^{20(2)}13^{20(2)}=0,03$
 $\perp 23^{20(2)}9^{20(2)}=0,012$

Продолжение таблицы 2.3

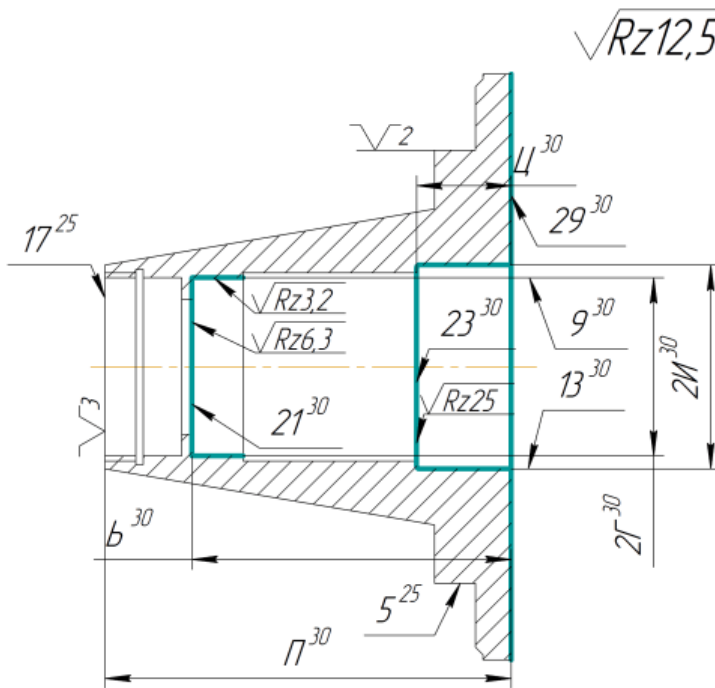
Опера-ция	Эскиз	Допуски и ТТ
-----------	-------	--------------

025 Токарная с ЧПУ



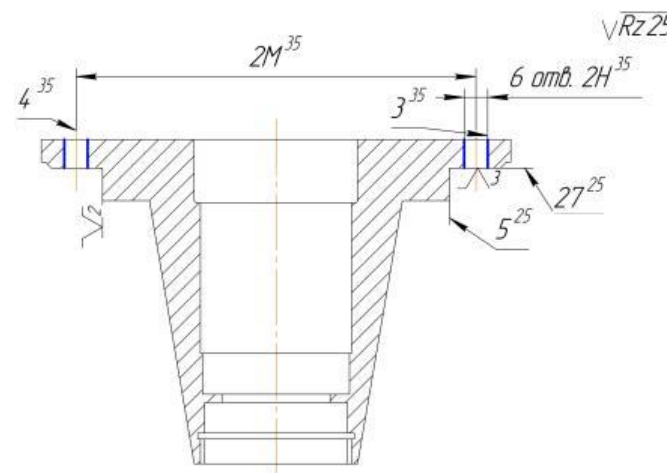
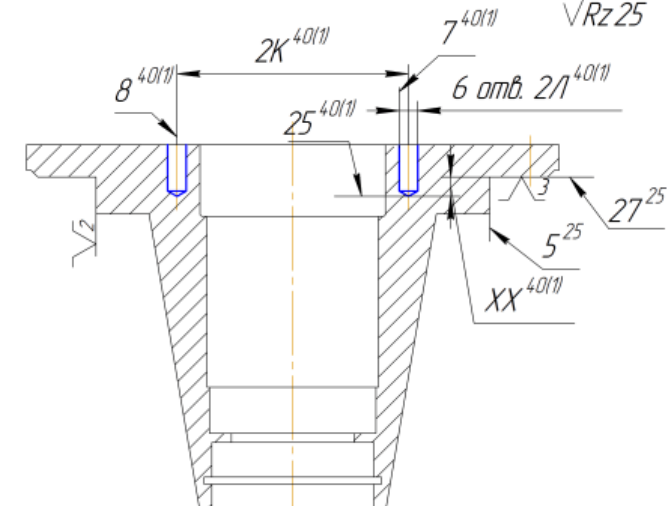
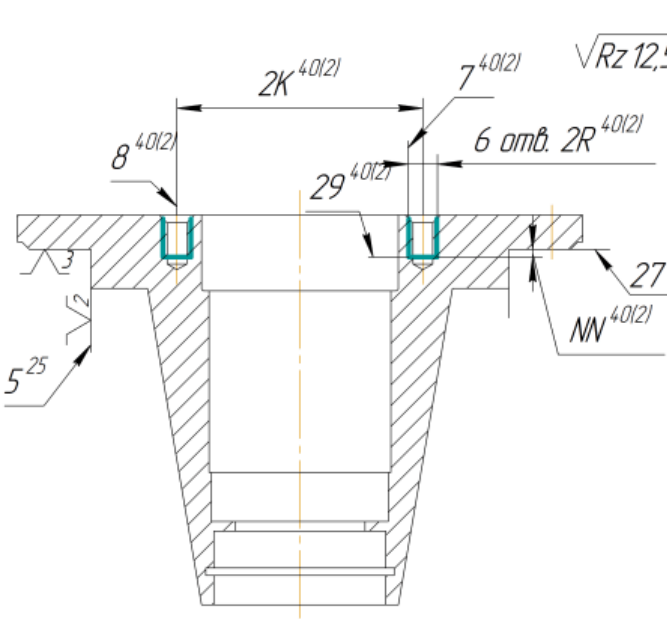
- $T2B^{25}=0,074$
- $T2Ы^{25}=0,04$
- $T2B^{25}=0,1$
- $T2Д^{25}=0,3$
- $T2Ж^{25}=0,046$
- $T2Э^{25}=0,46$
- $ТП^{25}=ТП^{25}_{табл}$
- $+Δ^{20(1)}_{29}=0,1+0,05=0,15$
- $ТР^{25}=0,1$
- $ТL^{25}=0,027$
- $TQ^{25}=0,1$
- $ТС^{25}=0,052$
- $ТТ^{25}=0,11$
- $ТУ^{25}=0,2$
- $-15^{25}11^{20(1)}=0,05$
- $-5^{25}11^{20(1)}5^{25}=0,015$
- $-12^{25}11^{20(1)}=0,25$
- $-10^{25}11^{20(1)}=0,04$
- $-2^{25}11^{20(1)}=0,3$
- $-14^{25}11^{20(1)}=0,04$
- $⊥17^{25}5^{25}=0,03$

030 Токарная с ЧПУ



- $T2Г^{30}=0,030$
- $T2И^{30}=0,030$
- $ТП^{30}=ТП^{30}_{табл}$
- $+Δ^{25}_{17}=0,1+0,03=0,13$
- $ТЦ^{30}=0,062$
- $ТЪ^{30}=0,04$
- $-9^{30}5^{25}=0,02$
- $-13^{30}5^{25}=0,02$
- $⊥21^{30}5^{25}=0,01$
- $⊥29^{30}13^{30}=0,02$
- $⊥23^{30}5^{25}=0,01$

Продолжение таблицы 2.3

Опера-ция	Эскиз	Допуски и ТТ
035 Сверлильная		$T2H^{35}=0,15$ $T2M^{35}=0,2$
040 Сверлильная 1 переход		$T2K^{40(1)}=0,87$ $TXX^{40(1)}=$ $TXX^{40(1)}_{\text{табл}} + \Delta^5_{27}=0,3+0,02=0,3$ $T2I^{40(1)}=0,15$
040 Сверлильная 2 переход		$TNN^{40(2)}=$ $TNN^{40(2)}_{\text{табл}} + \Delta^5_{27}=0,25+0,02=0,27$ $T2K^{40(2)}=0,87$ $T2R^{40(2)}=0,058$

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

15.03.05.2021.153.000 ПЗ

Лист

29

В соответствии с рисунками 2.6 и 2.7 представлены размерные схемы по оси OZ и OX.

В соответствии с рисунком 2.8 представлена схема пространственных отклонений.

Проверка точности разработанного техпроцесса

По схеме пространственных отклонений:

1. $[21,5]=21^{30},5^{25}$

$0,03 > 0,01$ обеспечивается.

2. $[23,5]=23^{30},5^{25}$

$0,03 = 0,01$ обеспечивается.

3. $[15,5]=11^{20(1)},15^{25} + 11^{20(1)},5^{25}$

$0,03 > 0,01 + 0,015$ обеспечивается.

4. $[9,5]=9^{30},5^{25}$

$0,03 > 0,02$ обеспечивается.

5. $[13,5]=13^{30},5^{25}$

$0,03 > 0,02$ обеспечивается.

Расчёт межоперационных размеров по схеме линейных размеров

$[Z_{29}^{30}] = \Pi^{25} - \Pi^{30}$

Дано: $Z_{29}^{30 \min} = 0,07$, $\Pi^{25} = 0,15$, $\Pi^{30} = 0,12$, $\Pi^{30} = 159_{-0,12}$,

$Z_{29}^{30 \min} = \Pi_{\min}^{25} - \Pi_{\max}^{30}$

$\Pi_{\min}^{25} = \Pi_{\max}^{30} + Z_{29}^{30} = 159 + 0,07 = 159,07$ мм

$\Pi_{\max}^{25} = \Pi_{\min}^{25} + \Pi^{25} = 159,07 + 0,15 = 159,22$ мм

$Z_{29 \max}^{30} = \Pi_{\max}^{25} - \Pi_{\min}^{30} = 159,22 - 158,88 = 0,34$ мм

Номинальный размер $\Pi^{25} = \Pi_{\max}^{25} - ES = 159,220 = 159,22$ мм

Ответ: $\Pi^{25} = 159,22_{-0,15}$ $Z_{27}^{25 \max} = 0,34$ мм

Аналогично рассчитываем остальные уравнения составленные по схеме линейных размеров и заносим результаты в таблицу 2.4.

Таблица 2.4 – Результаты расчёта размерных цепей по схеме линейных размеров

Исходное уравнение	Известные величины	Рассчитанные размеры
$[Z_{29}^{20(1)}] = \mathcal{B}^{15(2)} - \mathcal{B}^{20(1)}$	$\mathcal{B}^{20(1)}_{\min} = 14,245$; $\mathcal{B}^{20(1)}_{\max} = 14,47$; $T\mathcal{B}^{15(2)} = 0,443$; $Z_{29}^{20(1)}_{\min} = 0,2 + 0,06 = 0,26$ мм.	$\mathcal{B}^{15(2)} = 15,82_{-0,443}$; $Z_{29}^{20(1)}_{\max} = 1,13$ мм.
$[Z_{17}^{25}] = \Pi^{15(1)} - \mathcal{B}^{15(1)} + \mathcal{B}^{20(1)} - \Pi^{25}$	$\mathcal{B}^{15(2)}_{\min} = 14,73$; $\mathcal{B}^{15(2)}_{\max} = 15,18$; $\Pi^{15(1)} = 0,86$; $Z_{17}^{25 \min} = 0,01 + 0,015 = 0,025$ мм	$\Pi^{15(1)} = 161,08_{-0,86}$; $Z_{17}^{25 \max} = 1,5$ мм.

$$[Z_{17}^{15(1)}] = \Pi^{10} - \Pi^{15(1)}$$

$$\Pi^{15(1)}_{\min} = 160,22;$$

$$\Pi^{15(1)}_{\max} = 161,08;$$

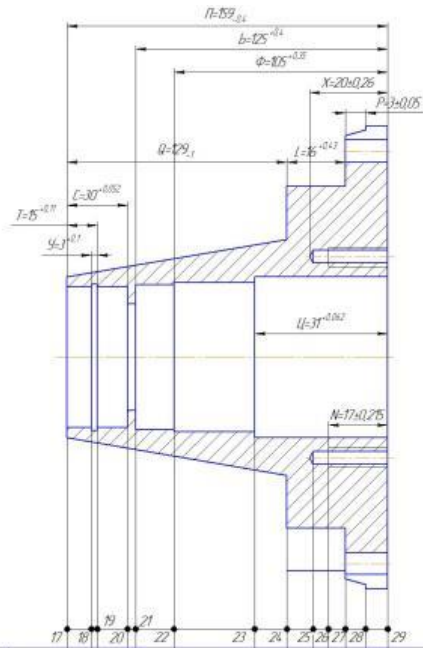
$$T\Pi^{10} = 1,55;$$

$$Z_{17}^{15(1)}_{\min} = 0,2 + 0,06 = 0,26 \text{ мм.}$$

$$\Pi^{10} = 162,89_{-1,55};$$

$$Z_{17}^{15(1)}_{\max} = 1,54 \text{ мм.}$$

					15.03.05.2021.153.000 ПЗ	Лист
						31
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		



№ш	Z	TA	
040.2		$TA^{100} = -0.43$	
040.1		$TA^{100} = -0.52$	
037	$Z_{100}^{100} = -0.241$ $Z_{100}^{100} = -0.025$ $Z_{100}^{100} = -0.312$ $Z_{100}^{100} = -0.07$ $Z_{100}^{100} = -0.07$	$TA^{100} = -0.052$ $TA^{100} = -0.1$ $TA^{100} = -0.12$	
025	$Z_{100}^{100} = -1.51$ $Z_{100}^{100} = -0.07$ $Z_{100}^{100} = -0.186$ $Z_{100}^{100} = -0.025$ $Z_{100}^{100} = -0.07$ $Z_{100}^{100} = -0.07$	$TA^{100} = -0.052$ $TA^{100} = -0.027$ $TA^{100} = -0.2$ $TA^{100} = -0.11$ $TA^{100} = -0.15$ $TA^{100} = -0.1$ $TA^{100} = -0.1$	
020	$Z_{100}^{100} = -0.457$ $Z_{100}^{100} = -0.07$ $Z_{100}^{100} = -0.303$ $Z_{100}^{100} = -0.26$	$TA^{100} = -0.093$ $TA^{100} = -0.157$	
020	$Z_{100}^{100} = -4.13$ $Z_{100}^{100} = -0.26$ $Z_{100}^{100} = -0.66$ $Z_{100}^{100} = -0.26$	$TA^{100} = -0.16$ $TA^{100} = -0.27$ $TA^{100} = -0.25$ $TA^{100} = -0.093$	
015	$Z_{100}^{100} = -1.03$ $Z_{100}^{100} = -0.07$	$TA^{100} = -0.15$ $TA^{100} = -0.443$	
015	$Z_{100}^{100} = -4.43$ $Z_{100}^{100} = -0.26$ $Z_{100}^{100} = -1.78$ $Z_{100}^{100} = -0.26$ $Z_{100}^{100} = -2.07$ $Z_{100}^{100} = -0.26$ $Z_{100}^{100} = -2.51$ $Z_{100}^{100} = -0.26$	$TA^{100} = -0.14$ $TA^{100} = -0.21$ $TA^{100} = -0.86$ $TA^{100} = -0.18$	
012	$Z_{100}^{100} = -3.68$ $Z_{100}^{100} = -0.15$ $Z_{100}^{100} = -1.34$ $Z_{100}^{100} = -0.15$ $Z_{100}^{100} = -0.15$	$TA^{100} = -0.87$ $TA^{100} = -0.52$ $TA^{100} = -1.55$ $TA^{100} = -0.43$	
005	$Z_{100}^{100} = -4.75$ $Z_{100}^{100} = -0.15$	$TA^{100} = -1.0$ $TA^{100} = -1.75$	
002		$TA^{100} = -0.7$ $TA^{100} = -1.3$ $TA^{100} = -2$	

Рисунок 2.6 – Схема линейных размеров

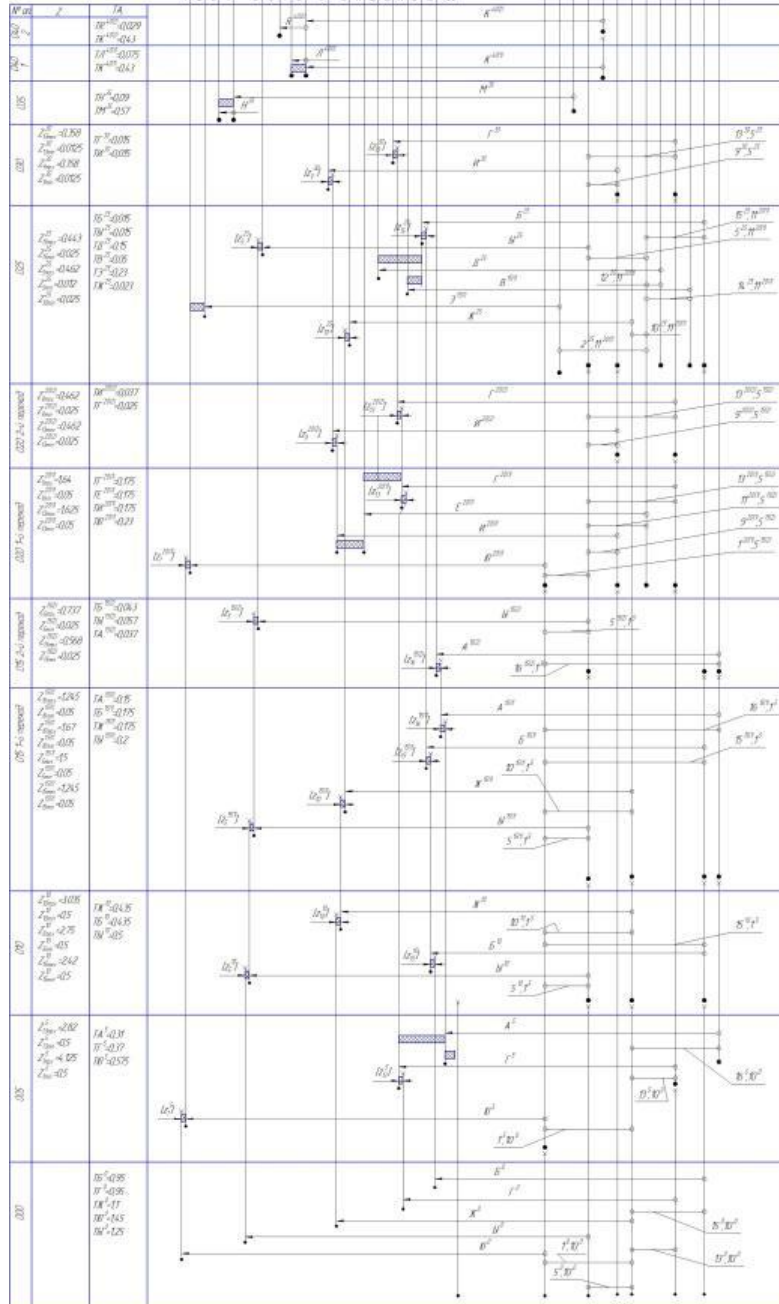
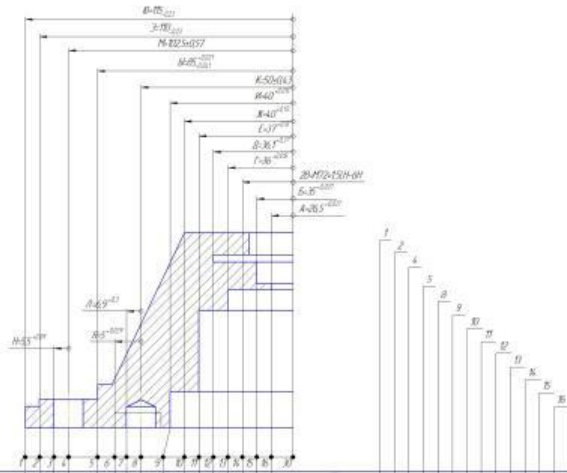


Рисунок 2.7 – Схема диаметральных размеров

Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата

15.03.05.2021.153.000 ПЗ

Лист

33

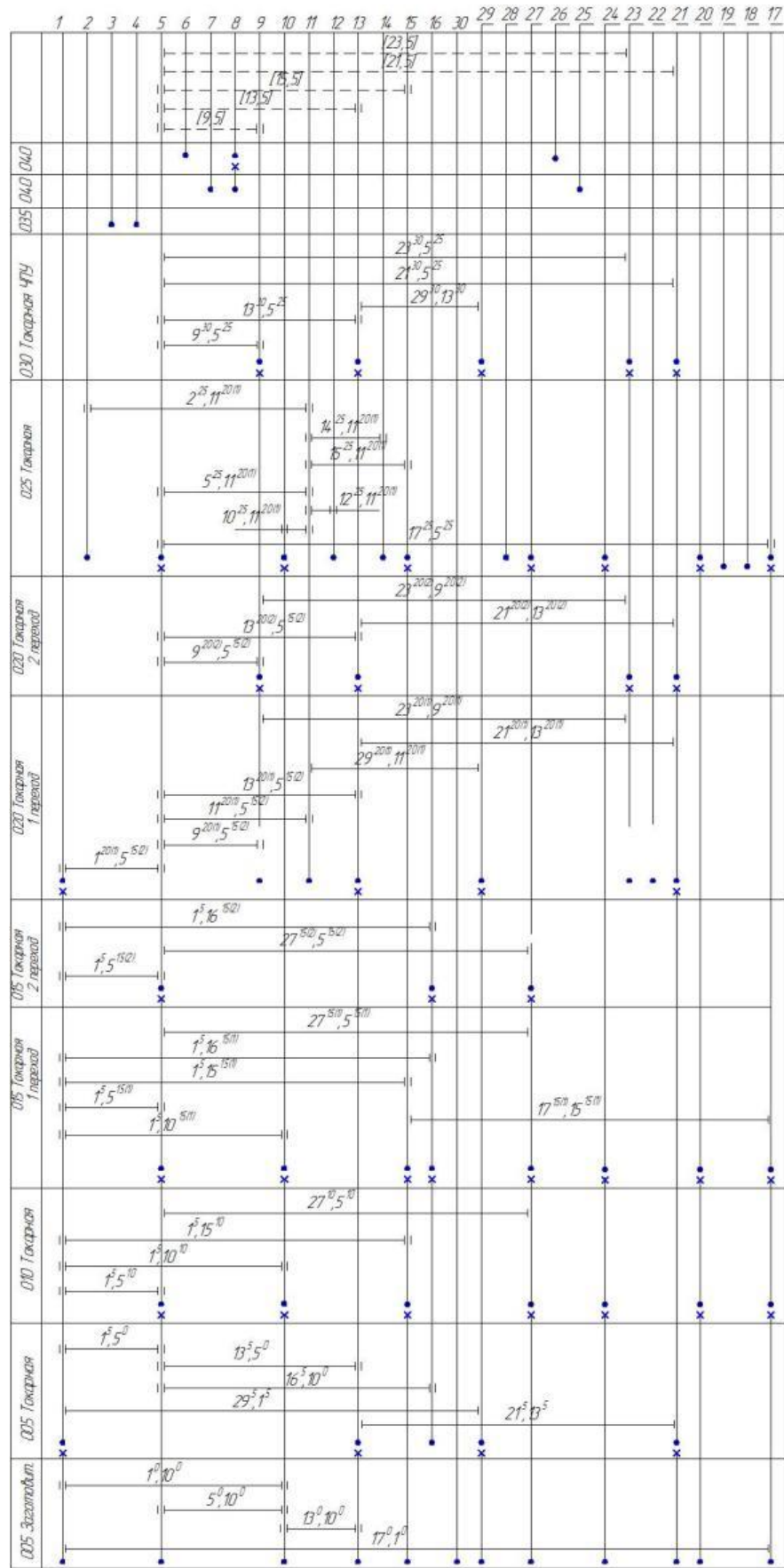


Рисунок 2.8 – Схема пространственных отклонений

Продолжение таблицы 2.4

Исходное уравнение	Известные величины	Рассчитанные размеры
$[Z_{17}^{10}] = \Pi^5 - \Pi^{10}$	$\Pi_{\min}^{10}=161,34;$ $\Pi_{\max}^{10}=162,89;$ $T\Pi^5=1,75;$ $Z_{17}^{10}{}_{\min}=0,2+0,3=0,5 \text{ мм.}$	$\Pi^5=165,14_{-1,75};$ $Z_{17}^{10}{}_{\max}=1,76 \text{ мм.}$
$[Z_{17}^{15(2)}]=L^{15(1)}+Q^{15(1)} - \Pi^{15(1)} + B^{15(2)}$	$Q_{\min}^{15(1)}=128,49;$ $Q_{\max}^{15(1)}=128,89;$ $TL^{15(1)}=0,18;$ $Z_{17}^{15(2)}{}_{\min}=0,02+0,05=0,07 \text{ мм.}$	$L^{15(1)}=16,04^{+0,18};$ $Z_{17}^{15(2)}{}_{\max}=0,9 \text{ мм.}$
$[Z_{29}^5]=\Pi^0-\Pi^5$	$\Pi_{\min}^5=163,39;$ $\Pi_{\max}^5=165,14;$ $T\Pi^0=2;$ $Z_{29}^5{}_{\min}=0,2+0,3=0,5 \text{ мм.}$	$\Pi^0=167,64_{-2};$ $Z_{29}^5{}_{\max}=2,45 \text{ мм.}$
$[Z_{27}^{15(1)}]=L^{15(1)} + Q^{15(1)} - \Pi^{15(1)} + \Pi^{10} - Q^{10} - L^{10}$	$L_{\min}^{15(1)}=16,04;$ $L_{\max}^{15(1)}=16,22;$ $TL^{10}=0,43;$ $Z_{27}^{15(1)}{}_{\min}=0,2+0,06=0,26 \text{ мм.}$	$L^{10}=15,61^{+0,43};$ $Z_{27}^{15(1)}{}_{\max}=1,37 \text{ мм.}$
$[Z_{27}^{10}]=L^{10} + Q^{10} - \Pi^{10} + \Pi^5 - Q^0 - L^0$	$L_{\min}^{10}=15,61;$ $L_{\max}^{10}=16,04;$ $TL^0=0,7;$ $Z_{27}^{10}{}_{\min}=0,2+0,3=0,5 \text{ мм.}$	$L^0=14,91^{+0,7};$ $Z_{27}^{10}{}_{\max}=1,9 \text{ мм.}$
$[Z_{24}^{25}=Q^{25} - \Pi^{25} + B^{20(1)} - B^{15(2)} + \Pi^{15(1)} - Q^{15(1)}$	$Q_{\min}^{25}=128,9;$ $Q_{\max}^{25}=129;$ $TQ^{15(1)}=0,4;$ $Z_{24}^{25}{}_{\min}=0,02+0,05=0,07 \text{ мм.}$	$Q^{15(1)}=128,89_{-0,4};$ $Z_{24}^{25}{}_{\max}=0,99 \text{ мм.}$
$[Z_{24}^{15(1)}]=Q^{15(1)} - \Pi^{15(1)} + \Pi^{10} - Q^{10}$	$Q_{\min}^{15(1)}=128,49;$ $Q_{\max}^{15(1)}=128,89;$ $TQ^0=1,3;$ $Z_{24}^{15(1)}{}_{\min}=0,2+0,06=0,26 \text{ мм.}$	$Q^0=127,62_{-1,3};$ $Z_{24}^{15(1)}{}_{\max}=1,39 \text{ мм.}$
$[Z_{20}^{25}]=C^{25} - \Pi^{25} + B^{20(1)} - B^{15(2)} + \Pi^{15(1)} - C^{15(1)}$	$C_{\min}^{25}=30;$ $C_{\max}^{25}=30,052;$ $TC^{15(1)}=0,2;$ $Z_{20}^{25}{}_{\min}=0,02+0,05=0,07 \text{ мм.}$	$C^{15(1)}=29,785^{+0,2};$ $Z_{20}^{25}{}_{\max}=0,6 \text{ мм.}$
$[Z_{20}^{15(1)}]=C^{25} - \Pi^{15(1)} + \Pi^{10} - C^{10}$	$C_{\min}^{15(1)}=29,785;$ $C_{\max}^{15(1)}=29,995;$ $TC^{10}=0,52;$ $Z_{20}^{15(1)}{}_{\min}=0,2+0,06=0,26 \text{ мм.}$	$C^{10}=29,262^{+0,52};$ $Z_{20}^{15(1)}{}_{\max}=0,98 \text{ мм.}$

Продолжение таблицы 2.4

Исходное уравнение	Известные величины	Рассчитанные размеры
$[Z_{23}^{30}] = Ц^{30} - П^{30} + П^{25} - Б^{20(1)} - D^{20(2)}$	$Ц_{\min}^{30} = 31;$ $Ц_{\max}^{30} = 31,062;$ $TD^{20(2)} = 0,093;$ $Z_{23}^{30}_{\min} = 0,05 + 0,02 = 0,07 \text{ мм}$	$D^{20(2)} = 16,43^{+0,093};$ $Z_{23}^{30}_{\max} = 0,7 \text{ мм.}$
$[Z_{23}^{20(2)}] = D^{20(2)} - D^{20(1)}$	$D^{20(2)}_{\min} = 16,43;$ $D^{20(2)}_{\max} = 16,525;$ $TD^{20(1)} = 0,16;$ $Z_{23}^{20(2)}_{\min} = 0,2 + 0,06 = 0,26 \text{ мм.}$	$D^{20(1)} = 16,105^{+0,16};$ $Z_{23}^{30}_{\max} = 0,7 \text{ мм.}$
$[Z_{21}^{30}] = Б^{30} - П^{10(3)} + П^{25} - Б^{20(1)} - F^{20(2)}$	$Б_{\min}^{30} = 125;$ $Б_{\max}^{30} = 125,04;$ $TF^{20(2)} = 0,137;$ $Z_{21}^{30}_{\min} = 0,015 + 0,01 = 0,025 \text{ мм}$	$F^{20(2)} = 110,433^{+0,137};$ $Z_{21}^{30}_{\max} = 0,57 \text{ мм}$
$[Z_{21}^{20(2)}] = F^{20(2)} - F^{20(1)}$	$F^{20(2)}_{\min} = 110,433;$ $F^{20(2)}_{\max} = 110,57;$ $TF^{20(1)} = 0,27;$ $Z_{21}^{20(2)}_{\min} = 0,05 + 0,02 = 0,07 \text{ мм}$	$F^{20(1)} = 110,156^{+0,27};$ $Z_{21}^{20(2)}_{\max} = 1,07 \text{ мм}$
$[Z_{21}^{20(1)}] = F^{20(1)} + Б^{15(2)} - Б^5$	$F^{20(1)}_{\min} = 110,156;$ $F^{20(1)}_{\max} = 110,426;$ $ТБ^5 = 1;$ $Z_{21}^{20(1)}_{\min} = 0,2 + 0,06 = 0,26 \text{ мм}$	$Б^5 = 124,035^{+1};$ $Z_{21}^{20(1)}_{\max} = 1,45 \text{ мм}$

Расчёт межоперационных размеров по схеме диаметральных размеров

$$[Z_{13}^{30}] = \Gamma^{30} - \Gamma^{20(2)} - 13^{30}, 5^{25} - 5^{25}, 11^{20(1)} - 11^{20(1)}, 5^{15(2)} - 13^{20(2)}, 5^{15(2)}$$

$$Z_{13\min}^{30} = 0,012; T\Gamma^{30} = 0,015; \Gamma = 36^{+0,015}; T\Gamma^{20(2)} = 0,037; \Delta_B \Gamma^{20(2)} = +0,037;$$

$$13^{30}, 5^{25} = \pm 0,015; 5^{25}, 11^{20(1)} = \pm 0,007; 5^{15(2)}, 11^{20(1)} = \pm 0,1; 5^{15(2)}, 13^{20(2)} = \pm 0,025;$$

Далее определяем увеличивающие и уменьшающие звенья

$$Z_{13\min}^{30} = \Gamma_{\min}^{30} - \Gamma_{\max}^{20(2)} - 13_{\max}^{30}, 5_{\max}^{25} - 5_{\max}^{25}, 11_{\max}^{20(1)} - 11_{\max}^{20(1)}, 5_{\max}^{15(2)} - 13_{\max}^{20(2)}, 5_{\max}^{15(2)}$$

выразим неизвестную величину $\Gamma_{\max}^{20(2)}$

$$\Gamma_{\max}^{20(2)} = 0,012 + 36 - 0,015 - 0,007 - 0,1 - 0,025 = 35,841$$

$$\Gamma^{20(2)} = \Gamma_{\max}^{20(2)} - \Delta_B \Gamma^{20(2)} = 35,841 - 0,037 = 35,8041$$

$$Z_{13\max}^{30} = \Gamma_{\max}^{30} - \Gamma_{\min}^{20(2)} - 13_{\min}^{30}, 5_{\min}^{25} - 5_{\min}^{25}, 11_{\min}^{20(1)} - 11_{\min}^{20(1)}, 5_{\min}^{15(2)} - 13_{\min}^{20(2)}, 5_{\min}^{15(2)};$$

					15.03.05.2021.153.000 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		36

$$Z_{13\max}^{30} = 36,015 - 35,804 + 0,1 + 0,007 + 0,025 + 0,015 = 0,358$$

$$\text{Ответ: } 2\Gamma^{20(2)} = 71,608^{+0,037}; Z_{13\max}^{30} = 0,358.$$

Аналогично рассчитываем остальные уравнения по схеме диаметральных размеров и заносим результаты в таблицу 2.5

Таблица 2.5 – Результаты расчёта размерных цепей по схеме диаметральных размеров

Исходное уравнение	Известные величины	Рассчитанные размеры
$[Z_{13}^{20(2)}] = \Gamma^{20(2)} - \Gamma^{20(1)} - 13^{20(1)},$ $5^{15(2)} - 13^{20(2)}, 5^{15(2)}$	$Z_{13\min}^{20(2)} = 0,05;$ $\Gamma^{20(2)} = 0,037;$ $\Gamma^{20(1)} = 0,175;$ $13^{20(1)}, 5^{15(2)} = \pm 0,1;$ $13^{20(2)}, 5^{15(2)} = \pm 0,025;$	$2\Gamma^{20(1)} = 71,008^{+0,074};$ $Z_{13\max}^{20(2)} = 0,462.$
$[Z_{13}^{20(1)}] = \Gamma^{20(1)} - \Gamma^5 - 13^{20(1)},$ $5^{15(2)} - 1^5, 5^{15(2)} - 1^5, 10^0 -$ $10^0, 13^5$	$Z_{13\min}^{20(1)} = 0,1;$ $\Gamma^{20(1)} = 0,037;$ $\Gamma^5 = 0,37;$ $13^{20(1)}, 5^{15(2)} = \pm 0,1;$ $13^5, 10^0 = \pm 0,3;$ $1^5, 5^{15(2)} = \pm 0,04;$ $1^5, 10^0 = \pm 0,3$	$2\Gamma^5 = 69,188^{+0,74};$ $Z_{13\max}^{20(1)} = 1,625.$
$[Z_{13}^5] = \Gamma^5 - \Gamma^0 - 13^5, 5^0 - 5^0,$ $10^0 - 13^0, 10^0$	$\Gamma^5 = 0,37; \Gamma^0 = 0,95; 13^5,$ $5^0, 10^0 = \pm 0,3;$ $13^0, 10^0 = \pm 0,4$ $Z_{13\min}^5 = 0,2 + 0,3 = 0,5;$	$2\Gamma^0 = 66,148^{+0,32};$ $Z_{13\max}^5 = 2,82.$
$[Z_9^{30}] = И^{30} - И^{20(2)} - 9^{30},$ $5^{25} - 5^{25}, 11^{20(1)} - 11^{20(1)},$ $5^{15(2)} - 9^{20(2)}, 5^{15(2)}$	$Z_{9\min}^{30} = 0,012;$ $И^{30} = 0,015;$ $И = 40^{+0,015};$ $И^{20(2)} = 0,037;$ $\Delta_И И^{20(2)} = +0,037;$ $9^{30}, 5^{25} = \pm 0,015;$ $5^{25}, 11^{20(1)} = \pm 0,007;$ $5^{15(2)}, 11^{20(2)} = \pm 0,1;$ $5^{15(2)}, 9^{20(2)} = \pm 0,025$	$2И^{20(2)} = 79,608^{+0,037};$ $Z_9^{30} = 0,358.$
$[Z_9^{20(2)}] = И^{20(2)} - И^{20(1)} - 9^{20(1)},$ $5^{15(2)} - 9^{20(2)}, 5^{15(2)}$	$Z_{9\min}^{20(2)} = 0,05;$ $И^{20(2)} = 0,037;$ $И^{20(1)} = 0,175;$ $9^{20(1)}, 5^{15(2)} = \pm 0,1;$ $9^{20(2)}, 5^{15(2)} = \pm 0,025$	$2И^{20(1)} = 79,008^{+0,074};$ $Z_9^{20(2)} = 0,462.$

Продолжение таблицы 2.5

Исходное уравнение	Известные величины	Рассчитанные размеры
$\left[Z_{15}^{25} \right] = B^{25} - B^{15(2)} - 15^{25},$ $11^{20(1)} - 1^5, 5^{15(2)} - 15^{15(2)},$ $1^5 - 5^{15(2)}, 11^{20(1)}$	$Z_{15min}^{25} = 0,025;$ $TБ^{25} = 0,015;$ $TБ^{15(2)} = 0,043;$ $B = 35^{+0,015};$ $15^{25}, 11^{20(1)} = \pm 0,005;$ $1^5, 5^{15(2)} = \pm 0,05;$ $15^{15(2)}, 1^5 = \pm 0,025;$ $11^{20(1)}, 5^{15(2)} = \pm 0,1$	$2B^{15(2)} = 69,504^{+0,043};$ $Z_{15max}^{25} = 0,443.$
$\left[Z_{15}^{15(2)} \right] = B^{15(2)} - B^{15(1)} - 15^{15(2)},$ $1^5 - 1^5, 15^{15(1)}$	$Z_{15min}^{15(2)} = 0,1;$ $TБ^{15(1)} = 0,175;$ $TБ^{15(2)} = 0,043;$ $15^{15(2)}, 1^5 = \pm 0,025;$ $15^{15(1)}, 1^5 = \pm 0,1$	$2B^{15(1)} = 68,704^{+0,35};$ $Z_{15max}^{15(2)} = 0,568.$
$\left[Z_{15}^{15(1)} \right] = B^{15(1)} - B^{10} - 15^{15(1)},$ $1^5 - 1^5, 15^{10}$	$Z_{29min}^{15(1)} = 0,1;$ $TБ^{15(1)} = 0,175;$ $TБ^{10} = 0,37;$ $15^{15(1)}, 1^5 = \pm 0,1;$ $15^{10}, 1^5 = \pm 0,2$	$2B^{10} = 67,164^{+0,74};$ $Z_{15max}^{15(1)} = 1,245.$
$\left[Z_{15}^{10} \right] = B^{10} - B^0 - 15^{10}, 1^5 - 1^5,$ $10^0 - 15^0, 10^0$	$TБ^{10} = 0,37; \quad TБ^0 = 0,95;$ $15^{10}, 1^5 = \pm 0,2;$ $1^5, 10^0 = \pm 0,15;$ $15^0, 10^0 = \pm 0,3$ $Z_{15min}^{10} = 0,2 + 0,3 = 0,5$	$2B^0 = 64^{+0,32}_{-0,63}$ $Z_{15max}^{10} = 2,42.$
$\left[Z_5^{25} \right] = B^{15(2)} - B^{25} - 5^{25},$ $11^{20(1)} - 1^5, 5^{15(2)} - 5^{15(2)},$ $1^5 - 5^{15(2)}, 11^{20(1)}$	$Z_{5min}^{25} = 0,025;$ $TБ^{25} = 0,02;$ $TБ^{15(2)} = 0,057;$ $B = 85^{-0,021}_{-0,041};$ $5^{25}, 11^{20(1)} = \pm 0,005;$ $1^5, 5^{15(2)} = \pm 0,05;$ $5^{15(2)}, 1^5 = \pm 0,025;$ $11^{20(1)}, 5^{15(2)} = \pm 0,1$	$2B^{15(2)} = 170,482.$ $0,057;$ $Z_{5max}^{25} = 0,462.$
$\left[Z_5^{15(2)} \right] = B^{15(1)} - B^{15(2)} -$ $5^{15(2)}, 1^5 - 1^5, 5^{15(1)}$	$Z_{5min}^{15(2)} = 0,1;$ $TБ^{15(2)} = 0,057;$ $TБ^{15(1)} = 0,2;$ $5^{15(2)}, 1^5 = \pm 0,04;$ $1^5, 5^{15(1)} = \pm 0,15$	$2B^{15(1)} = 171,462.$ $0,4; Z_{5max}^{15(2)} =$ $0,737.$

Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата

Продолжение таблицы 2.5

Исходное уравнение	Известные величины	Рассчитанные размеры
$[Z^{15(1)}_5] = \text{Б}^{10} - \text{Б}^{15(1)} - 5^{15(1)},$ $1^5 - 1^5, 5^{10}$	$Z^{15(1)}_{5\min} = 0,1;$ $\text{ТБ}^{10} = 0,5;$ $\text{ТБ}^{15(1)} = 0,2;$ $5^{10}, 1^5 = \pm 0,2;$ $1^5, 5^{15(1)} = \pm 0,15$	$2\text{Б}^{10} = 173,362_{-1,0};$ $Z^{15(1)}_{5\max} = 1,5.$
$[Z^{10}_5] = \text{Б}^0 - \text{Б}^{10} - 5^{10},$ $1^5 - 1^5, 10^0 - 5^0, 10^0$	$\text{ТБ}^{10} = 0,5;$ $\text{ТБ}^0 = 1,25;$ $5^{10}, 1^5 = \pm 0,2;$ $10^0, 5^0 = \pm 0,4;$ $10^0, 1^5 = \pm 0,3$ $Z^{10}_{5\min} = 0,2 + 0,3 = 0,5$	$2\text{Б}^0 = 176,202_{-0,84};$ $Z^{10}_{5\max} = 2,75$
$[Z^{20(1)}_1] = \text{Ю}^5 - \text{Ю}^{20(1)} - 1^{20(1)},$ $5^{15(2)} - 1^5, 5^{15(2)}$	$Z^{20(1)}_{1\min} = 0,1;$ $\text{ТЮ}^5 = 0,575;$ $\text{ТЮ}^{20(1)} = 0,23;$ $1^{20(1)}, 5^{15(2)} = \pm 0,15;$ $1^5, 5^{15(2)} = \pm 0,04$	$2\text{Ю}^5 = 231,73_{-1,15};$ $Z^{20(1)}_{1\max} = 1,64$
$[Z^5_1] = \text{Ю}^0 - \text{Ю}^5 - 1^5,$ $5^0 - 5^0, 10^0 - 1^0, 10^0$	$\text{ТЮ}^5 = 0,575;$ $\text{ТЮ}^0 = 1,45;$ $1^5, 5^0 = \pm 0,3;$ $1^0, 10^0 = \pm 0,5$ $Z^5_{1\min} = 0,2 + 0,3 = 0,5$	$2\text{Ю}^0 = 233,56_{-0,96};$ $Z^5_{1\max} = 4,125$
$[Z^{15(2)}_{16}] = \text{А}^{15(2)} - \text{А}^{15(1)} - 16^{15(2)},$ $1^5 - 1^5, 16^{15(1)}$	$Z^{15(2)}_{15\min} = 0,05;$ $\text{ТА}^{15(1)} = 0,125;$ $\text{ТА}^{15(2)} = 0,037;$ $16^{15(2)}, 1^5 = \pm 0,025;$ $16^{15(1)}, 1^5 = \pm 0,1$	$2\text{А}^{15(1)} = 52,25_{+0,3};$ $Z^{15(2)}_{16\max} = 0,587$
$[Z^{15(1)}_{16}] = \text{А}^{15(1)} - \text{А}^5 - 16^{15(1)},$ $1^5 - 10^0, 1^5 - 10^0, 1^0$	$Z^{15(1)}_{15\min} = 0,1;$ $\text{ТА}^{15(1)} = 0,15;$ $\text{ТА}^5 = 0,31;$ $16^{15(1)}, 1^5 = \pm 0,1;$ $10^0, 1^5 = \pm 0,3;$ $10^0, 1^0 = \pm 0,5$	$2\text{А}^5 = 49,62_{+0,62};$ $Z^{15(1)}_{16\max} = 2,81$
$[Z^{15(1)}_{10}] = \text{Ж}^{10} - \text{Ж}^{15(1)} - 10^{15(1)},$ $1^5 - 1^5, 10^{10}$	$Z^{15(1)}_{10\min} = 0,1;$ $\text{ТЖ}^{10} = 0,435;$ $\text{ТЖ}^{15(1)} = 0,175;$ $10^{15(1)}, 1^5 = \pm 0,15;$ $10^{10}, 1^5 = \pm 0,2$	$2\text{Ж}^{10} = 81,77_{-0,87};$ $Z^{15(1)}_{10\max} = 1,67$

Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата

Продолжение таблицы 2.5

Исходное уравнение	Известные величины	Рассчитанные размеры
$[Z_{10}^{10}] = Ж^0 - Ж^{10} - 10^{10},$ $1^5 - 1^5, 10^0$	$ТЖ^{10} = 0,435;$ $ТЖ^0 = 1,1;$ $10^{10}, 1^5 = \pm 0,2;$ $10^0, 1^5 = \pm 0,3$ $Z_{10min}^{10} = 0,2 + 0,3 = 0,5;$	$2Ж^0 = 84,51_{-0,37}^{+0,73};$ $Z_{10max}^{10} = 3,035$

В соответствии с рисунком 2.9 представлена заготовка с минимальными припусками под обработку по результатам размерного анализа

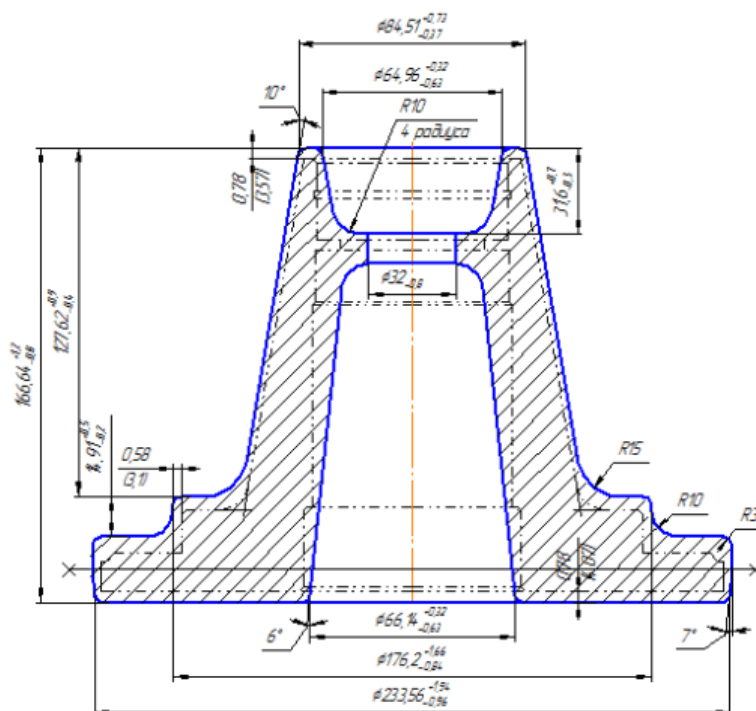


Рисунок 2.9 – Эскиз заготовки

2.3.5 Расчет режимов резания и норм времени

Расчет режимов резания выполняется на операцию 035, которая приведена в соответствии с рисунком 2.10

На данной операции производится сверление отверстий $\varnothing 11$.

Выбран станок 2Г175; его мощность составляет – 1 кВт; марка материала детали – Сталь 5 ГОСТ 380-88.

Выбираем рекомендуемую подачу при сверлении отверстия $\varnothing 11$ [6] $S=0,2$ мм/об, корректируем её по паспорту станка и получаем $S=0,2$ мм/об.

При обработке отверстия сверлением глубина резания $t=0,5D$, $t=5,5$ мм [6].

					15.03.05.2021.153.000 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		40

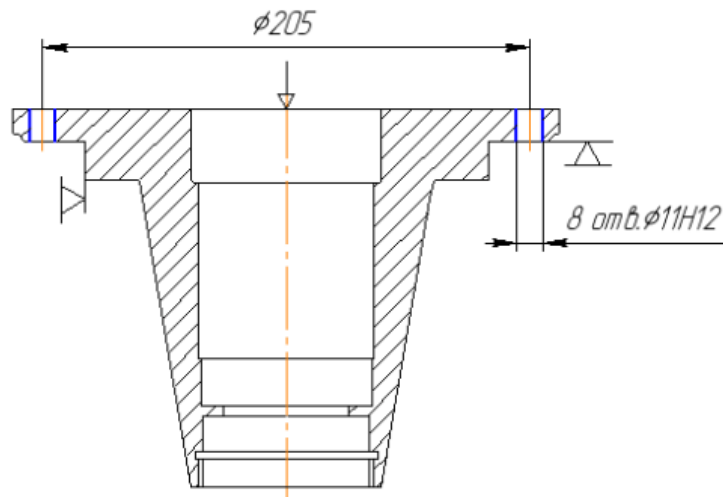


Рисунок 2.10 – Схема обработки для операции 035

По формуле находим скорость резания

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

где C_v – коэффициент на скорость резания, $C_v=7$;

D – диаметр обрабатываемого отверстия, $D=11\text{мм}$;

q, m, x, y – коэффициенты;

T – период стойкости инструмента, $T=60$;

t – припуск, $t=5,5\text{ мм}$;

S – подача, $S=0,1\text{ мм/об}$;

Значения постоянных $q=0,4, y=0,7 m=0,2 x=0$ принимаем из [6].

K_v – коэффициент на скорость резания, который состоит из следующих составляющих

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

где K_{mv} – коэффициент учитывающий материал заготовки;

K_{uv} – коэффициент учитывающий материал инструмента, $K_{uv}=1$;

K_{lv} – коэффициент, который влияет на глубины обрабатываемого отверстия, выбирается по [6], $K_{lv}=1$.

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

где C_m – коэффициент определяющий сталь по группе обрабатываемости, $C_m=0,85$;

n – показатель степени, $n=0,9$;

σ_B – предел прочности.

						Лист
					15.03.05.2021.153.000 ПЗ	41
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		

$$K_{MV} = 0,85 \cdot \left(\frac{750}{480} \right)^{-0,9} = 0,85 \cdot 1,5625^{-0,9} = 0,57$$

Рассчитываем скорость резания

$$V = \frac{7 \cdot 11^{0,4}}{60^{0,2} \cdot 0,1^{0,7}} \cdot 0,57 = 22,3 \text{ м/мин}$$

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

$$n = \frac{1000 \cdot 22,3}{3,14 \cdot 11} = 645 \text{ об/мин}$$

Корректируем по паспортным данным станка число оборотов $n=710$ об/мин и находим его скорость резания;

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

$$V_{\phi} = \frac{3,14 \cdot 11 \cdot 400}{1000} = 13,8 \text{ м/мин}$$

Рассчитываем момент крутящий и осевую силу при сверлении отверстий

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

где C_M – постоянный коэффициент, $C_M = 0,0345$;

$K_p = K_{MP}$ – коэффициент, определяющий механические свойства обрабатываемого материала.

$q=2$, $y=0,8$ – постоянные значения выбираются из [6].

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

где n – показатель степени, $n=0,75$ [6].

$$K_{MP} = \left(\frac{480}{750} \right)^{0,75} = 0,715$$

Рассчитываем крутящий момент

$$M = 10 \cdot 0,0345 \cdot 11^2 \cdot 0,2^{0,8} \cdot 0,715 = 4,5 \text{ Н}\cdot\text{м}$$

					15.03.05.2021.153.000 ПЗ	Лист
						42
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		

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

где значения постоянных $C_p=68$, $q=1$, $y=0,7$ принимаем из [2].

$$P_o = 10 \cdot 68 \cdot 11^1 \cdot 0,1^{0,7} \cdot 0,715 = 1060 \text{ Н}$$

Рассчитываем затрачиваемую мощность на резание:

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

$$N = \frac{4,5 \cdot 400}{9750} = 0,19 \text{ кВт}$$

В таблицу 2.8 заносим остальные результаты расчетов режимов резания

Таблица 2.8 – Режимы резания

Операц ия	Д, мм	L, мм	T, мм	i	S, мм/об	n, об/мин	V, м/сек	N, кВт	Pz, Н
005 ток. торец	233,5	117	3,1	1	0,2	125	91	1,5	850
Ø230	233,5	16	1	1	0,2	125	91	1,2	710
Ø20	20	120	10	1	0,1	300	19	0,1	75
Ø45	45	140	12,5	1	0,1	250	23	0,13	100
Ø49,6	49,6	145	2,5	1	0,2	400	85	0,27	180
Ø69	69	131	3	3	0,2	400	93	0,18	89
010 ток. Ø82	82	18	2,3	1	0,2	250	88	0,42	200
Ø230	231,7	211	1,53	1	0,2	125	91	0,44	240
Ø70	67,16	37	3,5	1	0,05	600	93	0,2	186
015ток. Ø230	231,7	211	1	1	0,1	250	182	1	400
Ø82	82	18	2,3	1	0,05	600	64	0,5	440
Ø70	68,7	40	1	1	0,1	400	86	0,2	186
Ø170	231,7	44	3,2	1	0,1	400	160	0,2	156
Ø70	69,5	40	1	1	0,05	600	131	0,2	186
Ø72,2	72,2	2	3	1	0,05	400	90	0,3	160
M72	72	15	1,3	12	1,5	50	11,3	0,15	80
020 ток. Ø230	231,7	16	1	1	0,05	315	184	0,42	200
Ø80	80	125	1	1	0,05	600	159	0,44	240
025 ток. Ø220	220	40	0,2	1	0,025	650	215	0,27	180

Продолжение таблицы 2.6

Операц ия	Д, мм	L, мм	T, мм	i	S, мм/об	п, об/ми н	V, м/сек	N, кВт	Pz, Н
Ø70	70	30	0,15	1	0,02	800	236	0,18	89
030 ток.	80	125	0,18	1	0,025	800	215	0,1	45
035 св. Ø11	11	20	5,5	1	0,15	650	22	1,14	40
040св. 2 п. Ø6,7	6,7	29	3,35	1	0,2	800	17	0,13	80
040 св. 2 п. М8	8	2,5	1	1	0,75	12,5	0,5	0,08	55

По справочнику [8] производим расчёт норм времени на операцию 035 сверлильную 1 переход.

По формуле определяем основное время для сверления

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

где L – глубина обрабатываемого отверстия, L=14 мм;

l_1 – величина, определяющая подвод инструмента, мм;

l_2 – величина, определяющая врезания инструмента, мм;

l_3 – величина, определяющая перебеги инструмента, мм;

n – число оборотов инструмента, n=250 об/мин;

S – подача инструмента, S=0,1мм/об.

По справочнику [8] находим эти величины $l_1 = 2$ мм, $l_2 = 4$ мм, $l_3 = 6$ мм

Рассчитываем время основное для обработки

$$T_o = \frac{14 + 2 + 2 + 6}{350 \cdot 0,1} = 0,68 \text{ мин}$$

По формуле [8] рассчитываем штучное время на обработку

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

где T_o – основное (технологическое) время, $T_o=0,68$ мин;

$T_{вс}$ – вспомогательное время;

$T_{обс}$ – время технического обслуживания;

$T_{орг}$ – время организационного обслуживания;

$T_{отд}$ – время перерыва;

Вспомогательное время представляет сумму

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

					15.03.05.2021.153.000 ПЗ	Лист
						44
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		

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

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

$T_{изм}$ – время на контрольные измерения

Сумма $T_0 + T_{всп}$ есть $T_{оп}$ – оперативное время

По [8] определяем вспомогательное время на установку и снятие детали со станка $T_{уст}=0,5$ мин.

По карте [8] определяем вспомогательное время связанное с переходом $T_{пер}=0,05$ мин. Это время включает в себя время на смазывание инструмента 0,1 мин. Так как используем восьмишпиндельную головку то получается 0,8 мин. Включение вращения шпинделя кнопкой составляет 0,015 мин. По [8] время на выводы сверл для удаления стружки составит 0,05 мин. При сложении получаем $T_{пер}=0,8$ мин.

По [8] определяем вспомогательное время связанное с измерением шаблоном, $T_{изм}=0,8+0,32=1,16$ мин.

Получаем вспомогательное время

$$T_{вс} = 0,68 + 0,8 + 1,16 = 2,64 \text{ мин}$$

$$T_{оп} = T_0 + T_{вс},$$

$$T_{оп} = 0,68 + 2,46 = 3,14 \text{ мин}$$

По [8] в процентах от оперативного определяем вспомогательное время на обслуживание рабочего места, 2,5 % , получаем 0,1 мин.

По [8] в процентах от оперативного определяем время на отдых и личные надобности равное $T_{отд}=5\%$, получаем 0,2 мин.

Штучное время рассчитываем

$$T_{шт} = 3,14 + 0,1 + 0,2 = 3,44 \text{ мин}$$

По справочнику [8] находим подготовительно – заключительное время на наладку станка и инструмента, получаем $T_{пз}=10$ мин. Ещё в это время входит время на установку и снятие многошпиндельной головки равное 20 мин, $T_{пз}=30$ мин.

В таблицу 2.9 вносим остальные расчеты

Таблица 2.7 – Нормирование операций в минутах

№ операции	T_0	$T_{в}$	$T_{шт}$	$T_{п.з.}$
005	10,1	1,8	13,5	23
010	6,2	1,75	9,6	23
015	4,7	1,8	6,78	23
020	4,4	1,9	6,7	23
025	10,8	1,8	13,1	23
030	3,2	1,9	5,7	23
035	0,68	2,64	3,44	30
040	1,2	2,6	4,2	30

3 Конструкторская часть

3.1 Проектирование кондуктора

3.1.1 Разработка теоретической схемы базирования

Для обеспечения требований к взаимному расположению базовых и обрабатываемых поверхностей необходимо лишить деталь 6 степеней свободы. Выбираем базирование детали исходя из рекомендаций [9].

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

– деталь в пространстве лишается 4-х степеней свободы при базировании наружной цилиндрической поверхностью детали на посадочную поверхность зажимных элементов;

– деталь в пространстве лишается 3-х степеней свободы при базировании детали торцем.

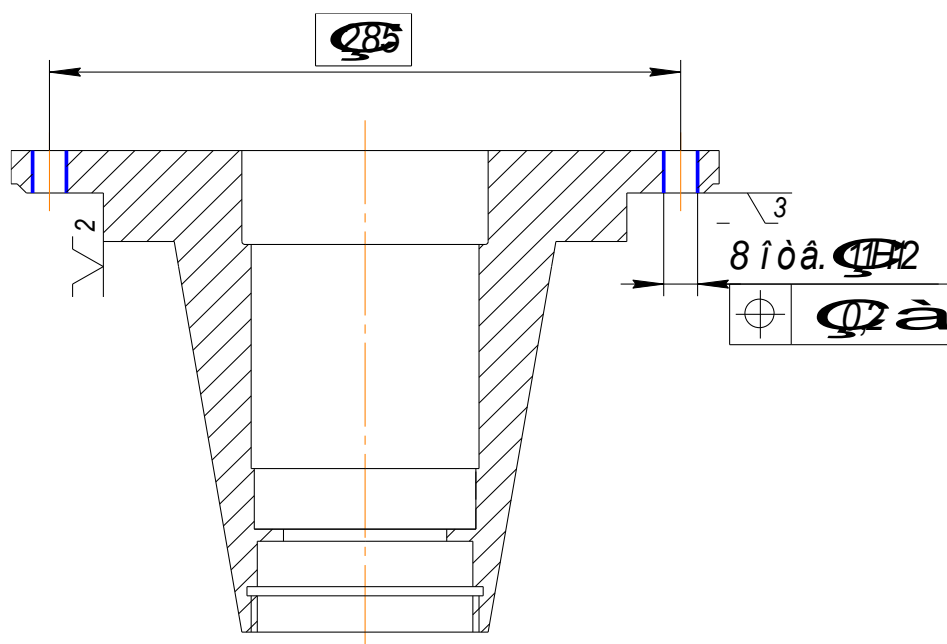


Рисунок 3.1 – Теоретическая схема базирования

3.1.2 Проектирование схемы приспособления

Схема кондуктора приведена в соответствии с рисунком 3.2. Он предназначен для одновременного сверления восьми отверстий. Кондуктор состоит из корпуса 1, стоек 2, кондукторной плиты 3 и направляющих скалок для многошпиндельной головки 4. В корпусе приспособления встроен пневматический привод мембранного типа.

					15.03.05.2021.153.000 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		46

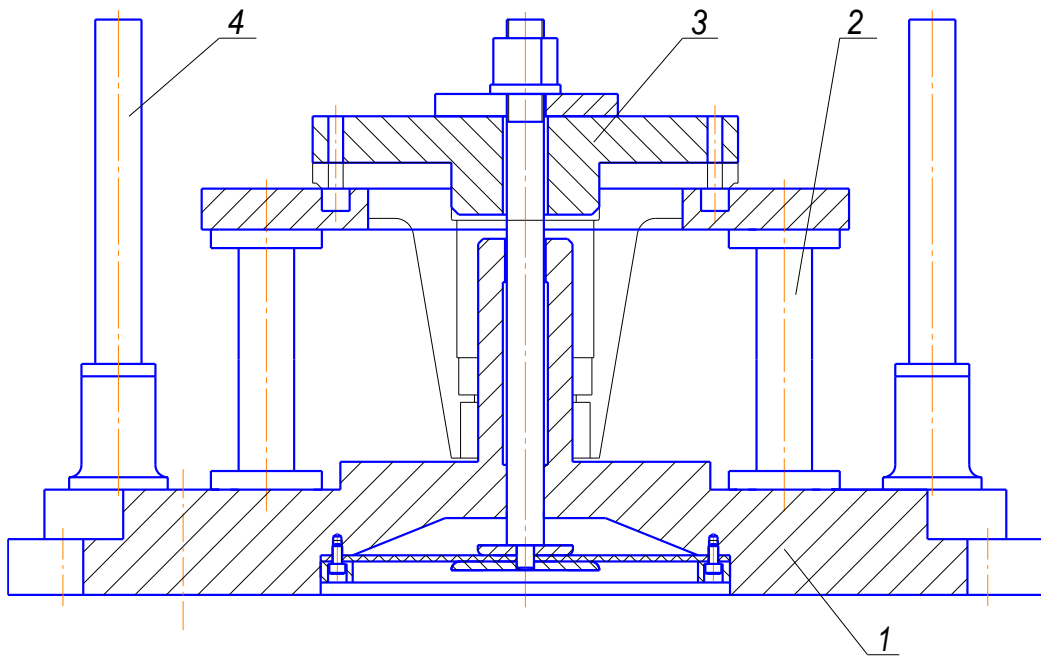


Рисунок 3.2 – Схема приспособления

3.1.3 Расчет элементов приспособления

Определим необходимое усилие зажима W , по формуле [9] и расчётной схеме, изображённой в соответствии с рисунком 3.3.

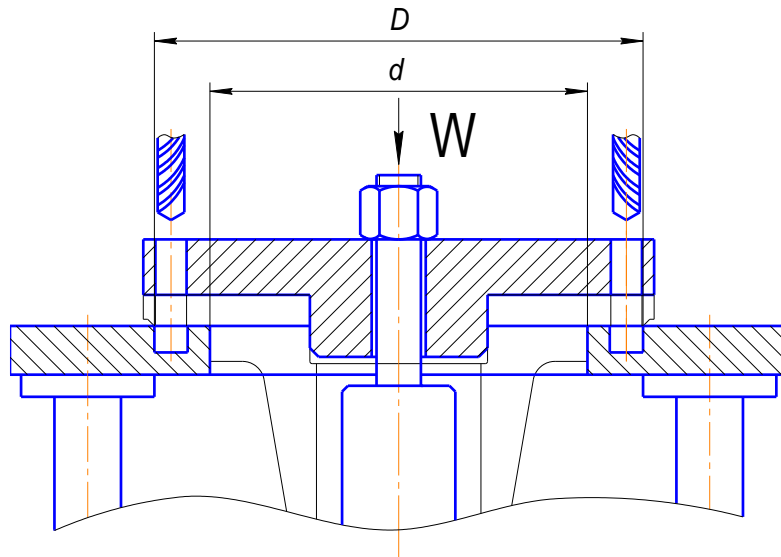


Рисунок 3.3 – Расчетная схема

$$W = \frac{K \cdot M_k \cdot n}{\frac{1}{3} \cdot f \cdot \frac{D^3 - d^3}{D^2 - d^2}}$$

					15.03.05.2021.153.000 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		47

где M_k – крутящий момент на сверле, $M_k = 4,5$ Нм;
 $f = 0,25$ – коэффициент трения для гладких рабочих поверхностей;
 $n = 8$ – количество одновременно работающих сверил.
 K – коэффициент запаса

$$K = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 = 1,5 \cdot 1,15 \cdot 1 = 1,725$$

где K_1 – гарантированный коэффициент запаса, $K_1 = 1,5$;
 K_2 – коэффициент, учитывающий увеличение сил резания при прогрессирующем затуплении инструмента, $K_2 = 1,15$;
 K_3 – коэффициент, учитывающий постоянство сил зажима, $K_3 = 1$.

$$W = \frac{1,725 \cdot 4,5 \cdot 8}{\frac{1}{3} \cdot 0,25 \cdot \frac{230^3 - 170^3}{230^2 - 170^2}} = 366 \text{ кг}$$

По рекомендациям [6] принимаем диаметр диафрагмы пневматического привода $D = 200$ мм. При давлении в воздушной системе 0,4 МПа он дает усилие 400 кг.

3.1.4 Расчёт погрешности базирования

Рассчитаем погрешность базирования Δ_b по формуле [9] для размера $205 \pm 0,1$.

$$\frac{y}{2} \geq \Delta_b = \frac{y_1}{2} + P \cdot (d_{вн} - d_{св}) \cdot \frac{h+b}{l}$$

где y – допуск на межцентровое расстояние отверстий в детали, $y = 0,2$;

y_1 – допуск на межцентровое расстояние отверстий сменных рабочих втулок в кондукторной плите, $y_1 = 0,02$;

$d_{вн}$ – верхнее отклонение диаметра отверстия рабочей втулки, $d_{вн} = + 0,018$ мм;

$d_{св}$ – нижнее отклонение диаметра сверла, $d_{св} = - 0,018$ мм;

h – расстояние между торцом втулки и заготовкой, $h = 0$

b – глубина сверления, $b = 14$ мм;

l – длина направляющей отверстия рабочей втулки, $l = 40$ мм;

P – коэффициент, учитывающий наиболее вероятную величину перекоса сверла, $P = 0,35$.

$$\Delta_b = \frac{0,02}{2} + 0,35 \cdot (0,018 + 0,018) \cdot \frac{0+14}{40} = 0,014$$

Таким образом $y > 2\Delta_b$ ($0,2 > 0,028$).

					15.03.05.2021.153.000 ПЗ	Лист
						48
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		

3.1.5 Компоновка приспособления

В соответствии с рисунком 3.4 показан кондуктор для центрирования и зажима детали при сверлении 8-ми отверстий одновременно.

Кондуктор состоит из двух основных узлов: корпуса 1 и кондукторной плиты 20, крышки 6. В корпусе выполнен встроенный пневматический привод мембранного типа.

Обрабатываемая деталь устанавливается в крышке по диаметру 170f7. В кондукторной плите смонтировано восемь сменных кондукторных втулок. Зажим детали осуществляется мембранным пневмоприводом через шток 10 и быстросъемную шайбу поз.9.

В корпусе приспособления смонтированы две направляющих скалки 5. Они служат в качестве связующего звена между кондуктором и многошпиндельной головкой. Направляющая поз.2, привернутая винтами поз.15 к корпусу служит направляющей штока поз.10 для корректной его работы.

Для крепления кондуктора на столе станка и его ориентации относительно оси шпинделя в корпусе выполнены два паза под крепежные болты и запрессованы два пальца поз.7.

3.2 Проектирование многошпиндельной головки для одновременного сверления 8-ми отверстий Ø11H12

В данном проекте спроектирована универсальная многошпиндельная головка колокольного типа. Основным ее преимуществом в условиях мелкосерийного производства является универсальность. Ее можно использовать при обработке других деталей подобного типа.

Определение размеров шпинделей и зубчатых колес.

Определим диаметр ведущего валика по величине крутящего момента, передаваемого в процессе сверления по формуле [10]

$$d_1 = \sqrt{\frac{16 \cdot M_{кр}}{\pi \cdot \tau}} = \sqrt{\frac{16 \cdot 0,502}{3,14 \cdot 1500}} = 35 \text{ мм},$$

где d_1 – диаметр центрального шпинделя, в см;

τ – допускаемое напряжение кручения для стали 45, $\tau = 1500 \text{ кг/см}^2$ [10];

$M_{кр}$ – крутящий момент, в г · м.

$$M_{кр} = \frac{71620 \cdot N_{1ст}}{n} = \frac{71620 \cdot 3,96}{564} = 502 \text{ г} \cdot \text{м}$$

					15.03.05.2021.153.000 ПЗ	Лист
						49
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		

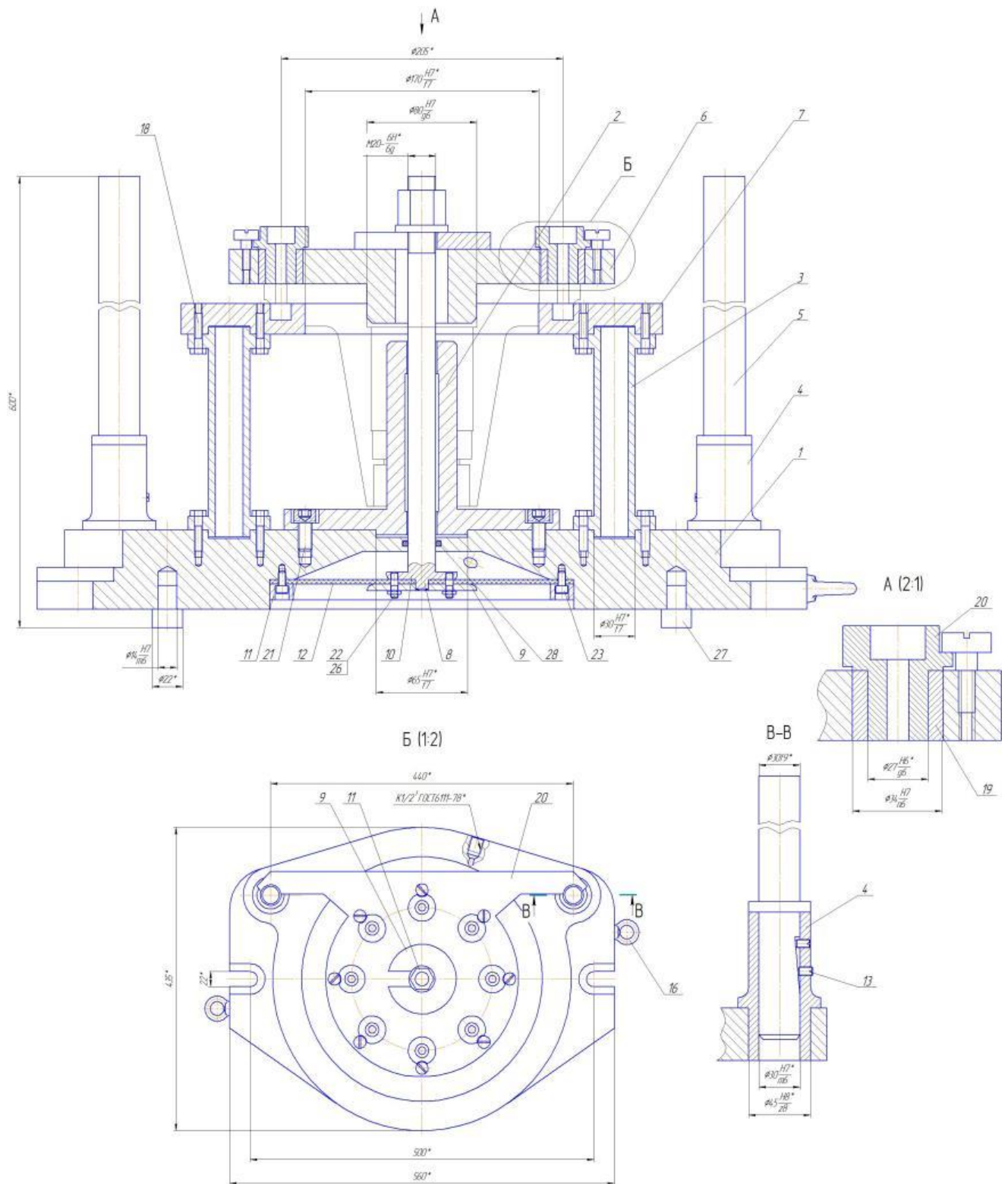


Рисунок 3.4 – Кондуктор

									Лист
									50
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата	15.03.05.2021.153.000 ПЗ				

Так как соединение зубчатого колеса с ведущим валом производим по шлицам, то внутренний диаметр шлицевого вала принимаем 42 мм

Диаметр D , в мм, направляющей хвостовой части рабочих осей принимаем в зависимости от диаметра сверления [10]:

$$\frac{D}{d} = 1,3$$

$$D = 1,3 \cdot 8 = 10,4$$

Принимаем $D = 12$.

Модуль ведомой шестерни рабочего шпинделя принимаем в зависимости от диаметра сверления [10]. Для диаметра 8 принимаем модуль $m = 2$.

Диаметр D_0 , в мм, делительной окружности зубчатого колеса рабочего шпинделя равен [10]:

$$D_0 = D + 2 \cdot e + 6,8 \cdot m = 12 + 2 \cdot 5 + 6,8 \cdot 2 = 47 \text{ мм},$$

где e – глубина шпоночного паза, $e = 5$;

m – модуль зацепления, $m = 2$.

Ширина зубчатого колеса B принимается равной восьми модулям. $B = 16$ мм.

Диаметр рабочего колеса из конструктивных соображений принимаем $D_0 = 50$ мм. Тогда число зубьев:

$$z = \frac{D_0}{m} = \frac{50}{2} = 25.$$

Найдем передаточное число i от ведущего вала головки к рабочим шпинделям по их числам оборотов:

$$i = \frac{564}{140} = 4,028$$

Отсюда диаметр делительной окружности D_{01} зубчатого колеса ведущего вала головки:

$$D_{01} = D_0 \cdot i = 66 \cdot 4,06 = 267,96$$

$$D_{01} = D_0 \cdot i = 50 \cdot 4 = 200.$$

Принимаем $D_{01} = 200$ мм.

$$z = \frac{D_{01}}{m} = \frac{200}{2} = 100.$$

Схема расположения зубчатых колес головки приведены в соответствии с рисунками 3.5.

					15.03.05.2021.153.000 ПЗ	Лист
						51
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		

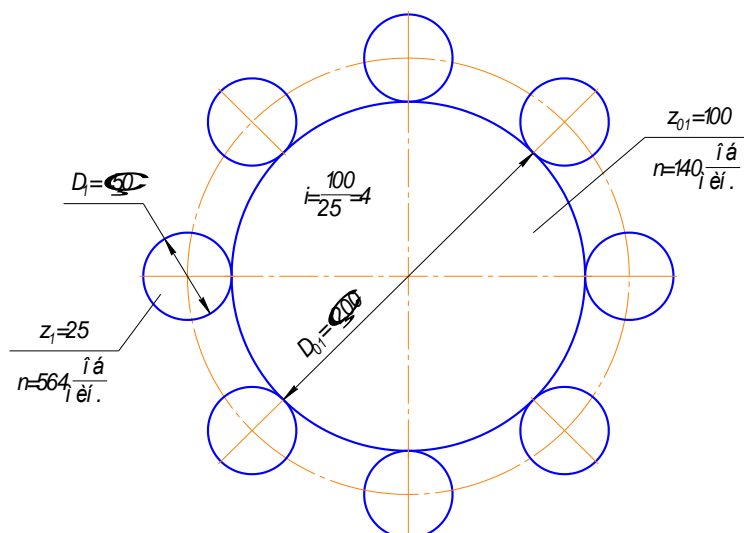


Рисунок 3.5 – Схема расположения зубчатых колес

3.2.1 Проверочный расчет зубчатых колес

Проверим прочность зубчатых колес по величине действующих контактных напряжений в поверхностном слое зубьев и напряжений изгиба у основания зубьев.

$$m_{\text{пов}} = \sqrt[3]{\frac{i+1}{i \cdot \psi} \cdot \left[\frac{180000}{z \cdot \sigma_k} \right]^2 \cdot \frac{N}{n} \cdot \frac{K}{K_v}} = \sqrt[3]{\frac{4+1}{4 \cdot 10} \cdot \left[\frac{180000}{25 \cdot 85} \right]^2 \cdot \frac{0,347}{560} \cdot \frac{1}{0,85}} = 1,12$$

$$m_{\text{изг}} = 10 \cdot \sqrt[3]{\frac{455}{z \cdot \psi \cdot y \cdot \sigma_k} \cdot \frac{N}{n} \cdot \frac{K}{K_v}} = \sqrt[3]{\frac{455}{33 \cdot 10 \cdot 0,102 \cdot 18} \cdot \frac{0,347}{560} \cdot \frac{1}{0,85}} = 1,21$$

где z – число зубьев колеса, $z = 33$;

i – передаточное отношение, $i = 4$;

ψ – отношение ширины колеса, $\psi = 10$;

σ_k – допускаемое контактное напряжение, $\sigma_k = 85 \text{ кГ/мм}^2$;

$K = K_n$ – коэффициенты долговечности по контактным и изгибающим напряжениям, $K = K_n = 1$;

y – коэффициент формы зуба, $y = 0,102$;

σ_n – допускаемое напряжение изгиба, $\sigma_n = 18$;

K_v – коэффициент скорости, $K_v = 0,85$.

Таким образом, выбранный модуль удовлетворяет по контактным напряжениям и напряжениям изгиба.

					15.03.05.2021.153.000 ПЗ	Лист
						52
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		

3.2.2 Выбор подшипников для ведущего вала

Принимаем подшипник 307 ГОСТ 8338. На центральном ведущем валу принимаем радиальные подшипники по диаметру посадочных поверхностей. Проверочный расчет для них не требуется, так как вал нагружен симметрично и нагрузки в опоре возникают только из-за неизбежной погрешности изготовления зубчатых колес.

На рабочих валах конструктивно принимаем подшипники 203 ГОСТ 8338.

Они также принимаются конструктивно, по диаметру посадочных поверхностей, со значительным запасом по статической и динамической грузоподъемности.

Осевые подшипники на рабочих шпинделях принимаем по грузоподъемности, которую сравниваем с усилием подачи.

3.2.3 Компоновка многошпиндельной головки для одновременного сверления восьми отверстий Ø11H12

Многошпиндельная головка колокольного типа приведена в соответствии с рисунком 3.6. Она состоит из корпуса 1, крышки с разрезной муфтой 2, рабочих шпинделей. В корпусе 1 устанавливаются на радиальных подшипниках центральный ведущий вал 4 и восемь рабочих валиков, установленных в шестернях 10. На нижнем основании корпуса крепится корпус нижний поз.30, в отверстиях которого собраны рабочие шпиндели. Головка крепится на шпинделе вертикально-сверлильного станка посредством разрезной муфты, выполненной в крышке 2. Крутящий момент передается от шпинделя станка на центральный вал через конический хвостовик. От центрального вала момент передается на рабочие валики через зубчатую передачу (передаточное отношение $i = 4$). С рабочих валов через шарнирные валы поз. 20, полумуфты и телескопические валики на рабочие шпиндели.

В рабочем шпинделе установлена настроечная втулка. Она служит для установки сверл по высоте и фиксируется двумя винтами. В корпусе 1 установлены масленки 29. Они служат для заполнения полости головки пластической смазкой методом шприцевания. Отверстия, выполненные в приливах корпуса 1 служат для совмещения головки с кондуктором.

3.3 Проектирование контрольного приспособления для замера радиального биения

3.3.1 Разработка схемы замера

На схеме измерения представленной в соответствии с рисунком 3.7 измерение биения производится при вращении детали в корпусе приспособления. При снятии замеров по данной схеме контроля измерительная головка показывает истинное значение контролируемого параметра.

					15.03.05.2021.153.000 ПЗ	Лист
						53
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		

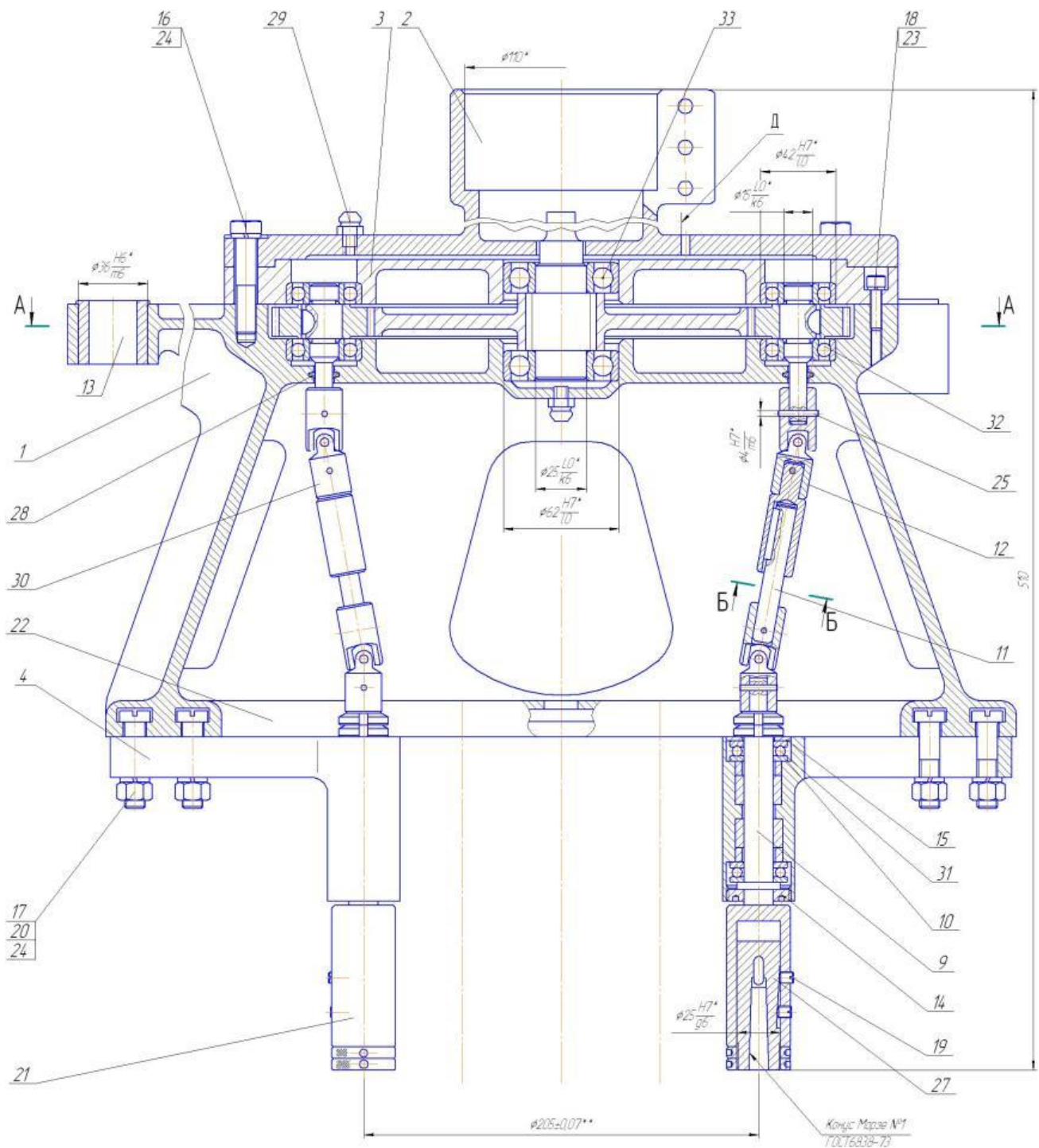


Рисунок 3.6 – Многошпиндельная головка для сверления 8-ми отверстий

									Лист
									54
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата					

15.03.05.2021.153.000 ПЗ

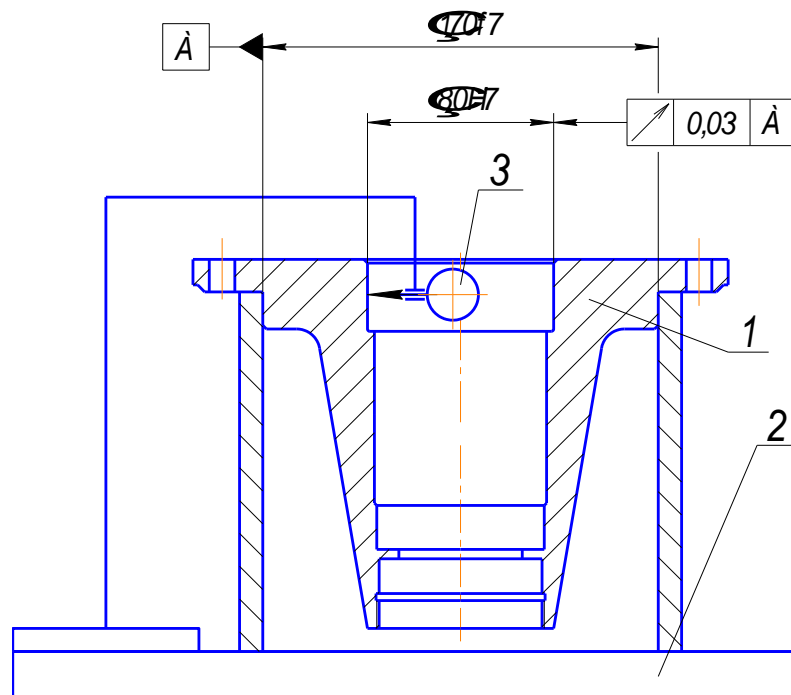


Рисунок 3.7 – Схема измерения

3.3.2 Компоновка приспособления

В соответствии с рисунком 3.8 представлено приспособление для контроля торцового и радиального биения.

Оно состоит из корпуса 10, штатива с измерительной головкой, оправки 2 с гидропластовой втулкой 5, упорного подшипника качения и направляющей втулки.

Контролируемая деталь устанавливается в оправку 2 по гидропластовой втулке и проверяется головкой часового типа. Такая схема с вертикальной осью вращения корпуса, когда вес воспринимается торцевым подшипником и небольшой направляющей в виде втулки способствует легкости вращения относительно тяжелых деталей. Планшайба торцом лежит на шариках поз.16 охватываемых сепаратором из кольца наружного поз.7 и внутреннего поз.9. Они находятся в канавке каленого стального кольца поз.3.

В данной конструкции осевые зазоры минимальны и гайка поз.15 служит лишь для защиты от выпадения корпуса из втулки. Поэтому зазор между торцами втулки и гайки может быть большим, как не имеющий значения.

При установке контролируемой детали в приспособление ее зажим осуществляется тремя винтами поз.11, которые при ввинчивании создают давление гидропласта в полости тонкостенной втулки поз.5, от чего она равномерно разжимается и фиксирует деталь. Штатив с индикатором поворачивается в сторону при его поднятии вверх. В рабочем положении он зафиксирован от действия пружины установленной на нем снизу, опирающейся в его направляющую

									Лист
									55
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата	15.03.05.2021.153.000 ПЗ				

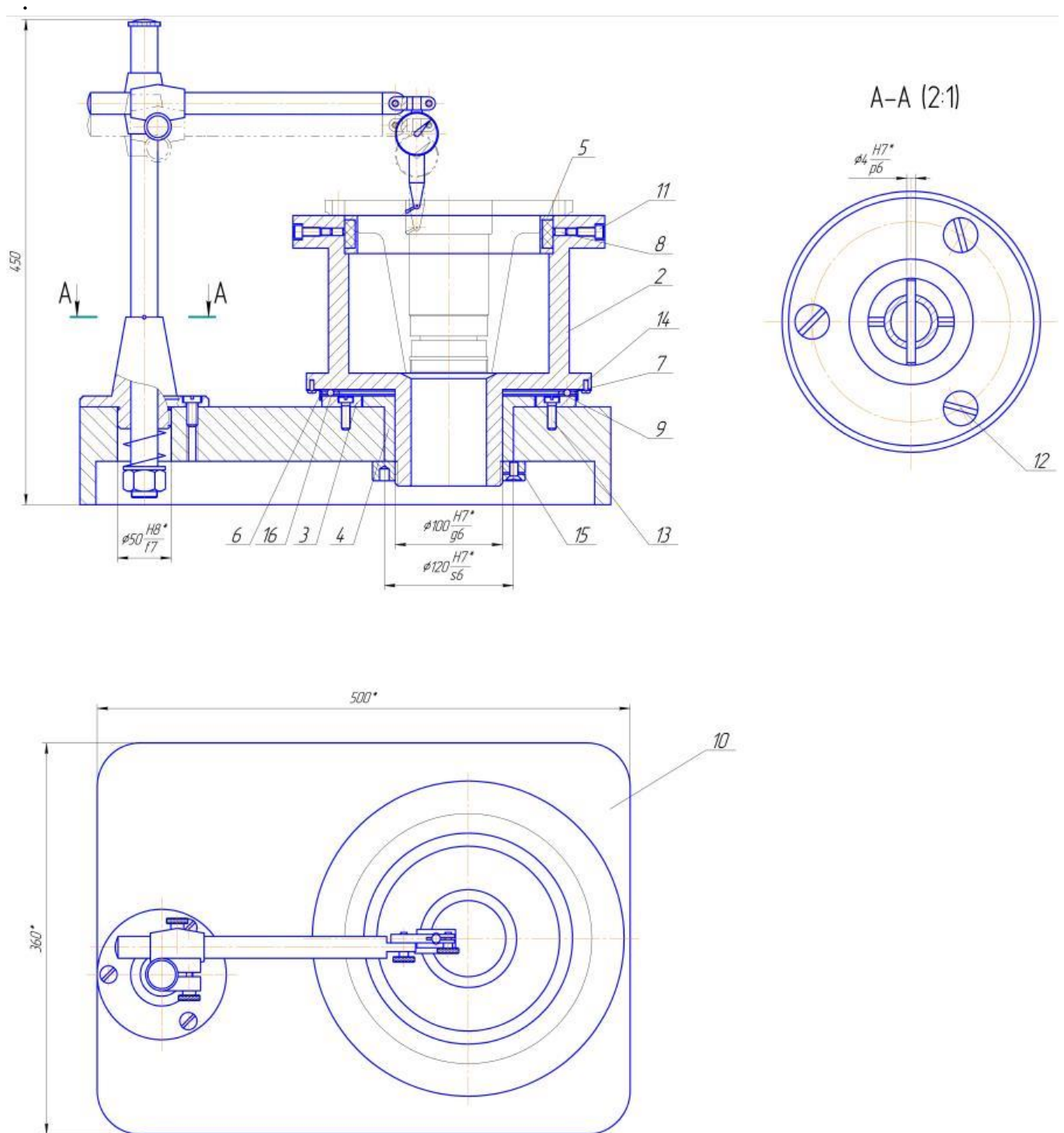


Рисунок 3.8 – Приспособление для контроля радиального биения

					15.03.05.2021.153.000 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		56

3.3.3 Расчет приспособления на точность

Погрешность измерения поверхности вращения определяется из следующих составляющих [11]:

1) погрешность от торцевого биения фланца направляющей втулки $\Delta_1 = 0,01$ мм.

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

3) погрешность приспособления от зазора между подшипником трения и цапфой корпуса $0,004 \dots 0,007$ мм, принимаем $0,005$ мм

4) предельная суммарная погрешность измерения биения торца детали относительно базового диаметра

$$\Sigma_{\text{сум}} = \frac{1}{2} \sqrt{\Delta_1^2 + \Delta_2^2 + \Delta_3^2} \text{ мм,}$$

$$\Sigma_{\text{сум}} = \frac{1}{2} \cdot \sqrt{0,01^2 + 0,0015^2 + 0,004^2} = 0,0055 \text{ мм.}$$

Зная величину предельно допустимого замера детали, можно определить величину относительной погрешности:

$$\Delta_{\text{отн}} = \frac{0,0055}{0,03} = 0,18 \cdot 100\% = 18\%.$$

					15.03.05.2021.153.000 ПЗ	Лист
						57
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		

4 Планировка участка

Исходные данные для расчёта приведены в таблице 4.1.

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	NEF 600	10,1	1,8	13,5	23	5
010	Токарная с ЧПУ	NEF 600	6,2	1,75	9,6	23	5
015	Токарная с ЧПУ	NEF 600	4,7	1,8	6,78	23	5
020	Токарная с ЧПУ	NEF 600	4,4	1,9	6,7	23	5
025	Токарная с ЧПУ	NEF 600	10,8	1,8	13,1	23	5
030	Токарная с ЧПУ	NEF 600	3,2	1,9	5,7	23	5
035	Сверлильная	2Г175	0,68	2,64	3,44	30	4
040	Сверлильная	2Н125	1,2	2,6	4,2	30	4
045	Слесарная	Верстак	2,4	0,5	3,1	7	3

Принимаем среднесерийное производство.

Тип производства – среднесерийное.

Программа выпуска деталей $N_{\text{год}} = 2000$ шт/год

Годовой приведённый выпуск деталей $N_{\text{пр}} = 16000$ шт.

4.1 Выбор и определение количества оборудования

Расчет числа станков, необходимых для выполнения каждой операции, определяется по формуле [12]

$$C'_p = \frac{t_{\text{шт}}}{\tau}$$

где $t_{\text{шт}}$ – штучное время выполнения операции, мин.

По формуле [12] определяем такт выпуска деталей

$$\tau = \Phi_{\text{эф}} \cdot \frac{60}{N}$$

где $\Phi_{\text{эф}}$ – эффективный годовой фонд времени работы оборудования, ч.

N – годовая программа выпуска, шт.

Принимаем режим работы в первую смену для которой рекомендуемый эффективный годовой фонд времени работы оборудования $\Phi_{\text{эф}} = 2000$ часов.

По заданию программа выпуска $N = 16000$ шт.

Такт выпуска составит

$$\tau = 2000 \cdot \frac{60}{16000} = 8 \text{ мин}$$

Количество оборудования для операции 005 токарная с ЧПУ

$$C'_P = \frac{13,5}{8} = 1,68$$

С учетом коэффициента использования оборудования $K_{и} = 0,85$ количества оборудования составит

$$C_P = \frac{C'_P}{K_{и}}$$

$$C_P = \frac{1,68}{0,85} = 1,97$$

Принимаем количество станков для данной операции $C_{п} = 2$.

Определим коэффициент загрузки станка

$$K_3 = \frac{C_P}{C_{п}}$$

$$K_3 = \frac{1,97}{2} = 0,98$$

Остальные расчеты сводим в таблицу 4.2

Таблица 4.2 – Количество потребного оборудования

Номер операции	Модель станка	$N_{пр}$ шт.	$\Phi_{эф}$ ч.	$T_{шт}$ мин	C_P шт.	$C_{п}$ шт.	K_3
005	NEF 600	16000	2000	13,5	1,68	2	0,98
010	NEF 600			9,6	1,41	2	0,7
015	NEF 600			6,78	0,99	1	0,99
020	NEF 600			6,7	0,98	1	0,98
025	NEF 600			13,1	1,92	2	0,96
030	NEF 600			5,7	0,84	1	0,84
035	2Г175			3,44	0,5	1	0,5
040	2Н125			4,2	0,62	1	0,62
045	Верстак			3,1	0,46	1	0,46
Итого:					8,94	11	6,57

$$K_{3,ср} = \frac{\sum C_P}{\sum C_{п}}$$

$$K_{з.ср} = \frac{8,94}{11} = 0,81$$

По расчётам на участке получилось количество принятых станков 11 штук. В соответствии с рисунком 4.1 выполнен график загрузки этих станков.

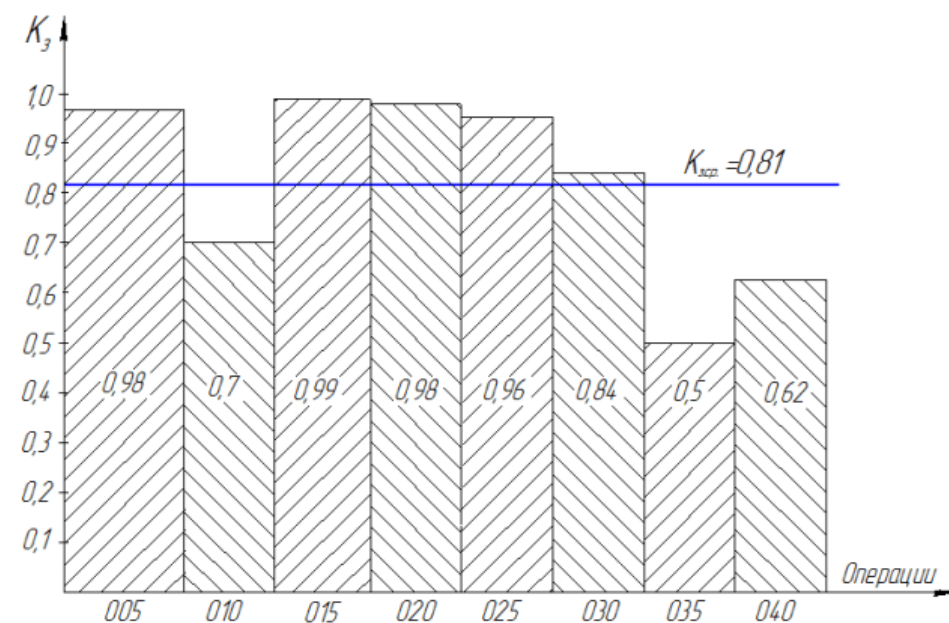


Рисунок 4.1 – График загрузки оборудования

4.1.1 Определение необходимого состава работающих и их численности

4.1.1.1 Определение количества производственных рабочих

Число производственных рабочих на каждой операции определяется в зависимости от количества станков и коэффициента многостаночности.

$$R_{ст} = \frac{C_{п}}{K_{мо}} \cdot m_c \cdot (1 + K_s),$$

где m_c – число смен, $m_c = 1$;

$K_{мо}$ – коэффициент многостаночного обслуживания;

$C_{п}$ – принятое количество станков;

K_s – коэффициент, зависящий от среднего числа станочников, находящихся в отпуске или не работающих по причине временной нетрудоспособности и др., $K_s = (0,12 \dots 0,20)$.

Принимаем $K_s = 0,15$.

Значение коэффициента многостаночного обслуживания определяем по формуле

$$K_{MO} = \frac{T_{MA} + T_{BH}}{T_{BH} + T_{BП} + T_{П}}$$

где T_{MA} – машинное автоматическое время;

T_{BH} – вспомогательное время;

$T_{П}$ – время связанное с переходом от одного станка к другому, $T_{П}=0,2$ мин.

Количество производственных рабочих для операции 005

$$K_{MO} = \frac{10,1 + 1,8}{1,8 + 0,2} = 5,95$$

Принимаем $K_{MO}=6$.

$$R_{CT} = \frac{2}{6} \cdot 1 \cdot (1 + 0,15) = 0,38$$

Принимаем $R_{CT} = 1$.

Остальные расчеты сводим в таблицу 4.3

Таблица 4.3 – Количество производственных рабочих

Номер операции	Модель станка	$N_{пр}$ шт.	$C_{П}$ шт.	K_{MO}	R_{CT} расч.	R_{CT}
005	NEF 600	16000	2	6	0,38	1
010	NEF 600		2	4	0,57	1
015	NEF 600		1	4	0,29	1
020	NEF 600		1	3	0,38	1
025	NEF 600		2	6	0,38	1
030	NEF 600		1	3	0,33	1
035	2Г175		1	1	1	1
040	2Н125		1	2	0,87	1
045	Верстак		1	4	0,29	1
Итого:						8

Итого количество производственных рабочих составляет 8 человек.

4.1.1.2 Определение количества вспомогательных рабочих

Количество вспомогательных рабочих составляет 20–25% от количества станочников, независимо от типа производства и без указания профессий.

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

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

где R_c – количество рабочих станочников, $R_c = 8$ чел.

4.1.1.3 Определение количества инженерно - технических работников

К инженерно - техническим работникам предприятия относятся начальники цехов, заместители начальников, старшие и сменные мастера, технологи, механики, специалисты по вычислительной технике и системам управления и т.д. Количество ИТР определяется по [12]

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

$$R_{\text{итр}} = \frac{8 \cdot 21\%}{100\%} = 2 \text{ чел.}$$

4.1.1.4 Определение количества служащих

Работники цеховой бухгалтерии, учетчики, табельщики, распреды, секретари относятся к служащим, количество которых определяется по [12]

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

$$R_{\text{сл}} = \frac{8 \cdot 1,7\%}{100\%} \approx 1 \text{ чел.}$$

4.1.1.5 Определение количества работников технического контроля

Количество работников технического контроля определяются отдельно по нормам [12], так как не входят состав цеховых работников.

Находим количество контролёров R_k

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

$$R_k = \frac{8 \cdot 9\%}{100\%} \approx 1 \text{ чел.}$$

					15.03.05.2021.153.000 ПЗ	Лист
						62
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		

Находим количество мастеров контрольных $R_{км}$

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

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

4.1.2 Определение площади складов

Размеры площади складов определяем по [12], в зависимости от количества запасов заготовок, деталей, полуфабрикатов. При этом учитывается грузонапряжённость пола самих складов

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

где Q_0 – суммарный черновой вес материалов или заготовок, которые механически обрабатываются в течение года, масса заготовок $Q_0 = 230\text{т}$; вес деталей $Q_0 = 165\text{т}$;

$a_{ср}$ – среднее количество дней, на которое нужно принять запас (для бесперебойной работы станков необходимо чтобы запас материалов и заготовок был небольшой), $a_{ср} = 6$ дней [12];

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

$g_{ср}$ – нагрузка на площадь цеха среднедопустимая, $\text{т}/\text{м}^2$ (выбирается $2 \dots 3 \text{ т}/\text{м}^2$);

$K_{и}$ – коэффициент определяющий использование площади склада, или соотношение используемой площади склада к его общей площади, учитывающей проходы и проезды. $K_{и} = 0,25 \dots 0,3$ принимается при напольном транспорте; $K_{и} = 0,35 \dots 0,4$ при использовании мостовых и подвесных кранах или штабелерах.

$$S_з = \frac{230 \cdot 6}{250 \cdot 0,7 \cdot 0,4} = \frac{1380}{70} = 19,7 \text{ м}^2$$

$$S_д = \frac{165 \cdot 6}{250 \cdot 0,7 \cdot 0,4} = \frac{990}{70} = 14,1 \text{ м}^2$$

4.1.3 Выбор типа транспортных и грузоподъемных средств и определение их количества

					15.03.05.2021.153.000 ПЗ	Лист
						63
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		

При выборе цехового транспорта учитывается характер продукции, её вес и размер; тип производства, организация его работы, а так же назначение транспорта по [12]. Внутри цехов применяются машины с электроприводом, а на открытых площадках транспорт с двигателями внутреннего сгорания.

Для нашего разрабатываемого участка в качестве передвижного транспорта внутри цеха будем использовать электротележку. Её грузоподъёмность находится в пределах от 0,5 до 5т. Также для транспортировки внутри цеха и складов примем мостовой однобалочный кран грузоподъёмностью до 5 тонн.

4.1.4 Расчет необходимого количества подъемно - транспортного оборудования

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

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

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

где Q – вес деталей, транспортируемых в год, Q = 105 т;

i – среднее количество транспортных операций на одну деталь;

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

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

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

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

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

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

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

$$K_T = \frac{165 \cdot 6}{0,75 \cdot 60 \cdot 2070 \cdot 2 \cdot 0,97} \left(\frac{40}{150} + 10 + 10 \right) = 0,5 \text{ шт.}$$

Принимаем K_{T пр.} = 1 шт.

					15.03.05.2021.153.000 ПЗ	Лист
						64
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		

Количество мостовых кранов для механических цехов

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

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

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

$$D = \frac{16000 \cdot 10,2}{510} = 320 \text{ шт}$$

где G_1 – вес одной детали, $G_1=10,2$;

G_k – вес контейнера с деталями, $G_k=320$;

m – количество рабочих смен в сутки;

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

i – количество крановых операций на один перевезённый груз;

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

V_{cp} – средняя скорость движения крана;

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

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

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

$$K = \frac{320 \cdot 5}{240 \cdot 2} \cdot \frac{\left(\frac{40}{150} + 5 + 5 \right)}{480 \cdot 0,85} = 0,1$$

Принимаем 1 кран.

В соответствии с рисунком 4.2 представлен мостовой кран.

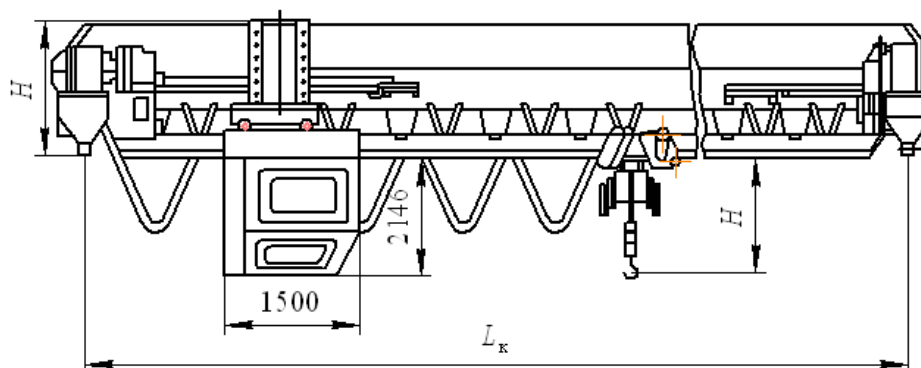


Рисунок 4.2 – Кран мостовой

					15.03.05.2021.153.000 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		65

4.1.5 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.

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. Наиболее эффективно применение стружечного конвейера расположенного под полом, магистраль которого вынесена за пределы рабочих мест. Выбираю скребково-штанговую конструкцию, когда на штанге шарнирно закреплены скребки, сдвигающие стружку при движении штанги. В соответствии с рисунком 4.3 представлена секция скребково-штангового конвейера.

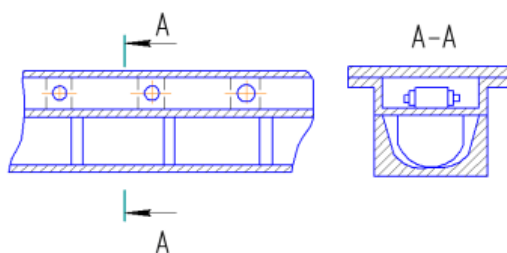


Рисунок 4.3 – Секция скребково-штангового конвейера

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

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

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

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

где $C_{пр}$ – принятое число станков данного типоразмера, $C_{пр}=11$ шт;

$f_{уд}$ – удельная производственная площадь, приходящаяся на 1 станок данного типоразмера, $f_{уд}=15$ м².

$$F_{ст} = \sum 11 \cdot 15 = 165 \text{ м}^2.$$

Рассчитываем массу стружки.

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

					15.03.05.2021.153.000 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		66

где $m_{ДЕТ}^Б = 10,2$ кг – масса детали;

$m_{ЗАГ}^Б = 13,4$ кг – масса заготовки для детали.

$$m_{СТР} = \frac{(13,4 - 10,2) \cdot 16000}{1000} = 51,2 \text{ т.}$$

$$\frac{m_{СТР}}{S_{уд}} = \frac{51,2}{165} = 0,31 \text{ т/м}^2.$$

Так как $\frac{m_{СТР}}{S_{уд}} > 0,3 \text{ т/м}^2$, то назначаем уборку стружки комбинированную.

4.1.6 Планировка участка, определение его основных размеров

Планировка цеха – это план по которому располагается цеховое оборудование, электротележки, мостовой кран, рабочее место станочника, проезды и проходы.

При её разработке учитываются следующие основные требования;

1) оборудование располагается по форме принятой организацией;
 2) при расположении оборудования должны соблюдаться удобства проходов и проездов. Возможность ремонта оборудования при эксплуатации, вывоз стружки;

3) в планировке должно быть предусмотрено применение подъемно-транспортного оборудование и короткие пути перемещения деталей и заготовок.

В таблице 4.4 представлены основные расстояния между станками, стенами и колоннами, предусмотренные нормативами.

Таблица 4.4 – 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	тыльной или боковой стороны станка (е)	800	900	

здания до	фронта станка (ж)	1500	2000
-----------	-------------------	------	------

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

Планировка участка представлена в соответствии с рисунком 4.4

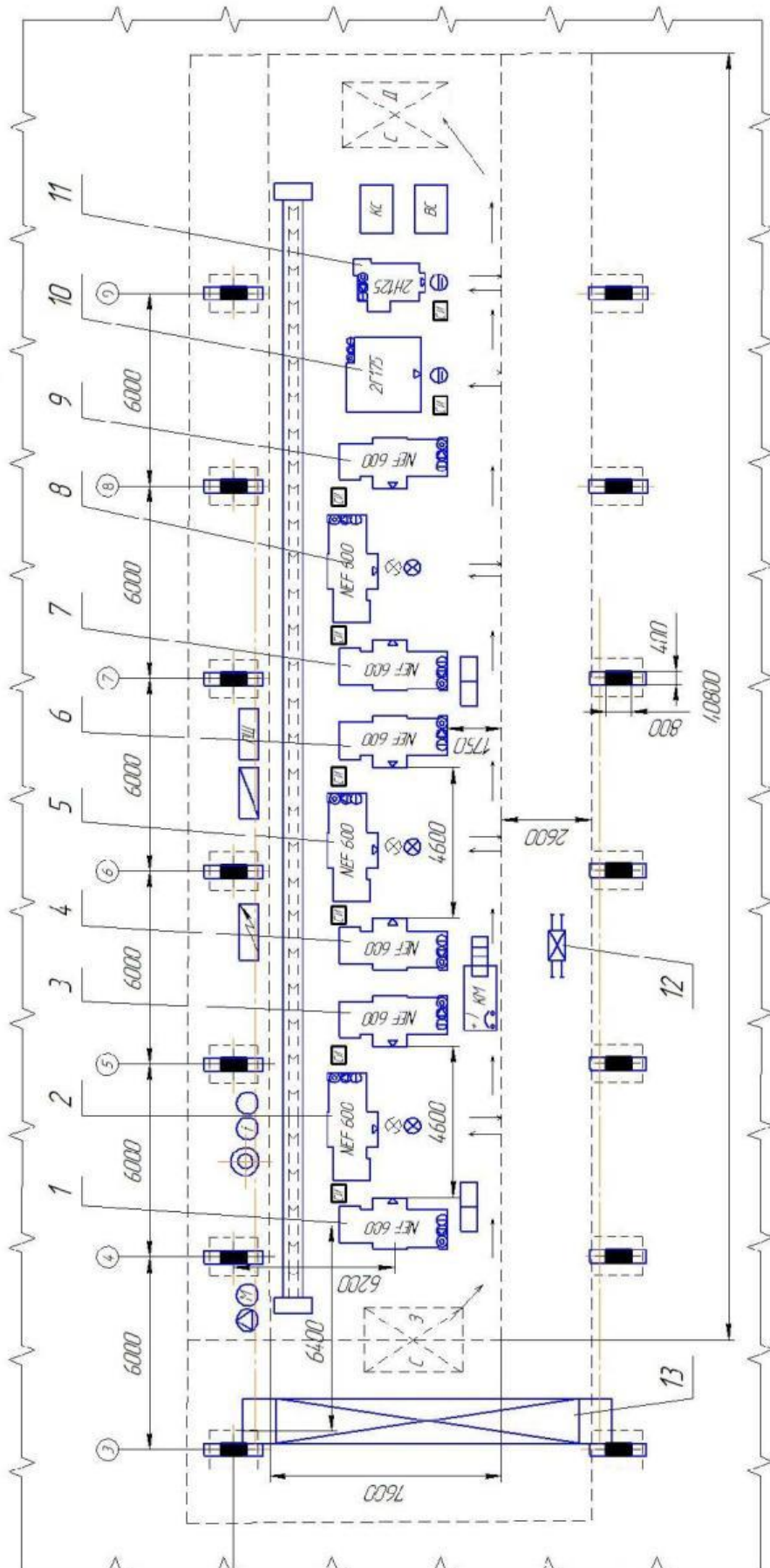


Рисунок 4.4 – Планировка участка

Минимальная высота пролёта определяется по высоте до головки подкранового рельса. Основные размеры пролёта здания приведены в соответствии с рисунком 4.5.

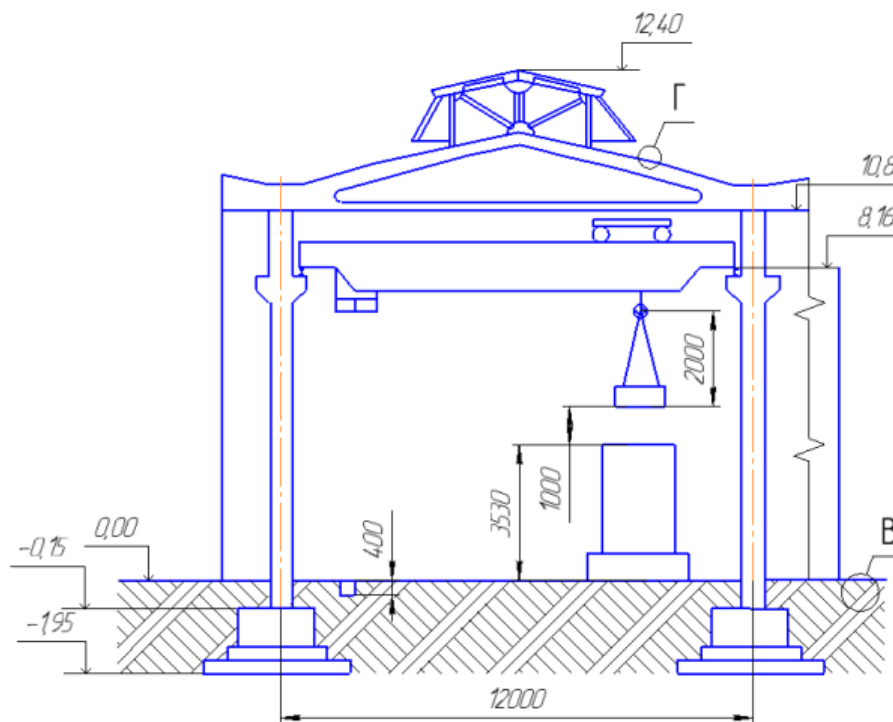


Рисунок 4.5 – Основные размеры пролёта здания

Высота до головки подкранового рельса (м) рассчитывается по формуле [12]

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

где h_1 – максимальная высота оборудования, $h_1=3,53$ 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 2Г175 высотой 3,53 м.

$$H_K = 3,53 + 1 + 2 + 0,9 = 7,43 \text{ м.}$$

						Лист
						69
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		

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

Колонны здания железобетонные серии КЭ-01-49 с консолями прямоугольного сечения 400×800 мм, приведены в соответствии с рисунком 4.6

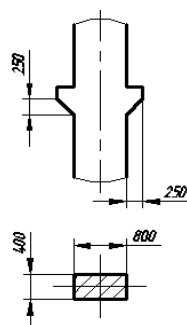


Рисунок 4.6 – Колонны средних пролётов серии КЭ-01-49

Торцовые колонны здания смещены внутрь относительно разбивочной оси на 500 мм. Это необходимо для того, чтобы пропустить колонны фахверка. Фундаменты под колонны представляют собой отдельно стоящие железобетонные ступенчатые конструкции, на которые устанавливаются также железобетонные фундаментные балки под стены.

Верхняя плоскость фундамента располагается на 150 мм ниже уровня пола, подошва фундамента – на 1,95 м. Размеры фундаментов назначаются в зависимости от серии и сечения колонны и приведены в соответствии с рисунком 4.7

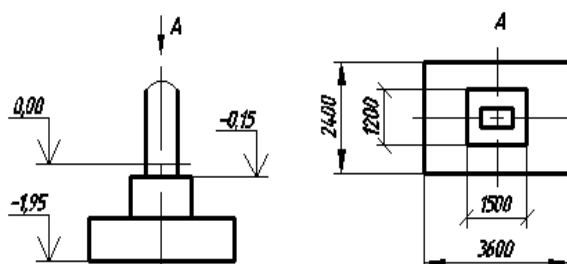


Рисунок 4.7 – Фундамент под колонны

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 4.8

					15.03.05.2021.153.000 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		70

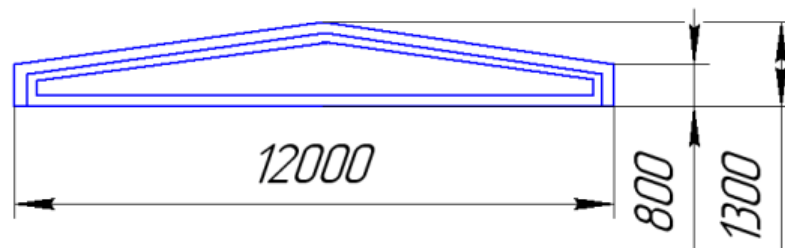


Рисунок 4.8 – Железобетонная ферма серии 1.462-3

В соответствии с рисунком 4.9 представлена конструкция кровли.

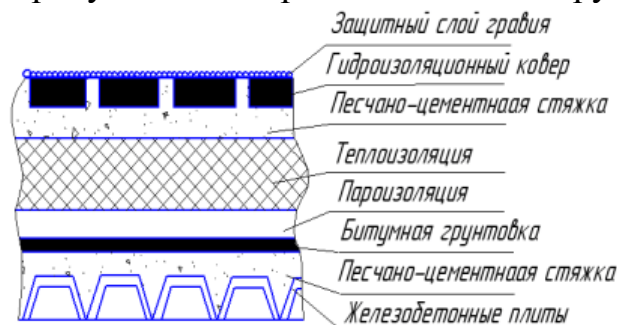


Рисунок 4.9 – Конструкция кровли

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 пергаменты по битумной грунтовке. Затем укладывается утеплитель, представляющий собой плиты из пенобетона.

Чтобы создать достаточно жёсткое и ровное основание для гидроизоляционного ковра, на поверхность теплоизоляционного покрытия накладывают стяжку из 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 4.10, включающую трамбованный грунт, надёжную бетонную

									Лист
									71
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата	15.03.05.2021.153.000 ПЗ				

подготовку толщиной 200...300 мм, песчано-цементную стяжку для выравнивания, слой гидроизоляции, а также покрытие пола из бетона.

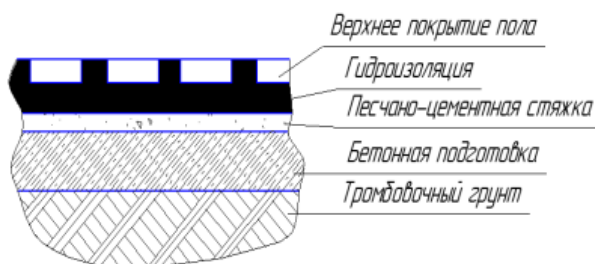


Рисунок 4.10 – Конструкция пола

4.2 Описание мероприятий по охране труда

4.2.1 Идентификация опасных и вредных производственных факторов на проектируемом участке

В данной выпускной квалификационной работе спроектирован участок механической обработки детали «Корпус».

В процессе работы на котором возникает ряд опасных и вредных факторов, которые оказывают отрицательное воздействие на здоровье человека.

4.2.1.1 Повышенный уровень шума на рабочем месте

Работающее оборудование является источником шума. Шум – это сочетание звуков различной частоты и интенсивности, оказывающих негативное воздействие на организм человека, он создает помехи, которые влекут за собой несчастные случаи.

Главными источниками шума в станках: в зубчатых передачах возникают динамические нагрузки из-за определенных погрешностей при 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. Так же источниками шума могут быть шлицевые соединения, муфты кулачковые, гидравлические системы, электродвигатели.

Кроме того, шум может возникнуть по причине дисбаланса вращающихся масс, при прогибании валов, при смещении валов относительно друг друга, при износе зубчатых колес.

Несоблюдение правил технологической дисциплины во время обработки детали и их последующей сборки может привести к повышенному уровню шума.

Шум на рабочем месте пагубно влияет на нервную систему работающего:

- притупляется внимание;
- происходит замедленная скорость психических реакций;
- производительность труда снижается;

						Лист
					15.03.05.2021.153.000 ПЗ	72
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		

– качество работы ухудшается.

Повышенный шум вредно сказывается на здоровье и работоспособность людей. Человек, работающий с шумом, привыкает к нему, но продолжительное и повышенное его воздействие провоцирует утомляемость всего организма, нарушение слуха, а в тяжёлых случаях и глухота, нарушение процесса пищеварения, изменения объема внутренних органов.

Нормируемые параметры шума на рабочих местах определены [13]. В них установлены допустимые уровни звукового давления в активных полосах частот, уровни звука и эквивалентные уровни звука.

4.2.1.2 Повышенная напряженность электрического поля

На разработанном участке находится электрооборудование, которое является потенциальным источником опасности [14].

Вводные коробки, электрооборудование, приборы и электропровода для освещения так же являются источниками электрической опасности.

Цеховое напряжение промышленное 380/220 В трехфазная четырехпроводная сеть с глухозаземленной нейтралью. В этих сетях нейтрали генераторов и трансформаторов присоединены к заземляющим устройствам непосредственно. Четвертый провод сети присоединен к заземленной нейтрали, поэтому он называется нулевым.

Существуют случаи прикосновения к токоведущим частям: когда человек касается одновременно двух проводов (двухфазное или двухполюсное прикосновение) и когда касается лишь одного провода (однофазное или однополюсное прикосновение).

При двухфазном прикосновении человек под наибольшим (линейным) напряжением сети. Такое прикосновение весьма опасно и не зависит от режима нейтрали. Опасность поражения не уменьшается и в том случае, если человек надежно изолирован от земли. Случаи двухфазного прикосновения характерны для установок до 1000В. Однофазное прикосновение менее опасно, поскольку напряжение, под которым оказывается человек, меньше линейного в 1,73 раза. При аварийном режиме, когда одна из фаз сети замкнута на землю через небольшое сопротивление, напряжение, под которым окажется человек, прикоснувшийся к неповрежденной фазе, всегда будет меньше линейного, но больше фазного.

Таким образом, прикосновение человека к фазному проводу сети с глухозаземленной нейтралью в аварийный период более опасно, чем при нормальном режиме. Состояние окружающей воздушной среды, а также окружающая обстановка могут усиливать или ослаблять опасность поражения током.

На данном участке есть пыль и пары, которые являются токопроводителями. Они разрушают и снижают сопротивление изоляции электроустановок. Так же они создают опасность во время перехода напряжения

					15.03.05.2021.153.000 ПЗ	Лист
						73
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		

на корпуса и станины станков и другие металлические нетоковедущие части до которых дотрагивается человек.

Воздействие тока на человека усугубляется также наличием токопроводящих полов и близко расположенных заземленных предметов, так как одновременное прикосновение человека к этим предметам и корпусу электрооборудования, случайно оказавшемуся под напряжением, или непосредственно к токоведущей части, находящейся под напряжением, будет сопровождаться прохождением через человека большого тока. Поэтому относим цех механической обработки к категории помещения с повышенной опасностью, ввиду присутствия токопроводящей металлической пыли, с железобетонными полами.

Разрушение в тканях и органах так же обусловлено облучением электромагнитным полем большой интенсивности. Его длительное воздействие при небольшой интенсивности приводит к различным нервным и сердечно-сосудистым расстройствам (головной боли, утомляемости, нарушению сна, боли в области сердца).

4.2.2 Меры по снижению воздействия опасных и вредных производственных факторов

Чтобы снизить шум в металлорежущих станках необходимо применять подшипники высокого качества, а также использовать электродвигатели и зубчатые передачи с малым шумом. При изготовлении узлов станка и их сборке необходимо выполнять все правила технологической дисциплины. Нужно рационально использовать конструкции режущих инструментов и приспособлений и обеспечивать жёсткое их крепление.

Применение звукоизолирующих и звукопоглощающих экранов и кожухов способствует снижению шума на пути его распространения [14]. Легкие и пористые материалы, такие как минеральный войлок, поролон и стекловата обладают хорошими звукопоглощающими свойствами. Ушные вкладыши, наушники и шлемофоны относятся к средствам индивидуальной защиты.

При работах связанных с повышенным уровнем шума необходимо использовать:

- конструкции для ограждения, которые способны обеспечить необходимую звукоизоляцию от внешних и внутренних источников шума;
- материалы и конструкции, которые обеспечивают звукопоглощение;
- конструкции, которые обеспечивают звукоотражение и звукорассеивание;
- в системах принудительной вентиляции и кондиционирования воздуха глушители шума.

Для обеспечения защиты от случайных прикосновений к токоведущим частям необходимо принять следующие способы и средства: защитное ограждение; изоляция токоведущих частей; защитное отключение; блокировка; знаки безопасности.

					15.03.05.2021.153.000 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		74

Всегда необходимо применять защитное заземление, зануление и защитное отключение. Проводить проверку изоляции нетоковедущих частей. Так как при повреждении изоляции при случайном соприкосновении может произойти повреждение электрическим током.

Все корпуса, станины, электродвигатели, а так же другие металлическими части станка необходимо оборудовать заземляющими устройствами. Это обезопасит человека когда они будут находиться под напряжением свыше 42В.

Заключение

В данной выпускной квалификационной работе разработан технологический процесс механической обработки детали «Корпус». Произведен размерный анализ, с помощью которого определены размеры заготовки наиболее близкие к размерам самой детали. Благодаря этому сократились припуски на обработку. Спроектировано кондуктор, специальный режущий инструмент к нему, что позволило сократить время обработки на каждой операции, в следствии чего уменьшилось число технологического оборудования и количество производственных рабочих. Также разработано контрольное приспособление для замера радиального биения, что позволило достигнуть более точных результатов замеров. Разработана планировка участка. Оборудование на участке располагается по ходу технологического процесса. Выявлены опасные и вредные производственные факторы на проектируемом участке. Определены меры по снижению воздействия опасных и вредных производственных факторов.

Таким образом, цель работы достигнута, задачи решены.

					15.03.05.2021.153.000 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		75

Библиография

1 ГОСТ 3.1105-86 ЕСТД. Форма и правила оформления документов общего назначения. – М.: Изд – во стандартов, 1992. – 21 с.

2 ГОСТ 3.1404-2003 ЕСТД. Форма и правила оформления документов на технологические процессы и операции обработки резанием. – М.: ИПК Изд – во стандартов, 2000. – 59 с.

3 ГОСТ 3.1502-85 ЕСТД. Форма и правила оформления документов на технический контроль. – М.: Изд – во стандартов, 1986. – 13 с.

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

5 [https:// itmstanki. com](https://itmstanki.com)

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

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

8 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.

9 Белоусов, А.П., Проектирование станочных приспособлений: Учебное пособие /Под ред. Якушина И.Е., – М.: Высш. школа, 1980. – 240с.

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

11 Соломенцев, Ю.М. Проектирование технологической оснастки машиностроительного производства: Учеб. пособие для машиностроит. спец. вузов/ Ю.М.Соломенцев. – М.: Высшая школа, 1999, – 415 с.

12 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.

					15.03.05.2021.153.000 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		76

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

14 Кукин, П.П. Безопасность жизнедеятельности. Безопасность технологических процессов и производств: учебное пособие для вузов/ П.П. Кукин, В.Л. Лапин, Н.Л. Пономарёв. – 2-е изд. М.: Высш. школа, 2002. – 319с.

					15.03.05.2021.153.000 ПЗ	Лист
						77
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		