

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

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

Участок механической обработки детали «Диск нажимной 605.09.84.477»

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ
ЮУрГУ–15.03.05.2017.002.000 ПЗ ВКР

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

Руководитель работы,
доцент
_____ А.В. Иршин
_____ 2017 г.

Автор работы
студент группы ДО-484
_____ А.Д. Деневизюк
_____ 2017 г.

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

Челябинск 2017

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	7
1 АНАЛИЗ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ.....	8
1.1 Описание узла изделия. Служебное назначение детали	
1.2 Анализ соответствия требований чертежа детали её назначения.....	9
1.3 Сравнение отечественных и передовых зарубежных технологий и решений.....	10
1.4 Задачи проектирования.....	12
2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ.....	13
2.1 Анализ технологичности детали и существующего технологического процесса	
2.2 Разработка предлагаемого варианта технологического процесса	14
2.2. 1 Выбор вида и метода получения заготовки	
2.2.2 Определение последовательности обработки поверхностей	
2.2.3 Выбор методов и определение количества переходов для обработки поверхностей детали.....	15
2.2.4 Формирование операций	16
2.3 Размерный анализ разработанного технологического процесса.....	17
2.4 Расчёт режимов резания и нормирование технологического процесса.....	34
3 КОНСТРУКТОРСКИЙ РАЗДЕЛ.....	41
3.1 Проектирование сверлильного приспособления	
3.1.1 Разработка теоретической схемы базирования	
3.1.2 Проектирование схемы приспособления	
3.1.3 Расчёт элементов приспособления.....	42
3.1.4 Компоновка приспособления.....	45
3.2 Проектирование хонинговальной головки	
3.2.1 Характеристика хонингования	
3.2.2 Обоснование выбора брусков для хонингования.....	47
3.2.3 Выбор конструкции хонинговальной головки и компоновка	48
3.3 Проектирование контрольного приспособления для замера торцового и радиального биения.....	50
3.3.1 Разработка схемы замера	
3.3.2 Разработка схемы приспособления	
3.3.3 Расчёт элементов приспособления.....	51
3.3.4 Компоновка приспособления.....	53
3.3.5 Расчёт приспособления на точность.....	55
4 СТРОИТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ.....	57
4.1 Выбор и определение количества оборудования	
4.2 Определение необходимого состава работающих и их численности.....	58
4.2.1 Многостаночное обслуживание	
4.2.2 Определение количества вспомогательных рабочих.....	59
4.2.3 Определение количества инженерно – технических работников	

						15.03.05.2017.002.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата			5

4.2.4	Определение количества служащих	
4.2.5	Определение количества работников технического контроля.....	60
4.3	Определение площади складов	
4.4	Выбор типа транспортных и грузоподъёмных средств и определение их количества.....	61
4.5	Расчёт потребного количества подъёмно – транспортного оборудования	
4.6	Выбор способа транспортирования стружки.....	63
4.7	Планировка участка, определение его основных размеров.....	65
5	БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....	70
5.1	Обеспечение пожарной и взрывопожарной безопасности на производственном участке	
5.2	Определение показателей тяжести и напряжённости трудового процесса.....	75
5.3	Мероприятия по защите от опасных гидрологических явлений.....	78
6	ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ.....	81
6.1	Расчёт себестоимости механической обработки детали	
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	86
	БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	87

					15.03.05.2017.002.000 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		6

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы

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

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

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

Задачами проектирования являются: разработка технологического процесса, проектирование сверлильного приспособления, хонинговальная головка, приспособления для контроля торцового и радиального биения, определение снижение себестоимости

Объект работы – создание участка обработки деталь «Диск нажимной».

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

					15.03.05.2017.002.000 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		7

1 АНАЛИЗ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ

1.1 Описание узла изделия. Служебное назначение детали

Данная деталь, изображённая в соответствии с рисунком 1.1, используется в ходовом колесе большинства трамвайных вагонов, выпускаемых на заводе, и является очень важным элементом конструкции колеса, чем объясняется выбранный материал.

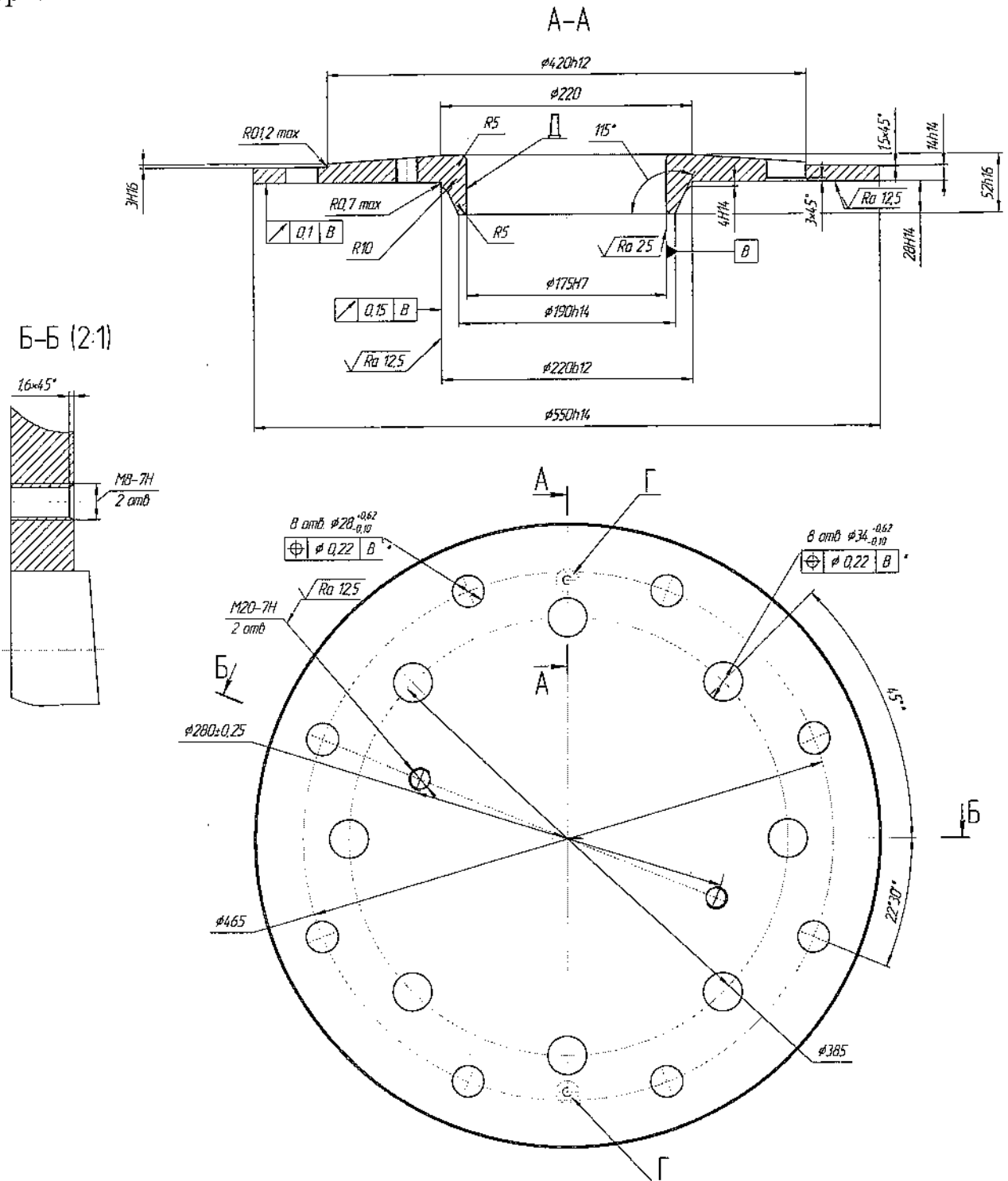


Рисунок 1.1 – Чертёж детали

				Лист	
				8	
Изм.	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата	15.03.05.2017.002.000 ПЗ

Диск служит для сжатия колёсных амортизаторов. Амортизаторы базируются по $\text{Ø}220\text{h}12$ и отверстием $\text{Ø}34$ со специальным допуском. Вращающий момент передается за счёт сил трения по торцу $28\text{h}14$ и за счёт выступов, имеющих на арматуре амортизаторов, которые входят в отверстие $\text{Ø}34$.

Стягивание колеса производится центральной гайкой, которая давит на торец диска $\text{Ø}220$ и периферийными болтами через отверстие $\text{Ø}28$. Для обеспечения электрического заземления вагона колеса соединяются с диском перемычкой, которая крепится в отверстие $\text{M}8\text{-}7\text{h}$. Для улучшения электрического контакта поверхности диска в этом месте покрываются припоем п. 5 т.т. чертежа. Электрическая связь диска и ступицы осуществляется по посадочным отверстиям $\text{Ø}175\text{H}9$, поэтому эта поверхность не покрывается грунтом п. 6 т.т. чертежа. Для более равномерного сжатия колёсных амортизаторов вводится отклонение от торцевого биения. Биение $0,15$ относится для улучшения собираемости. Этим же условием объясняется требование $\text{Ø}220$. Отверстия $\text{M}20$ являются технологическими - для установки рым болтов и переноса колеса.

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

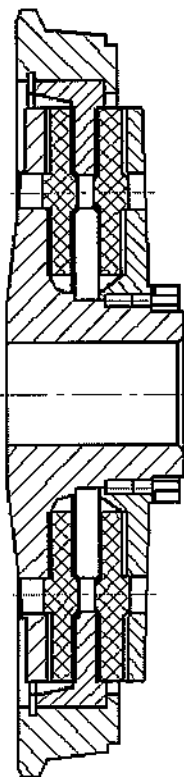


Рисунок 1.2 – Эскиз узла

1.2 Анализ соответствия требований чертежа детали требованиям ее назначения

Диск нажимной входит в подсборку трамвайной тележки и базируется в узле присоединительной поверхностью $\text{Ø}175\text{H}7$ со ступицей оси, что обусловлено служебным назначением детали, то выполнение поверхности с шероховатостью $\text{Ra } 6,3$

									Лист
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата	15.03.05.2017.002.000 ПЗ				9

оправдано, поскольку это требуется для обеспечения функций самой детали в узле, а именно функции направляющей поверхности при сжатии амортизаторов. Выполнение торца с допуском торцового биения 0,1 мм и диаметра 200h12 обусловлено также служебным назначением детали для лучшей сборки, и по этим поверхностям происходит сопряжение с резиновой деталью. Также отверстия Ø34 выполняются с шероховатостью Ra 6,3 ввиду того, что в них входят выступы амортизаторов, для передачи крутящего момента на колесо и обеспечения правильного расположения в узле.

1.3 Сравнение отечественных и передовых зарубежных технологий и решений

Многие отрасли промышленности испытывают серьезные трудности, обусловленные влиянием мирового экономического кризиса. В частности, в автомобильной промышленности наблюдается 50-процентный спад объемов продаж новых автомобилей. В последние годы на японском, корейском, американском и других рынках наблюдается падение объемов производства автомобилей и, соответственно, снижение прибыли компаний. Для повышения производительности в автомобильной промышленности требуется значительное сокращение времени, затрачиваемого на металлообработку. Для снижения времени цикла на 20...40% необходимо применение современных технологий, несущих значительные выгоды по сравнению с традиционными методами. Компания ISCAR предлагает уникальный металлообрабатывающий инструмент, который позволит существенно сократить трудоемкость производства в автомобильной промышленности. Компания ISCAR известна своими инновационными решениями в области высокоскоростного металлообрабатывающего инструмента. Качество, производительность, стабильность и надежность инструмента ISCAR стали неоспоримыми, а новизна конструкций и технологий металлообработки являются уникальными.

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

Специалисты компании ISCAR первыми разработали высокотехнологичный универсальный инструмент для точения канавок приведённый в соответствии с рисунком 1.3. В частности, это режущие пластины серии HELI-GRIP и CUT-GRIP. По сравнению с традиционным инструментом универсальные режущие пластины обладают неоспоримыми преимуществами и устанавливают новый стандарт каче -

									Лист
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата	15.03.05.2017.002.000 ПЗ				10

сравнении с токарными пластинами КНБ, идеально подходящие для высокоскоростной токарной обработки изделий из высокопрочных материалов.

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

1.4 Задачи проектирования

- разработка технологического процесса
- проектирование цанговой оправки
- проектирование вихревой головки
- проектирование приспособления для контроля торцового и радиального биения
- определение безопасных условий труда
- определение снижения себестоимости
- планировка участка

					15.03.05.2017.002.000 ПЗ	Лист
						12
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		

2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

2.1 Анализ технологичности детали и существующего технологического процесса

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

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

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

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

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

Анализ существующего техпроцесса позволил выявить следующие факторы, значительно увеличивающие трудоемкость и себестоимость изготовления детали:

- базовый техпроцесс состоит из 15 операций;
- вся механическая обработка разбита на простейшие переходы;
- обработка на универсальном оборудовании;
- технологическая цепочка является хаотичной, т. к. оборудование, на участке, сгруппировано по видам;
- для базирования и закрепления детали применяются универсальные приспособления;
- высокая доля ручного труда без использования каких-либо средств механизации.

Токарная обработка данной детали в базовом варианте выполняется на токарно – карусельном станке 1512, предлагаю заменить станок на токарно - карусельный с ЧПУ 1512МФ3. Применение данного оборудования позволяет сократить время на обработку.

Сверлильная операция выполняется на вертикально – сверлильном станке, предлагаю разработать специальное сверлильное приспособление с рожковой мембраной для центрирования и зажима детали при сверлении восьми отверстий одновременно. Точность центрирования в зависимости от точности базовой поверхности от 0,004 до 0,008.

Контроль требований радиального и торцового биения поверхностей производится на станке. Предлагаю спроектировать специальное контрольное приспособ-

									Лист
									13
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата	15.03.05.2017.002.000 ПЗ				

ление для замера торцового и радиального биения с центрированием детали по базовому отверстию.

2.2 Разработка предлагаемого варианта технологического процесса

2.2.1 Выбор вида и метода получения заготовки

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

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

В качестве заготовки, для детали «Диск нажимной», учитывая конструкцию детали, тип производства и прочие параметры предлагается использовать данную деталь, имеющую размеры, приближенные к размерам детали.

Выбор заготовки – штамповка обосновывается большими перепадами диаметральных размеров и расположением отдельных элементов детали в разных плоскостях.

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

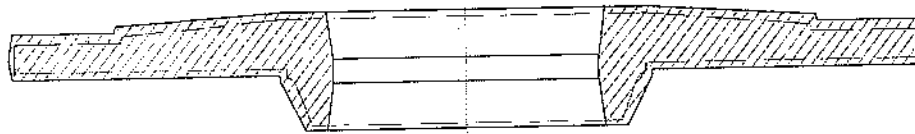


Рисунок 2.1 – Форма заготовки

2.2.2 Определение последовательности обработки поверхностей

Для определения последовательности обработки определим базовые поверхности детали.

Базовые поверхности делятся на вспомогательные, функциональные и основные.

Основными базовыми поверхностями являются поверхности: $\varnothing 175h7$, правый торец размера $52h16$.

					15.03.05.2017.002.000 ПЗ	Лист
						14
Изм.	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		

Функциональной базой является поверхность: М20-7Н.

Остальные поверхности – вспомогательные базовые поверхности.

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

2.2.3 Выбор методов и определение количества переходов для обработки поверхностей детали

Диаметральные размеры:

- 1) $\varnothing 550 h14$; $Ra=6,3$;
 - а) точение черновое IT 12, $Rz = 100$;
 - б) точение получистовое IT 11, $Rz = 50$;
 - в) точение чистовое IT 8, $Rz = 12,5$;
- 2) $\varnothing 220 b12$; $Ra=12,5$;
переходы см. позицию 1.;
- 3) $\varnothing 420 h12$; $Ra=6,3$ совмещается с обработкой размера 3Н16;
переходы см. позицию 1.;
- 4) $\varnothing 190 h14$; $Ra=6,3$
переходы см. позицию 1.;
- 5) $\varnothing 220$; $Ra=6,3$;
переходы см. позицию 1.
- 6) 8 отв. $\varnothing 34^{+0,62}$; $Ra=6,3$ с обеспечением линейного размера $\varnothing 385$;
 - а) сверление IT 12, $Rz = 100$;
 - б) зенкерование IT 10, $Rz = 25$.
- 7) 8 отв. $\varnothing 28^{+0,62}$; $Ra=6,3$ с обеспечением линейного размера $\varnothing 465$;
переходы см. позицию 6.
- 8) $\varnothing 175 H7$; $Ra=6,3$
 - а) растачивание черновое IT 12, $Rz = 100$;
 - б) растачивание получистовое IT 10, $Rz = 25$;
 - в) хонингование IT 6, $Rz = 3,2$.
- 9) Обработка 2-х отверстий М20-7Н; $Ra = 12,5$, с обеспечением линейного размера $280 \pm 0,25$;
 - а) сверление IT 12, $Rz = 100$.
 - б) нарезание метчиком IT 6, $Rz = 25$.
- 10) Обработка 2-х отверстий М8-7Н; $Ra = 6,3$, с обеспечением линейного размера $280 \pm 0,25$;
 - а) сверление IT 12, $Rz = 100$.
 - б) нарезание метчиком IT 6, $Rz = 25$.

									Лист
									15
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата	15.03.05.2017.002.000 ПЗ				

Линейные размеры:

1) Размер 52 h16; торец левый Ra=6,3; торец правый Ra=6,3

Торец левый:

а) торцевое точение черновое IT14, Rz=200;

б) торцевое точение получистовое IT12, Rz=100;

в) торцевое точение чистовое IT9, Rz=25.

Торец правый:

а) торцевое точение черновое IT14, Rz=25;

б) торцевое точение получистовое IT 12, Rz=100;

в) торцевое точение чистовое IT9, Rz=25;

2) Размер 14h14; торец левый Ra=6,3; торец правый Ra=12,5

Переходы торец левый и правый см. позицию 1

3) Размер 3H16; торец левый Ra=6,3; торец правый Ra=6,3

Переходы торец правый см. позицию 2, торец левый см. позицию 1.

4) Размер 4H14; торец левый Ra=12,5; торец правый Ra=6,3

Переходы торец правый см. позицию 1, торец левый см. позицию 2 торец правый.

5) Размер 28H14; торец левый Ra=12,5; торец правый Ra=6,3

Переходы торец правый см. позицию 1, торец левый см. позицию 2 торец правый.

2.2.4 Формирование операций

Операция 000 Заготовительная. Штамповка на КГШП.

Операция 005 токарная. Станок токарно-карусельный с ЧПУ 1512МФ3.

Точение черновое $\varnothing 220$, $\varnothing 420$, $\varnothing 550$ с подрезкой правых торцев размеров 3, 52 и 14.

Операция 010 токарная. Станок токарно-карусельный с ЧПУ 1512МФ3.

Растачивание отверстия $\varnothing 175$ черновое, точение $\varnothing 190$ и $\varnothing 220$ черновое с подрезкой левых торцев размеров 4, 28 и 52.

Операция 015 токарная. Станок токарно-карусельный с ЧПУ 1512МФ3.

Точение получистовое $\varnothing 220$, $\varnothing 420$, $\varnothing 550$ с подрезкой правых торцев размеров 3, 52 и 14.

Операция 020 токарная. Станок токарно-карусельный с ЧПУ 1512МФ3.

Растачивание отверстия $\varnothing 175$ получистовое, точение $\varnothing 190$ и $\varnothing 220$ получистовое с подрезкой левых торцев размеров 4, 28 и 52.

Операция 025 токарная. Станок токарно-карусельный с ЧПУ 1512МФ3.

Точение $\varnothing 190$ и $\varnothing 220$ чистовое с подрезкой левых торцев размеров 4, 28 и 52.

Операция 030 токарная. Станок токарно-карусельный с ЧПУ 1512МФ3.

Точение чистовое $\varnothing 220$, $\varnothing 420$, $\varnothing 550$ с подрезкой правых торцев размеров 3, 52 и 14.

Операция 035 сверлильная. Станок агрегатно-сверлильный АГС-1.

									Лист
									16
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата	15.03.05.2017.002.000 ПЗ				

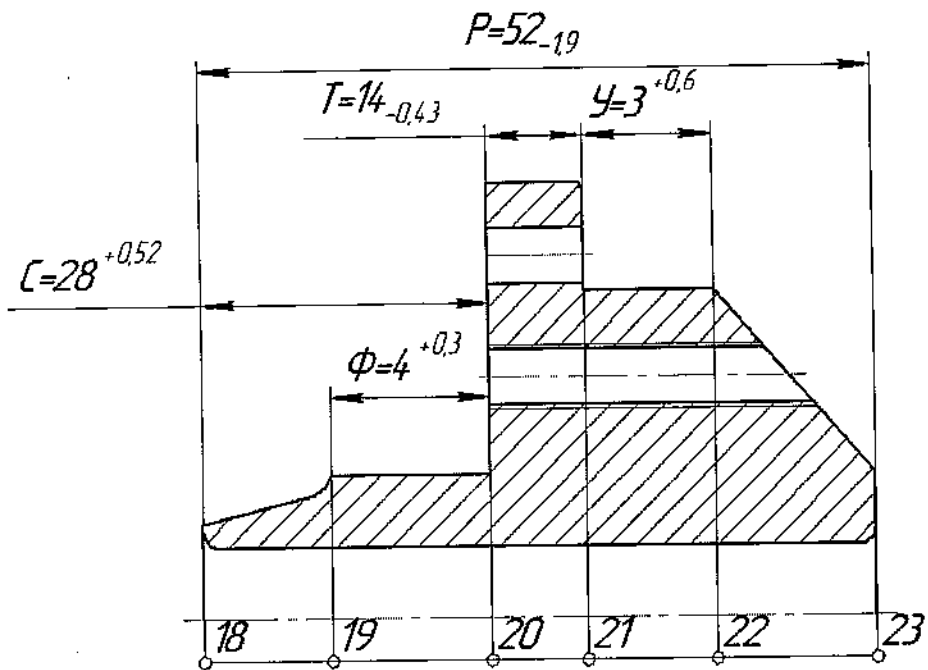


Рисунок 2.3 – Преобразованный чертёж на ось OZ

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

Таблица 2.1 – Маршрут обработки детали

Операция	Эскиз	Допуски и ТТ
000 Заготовительная		<p> $T2\Pi^0=1,75$ $T2B^0=1,15$ $T2A^0=1$ $TP^0=0,74$ $T2B^0=1,15$ $TT^0=0,43$ $TC^0=0,52$ $T\Phi^0=0,3$ $T2T^0=1,15$ $\odot 1^0 17^0=1,2$ $\odot 13^0 17^0=0,8$ $\odot 16^0 17^0=0,8$ $\odot 14^0 17^0=0,8$ $\odot 15^0 17^0=0,8$ $\perp 18^0 17^0=0,5$ $\perp 20^0 17^0=0,8$ </p>

Изм.	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата

15.03.05.2017.002.000 ПЗ

Лист

18

Продолжение таблицы 2.1

Опера-ция	Эскиз	Допуски и ТТ
005 Точарная с ЧПУ		<p> $T_{2Л}^5=0,63$ $T_{2Г}^5=0,46$ $T_{2П}^5=0,7$ $TP^5=0,74$ $TУ^5=0,25$ $TT^5= TT^5_{табл} + \Delta_{20}^0$ $= 0,43 + 0,8 = 1,23$ $\odot 1^5 16^0 = 0,5$ $\odot 7^5 16^5 = 0,5$ $\odot 13^5 16^0 = 0,3$ $\perp 23^5 7^5 = 0,5$ </p>
010 Точарная с ЧПУ		<p> $TC^{10}=0,52$ $TФ^{10}=0,3$ $TP^{10}= TP^{10}_{табл}$ $+ \Delta_{23}^5 = 0,74 + 0,5 = 1,24$ $T_{2B}^{10}=0,46$ $T_{2A}^{10}=0,4$ $T_{2Б}^{10}=0,46$ $\odot 16^{10} 1^5 = 0,3$ $\odot 14^{10} 1^5 = 0,3$ $\odot 15^{10} 1^5 = 0,3$ $\perp 20^{10} 16^{10} = 0,8$ $\perp 18^{10} 16^{10} = 0,5$ </p>
015 Точарная с ЧПУ		<p> $T_{2Л}^{15}=0,4$ $T_{2П}^{15}=0,44$ $TT^{15}= TT^{15}_{табл}$ $+ \Delta_{23}^5 = 0,18 + 0,8 = 0,98$ $T_{2Г}^{15}=0,29$ $TP^{15}=0,3$ $TУ^{15}=0,1$ $\odot 1^{15} 16^{10} = 0,3$ $\odot 7^{15} 16^{10} = 0,3$ $\odot 13^{15} 16^{10} = 0,2$ $\perp 23^{15} 7^{15} = 0,2$ </p>

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

15.03.05.2017.002.000 ПЗ

Продолжение таблицы 2.1

Опера-ция	Эскиз	Допуски и ТТ
020 Токарная с ЧПУ		$TC^{25}=0,052$ $T\Phi^{25}=0,03$ $TP^{25}=TP^{25}_{табл}+\Delta^{15}_{23}$ $=0,074+0,2=0,274$ $T2B^{25}=0,072$ $T2A^{25}=0,1$ $T2B^{25}=0,072$ $\odot 16^{25}1^{15}=0,08$ $\odot 14^{25}1^{15}=0,05$ $\odot 15^{25}1^{15}=0,05$ $\perp 20^{25}16^{25}=0,08$ $\perp 18^{25}16^{25}=0,05$
025 Токарная с ЧПУ		$TC^{20}=0,21$ $T\Phi^{20}=0,12$ $TP^{20}=TP^{20}_{табл}+\Delta^5_{23}$ $=0,3+0,2=0,5$ $T2B^{20}=0,29$ $T2A^{20}=0,16$ $T2B^{20}=0,29$ $\odot 16^{20}1^{15}=0,12$ $\odot 14^{20}1^{15}=0,2$ $\odot 15^{20}1^{15}=0,2$ $\perp 20^{20}16^{20}=0,3$ $\perp 18^{20}16^{20}=0,2$
030 Токарная с ЧПУ		$T2Л^{30}=0,097$ $T2П^{30}=0,11$ $TT^{30}=TT^{30}_{табл}+\Delta^{25}_{18}$ $=0,043+0,08=0,123$ $T2Г^{30}=0,072$ $TP^{30}=0,074$ $TУ^{30}=0,025$ $\odot 1^{30}16^{25}=0,08$ $\odot 7^{30}16^{25}=0,08$ $\odot 13^{30}16^{25}=0,05$ $\perp 23^{30}7^{30}=0,05$

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

15.03.05.2017.002.000 ПЗ

Продолжение таблицы 2.1

Опера-ция	Эскиз	Допуски и ТТ
<p>035 Сверлильная 1 переход</p>		<p>$T2X^{35(1)}=0,21$ $T2H^{35(1)}=1,55$</p>
<p>035 Сверлильная 2 переход</p>		<p>$T2X^{35(2)}=0,084$ $T2H^{35(2)}=1,55$</p>

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

15.03.05.2017.002.000 ПЗ

Лист

21

Продолжение таблицы 2.1

Опера- ция	Эскиз	Допуски и ТТ
040 Сверлильная 1 переход		$T2K^{40(1)}=0,25$ $T2I^{40(1)}=1,4$
040 Сверлильная 2 переход		$T2K^{40(2)}=0,1$ $T2I^{40(2)}=1,4$

Изм.	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата

15.03.05.2017.002.000 ПЗ

Лист

22

Продолжение таблицы 2.1

Опера- ция	Эскиз	Допуски и ТТ
045 Сверлильная 1 переход		$T2Ц^{45(1)}=0,15$ $T2M^{45(1)}=1,55$
045 Сверлильная 2 переход		$T2Ц^{45(2)}=0,016$ $T2M^{45(2)}=1,55$

Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата

15.03.05.2017.002.000 ПЗ

Лист

23

Продолжение таблицы 2.1

Опера- ция	Эскиз	Допуски и ТТ
050 Сверлильная 1 переход		$T2Д^{50(1)}=0,5$ $T2Ж^{50(1)}=0,18$
050 Сверлильная 2 переход		$T2Д^{50(2)}=0,5$ $T2У^{50(2)}=0,15$
055 Хонинговальная		$T2A^{55}=0,04$ $◎16^{55}1^{30}=0,03$

Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата

15.03.05.2017.002.000 ПЗ

Лист

24

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

В соответствии с рисунком 2.6 представлена схема пространственных отклонений.

Проверка точности разработанного техпроцесса

$$1. [20,16] = 20^{25}, 16^{25}$$

0,1 > 0,08 обеспечивается.

$$2. [14,16] = 14^{25}, 1^{25} + 16^{25}, 1^{25}$$

0,15 > 0,05 + 0,08 = 0,13 обеспечивается.

Расчёт межоперационных размеров по схеме линейных размеров

$$Z_{23}^{30} = P^{25} - P^{30}$$

$$\text{Дано: } P_{\min}^{30} = 51,926 \quad P_{\max}^{30} = 52 \quad TP^{25} = 0,274$$

$$Z_{23}^{30}{}_{\min} = 0,1 + 0,02 = 0,12 \text{ мм}$$

$$Z_{23}^{30}{}_{\min} = P_{\min}^{25} - P_{\max}^{30}$$

$$P_{\min}^{25} = P_{\max}^{30} + Z_{23}^{30}{}_{\min}$$

$$P_{\min}^{25} = 52 + 0,12 = 52,12 \text{ мм}$$

$$P_{\max}^{25} = P_{\min}^{25} + TP^{25} = 52,12 + 0,274 = 52,394 \text{ мм}$$

$$Z_{23}^{30}{}_{\max} = P_{\max}^{25} - P_{\min}^{30}$$

$$Z_{23}^{30}{}_{\max} = 52,394 - 51,926 = 0,46 \text{ мм}$$

$$\text{Номинальный размер } P^{25} = P_{\max}^{25} - ES = 52,394 - 0 = 52,394 \text{ мм.}$$

$$\text{Ответ: } P^{25} = 52,394_{-0,294} \quad Z_{23}^{30}{}_{\max} = 0,46 \text{ мм.}$$

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

Таблица 2.2 – Результаты расчёта размерных цепей по схеме линейных размеров

Исходное уравнение	Известные величины	Расчитанные размеры
$[Z_{18}^{25}] = P^{20} - P^{25}$	$P_{\min}^{25} = 52,12;$ $P_{\max}^{25} = 52,394;$ $TP^{20} = 0,5;$ $Z_{18}^{25}{}_{\min} = 0,1 + 0,02 = 0,12 \text{ мм.}$	$P^{20} = 53,014_{-0,5};$ $Z_{18}^{25}{}_{\max} = 1,1 \text{ мм.}$
$[Z_{18}^{20}] = P^{15} - P^{20}$	$P_{\min}^{20} = 52,514;$ $P_{\max}^{20} = 53,014;$ $TP^{15} = 0,3;$ $Z_{18}^{20}{}_{\min} = 0,2 + 0,06 = 0,26 \text{ мм.}$	$P^{15} = 53,574_{-0,3};$ $Z_{18}^{20}{}_{\max} = 1,06 \text{ мм.}$
$[Z_{23}^{15}] = P^{10} - P^{15}$	$P_{\min}^{15} = 53,274;$ $P_{\max}^{15} = 53,574;$ $TP^{10} = 1,24;$ $Z_{23}^{15}{}_{\min} = 0,2 + 0,06 = 0,26 \text{ мм.}$	$P^{10} = 55,074_{-1,24};$ $Z_{23}^{15}{}_{\max} = 1,8 \text{ мм.}$
$[Z_{18}^{10}] = P^5 - P^{10}$	$P_{\min}^5 = 55,574; \quad P_{\max}^5 = 56,314;$ $TP^5 = 0,74;$ $Z_{18}^{10}{}_{\min} = 0,2 + 0,3 = 0,5 \text{ мм.}$	$P^5 = 56,314_{-0,74};$ $Z_{18}^{10}{}_{\max} = 2,48 \text{ мм.}$

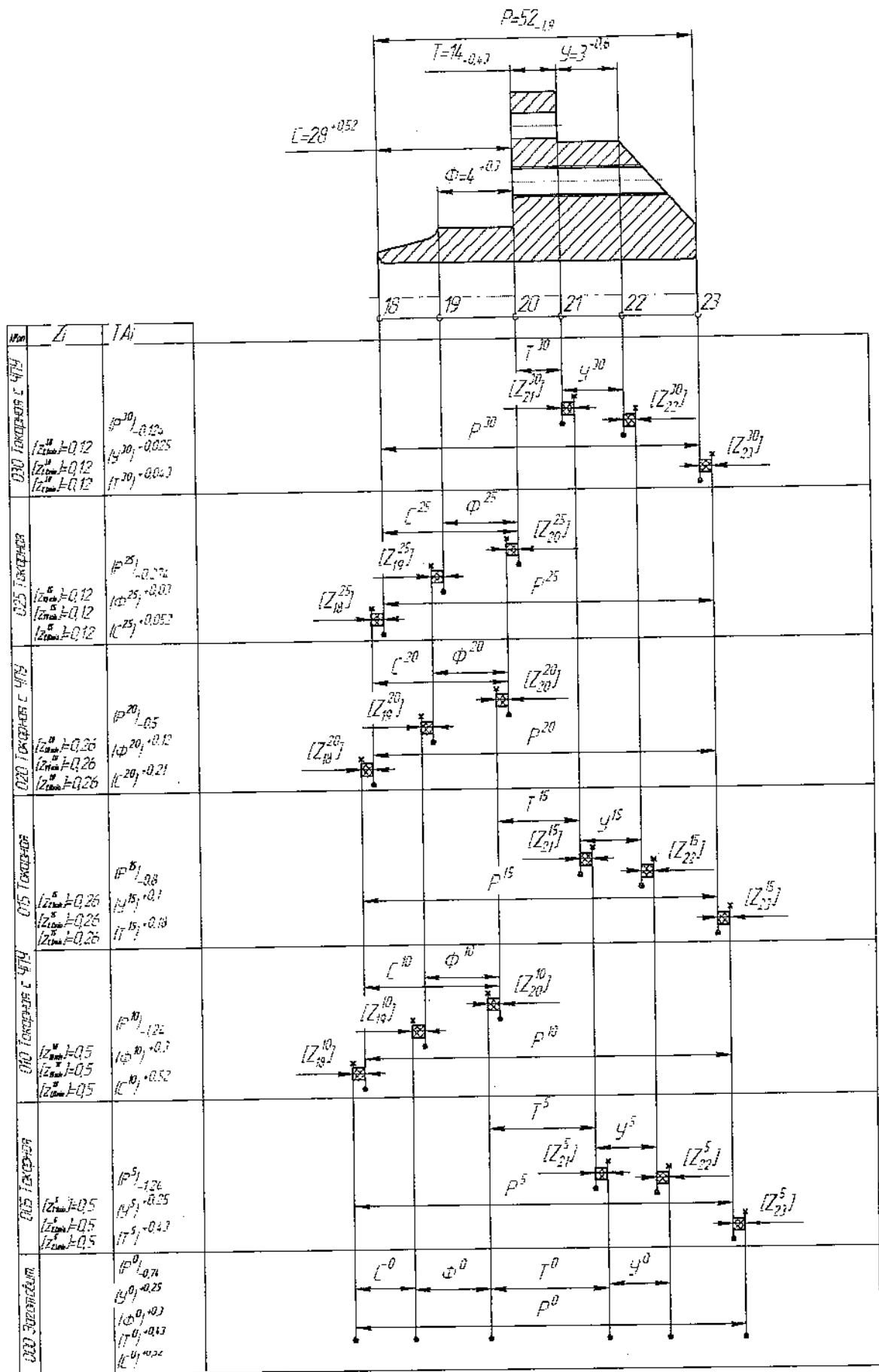


Рисунок 2.4 – Схема линейных размеров

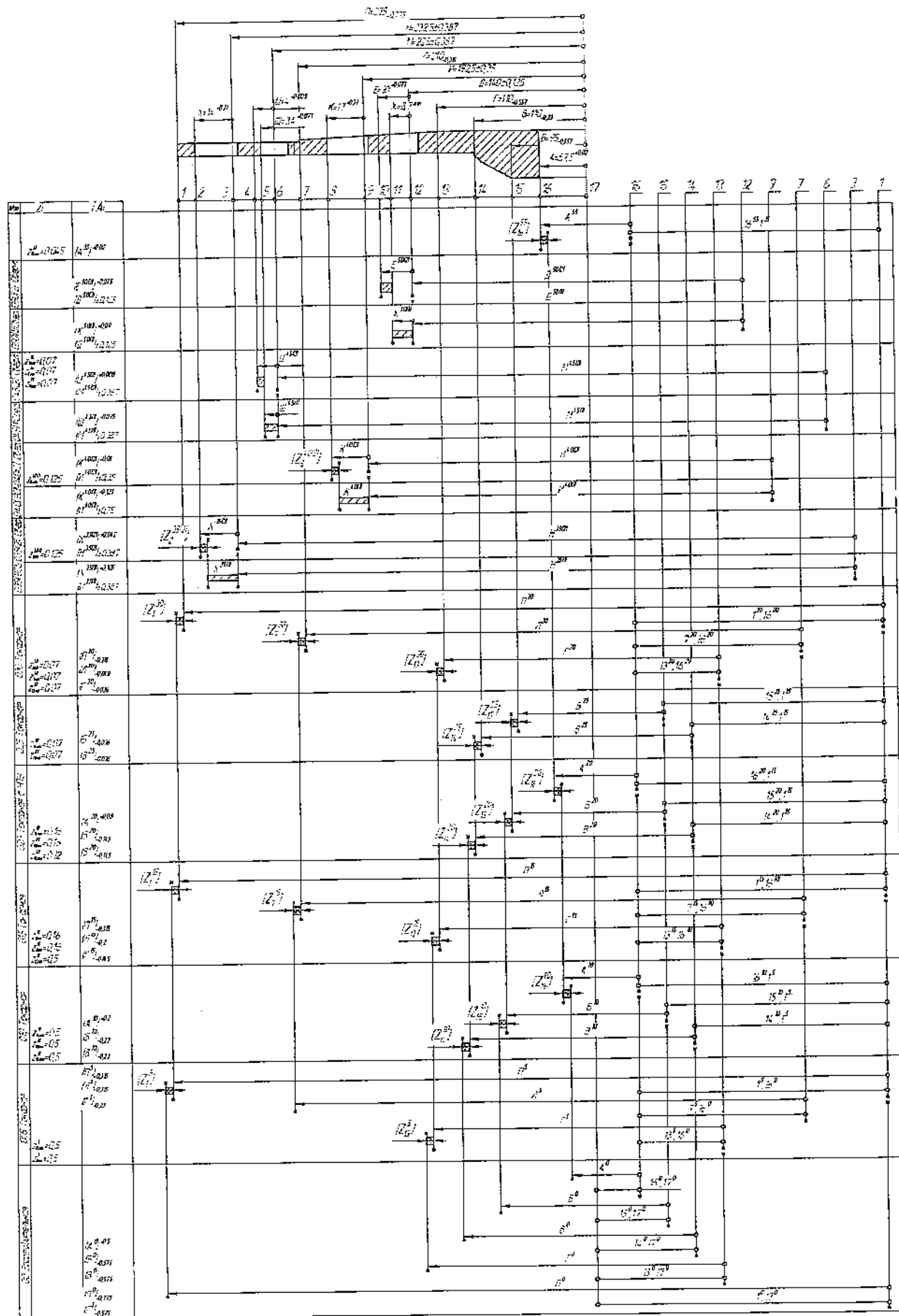


Рисунок 2.5 – Схема диаметральных размеров

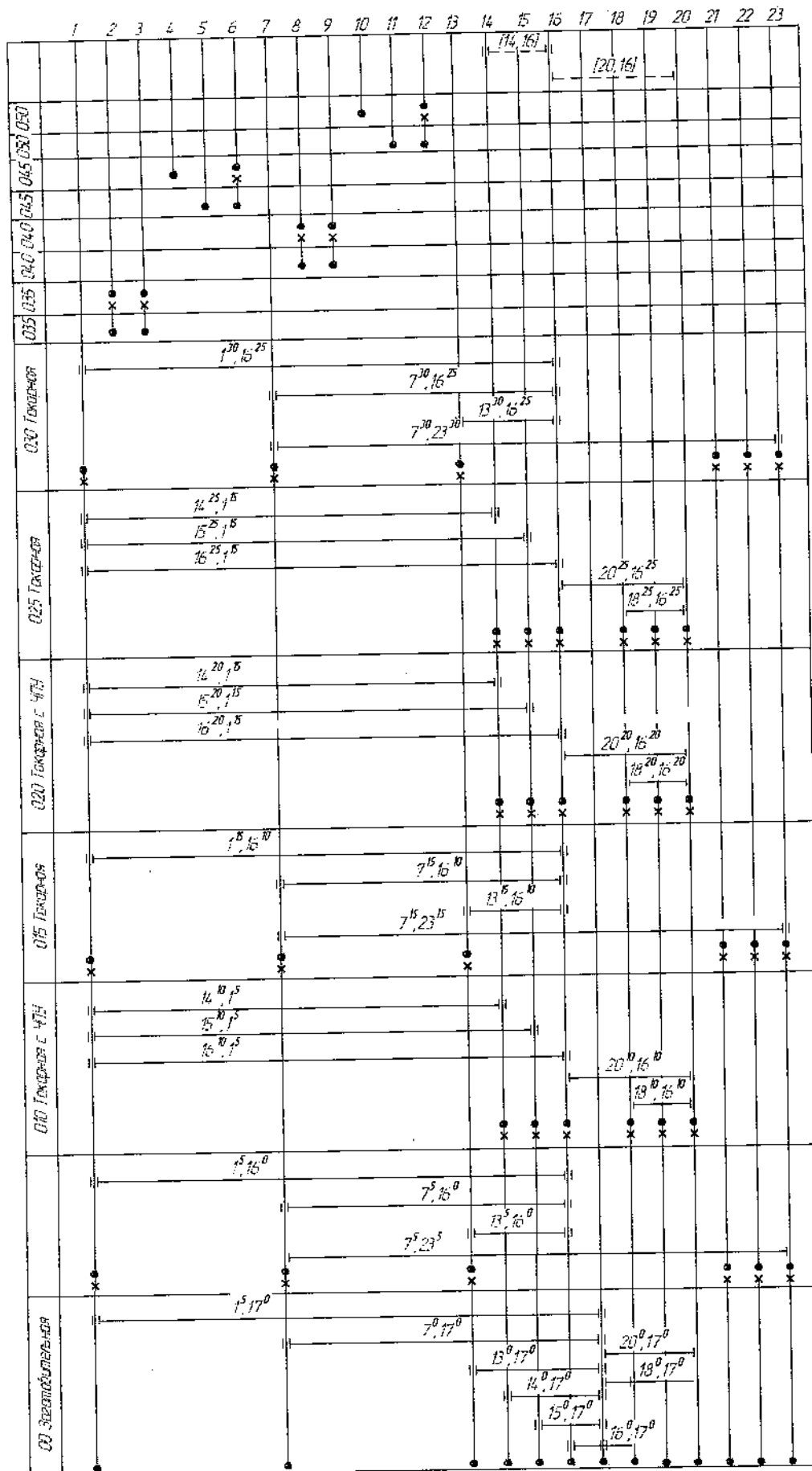


Рисунок 2.6 – Схема пространственных отклонений

Изм.	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата

15.03.05.2017.002.000 ПЗ

Лист

28

Продолжение таблицы 2.2

Исходное уравнение	Известные величины	Рассчитанные размеры
$[Z_{23}^5] = P^0 - P^5$	$P_{\min}^5 = 55,574;$ $P_{\max}^5 = 56,314;$ $TP^0 = 0,74;$ $Z_{23}^5_{\min} = 0,2 + 0,3 = 0,5 \text{ мм.}$	$P^0 = 57,55_{-0,74};$ $Z_{23}^5_{\max} = 1,48 \text{ мм.}$
$[Z_{20}^{25}] = C^{25} - P^{25} + P^{20} - C^{20}$	$C_{\min}^{25} = 28;$ $C_{\max}^{25} = 28,052;$ $TC^{20} = 0,21;$ $Z_{20}^{25}_{\min} = 0,1 + 0,02 = 0,12 \text{ мм.}$	$C^{20} = 27,79^{+0,21};$ $Z_{20}^{25}_{\max} = 1,03 \text{ мм.}$
$[Z_{20}^{20}] = C^{20} - P^{20} + P^{15} - C^{10}$	$C_{\min}^{20} = 27,79;$ $C_{\max}^{20} = 28;$ $TC^{10} = 0,52$ $Z_{20}^{20}_{\min} = 0,2 + 0,06 = 0,26 \text{ мм.}$	$C^{10} = 27,27^{+0,52};$ $Z_{20}^{20}_{\max} = 1,23 \text{ мм.}$
$[Z_{20}^{10}] = C^{10} - P^{10} + P^5 - C^0$	$C_{\min}^{10} = 27,27;$ $C_{\max}^{10} = 27,79;$ $TC^0 = 0,52$ $Z_{20}^{10}_{\min} = 0,2 + 0,3 = 0,5 \text{ мм.}$	$C^0 = 26,75^{+0,52};$ $Z_{20}^{10}_{\max} = 1,45 \text{ мм.}$
$[Z_{19}^{25}] = \Phi^{20} - C^{20} + P^{20} - P^{25} + C^{25} - \Phi^{25}$	$\Phi_{\min}^{25} = 4;$ $\Phi_{\max}^{25} = 4,03;$ $T\Phi^{20} = 0,12$ $Z_{19}^{25}_{\min} = 0,1 + 0,02 = 0,12 \text{ мм.}$	$\Phi^{20} = 4,03^{+0,12};$ $Z_{19}^{25}_{\max} = 0,99 \text{ мм.}$
$[Z_{19}^{20}] = \Phi^{10} - C^{10} + P^{15} - P^{20} + C^{20} - \Phi^{20}$	$\Phi_{\min}^{20} = 4,03;$ $\Phi_{\max}^{20} = 4,15;$ $T\Phi^{10} = 0,3$ $Z_{19}^{20}_{\min} = 0,2 + 0,06 = 0,26 \text{ мм.}$	$\Phi^{10} = 4,15^{+0,3};$ $Z_{19}^{20}_{\max} = 1,49 \text{ мм.}$
$[Z_{19}^{10}] = \Phi^0 - C^0 + P^5 - P^{10} + C^{10} - \Phi^{10}$	$\Phi_{\min}^{10} = 4,15;$ $\Phi_{\max}^{10} = 4,45;$ $T\Phi^0 = 0,3$ $Z_{19}^{10}_{\min} = 0,2 + 0,3 = 0,5 \text{ мм.}$	$\Phi^0 = 4,45^{+0,3};$ $Z_{19}^{10}_{\max} = 1,89 \text{ мм.}$
$[Z_{21}^{30}] = T^{15} + C^{10} - P^{15} + P^{25} - C^{25} - T^{30}$	$T_{\min}^{30} = 13,957;$ $T_{\max}^{30} = 14;$ $TT^{15} = 0,18;$ $Z_{21}^{30}_{\min} = 0,1 + 0,02 = 0,12 \text{ мм.}$	$T^{15} = 16,536_{-0,18};$ $Z_{21}^{30}_{\max} = 3,1 \text{ мм}$
$[Z_{21}^{15}] = T^5 + C^0 - P^5 + P^{10} - C^{10} - T^{15}$	$T_{\min}^{15} = 16,356;$ $T_{\max}^{15} = 16,536;$ $TT^5 = 0,43;$ $Z_{21}^{15}_{\min} = 0,2 + 0,06 = 0,26 \text{ мм.}$	$T^5 = 21,246_{-0,43};$ $Z_{21}^{15}_{\max} = 3,04 \text{ мм}$

Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата

15.03.05.2017.002.000 ПЗ

Лист

29

Продолжение таблицы 2.2

Исходное уравнение	Известные величины	Рассчитанные размеры
$[Z_{21}^5] = T^0 - T^5$	$T_{\min}^5 = 20,816;$ $T_{\max}^5 = 21,246;$ $TT^0 = 0,43;$ $Z_{21 \min}^5 = 0,2 + 0,3 = 0,5 \text{ мм.}$	$T^0 = 22,176_{-0,43};$ $Z_{21 \max}^5 = 1,5 \text{ мм}$
$[Z_{22}^{30}] = Y^{15} + T^{15} + C^{10} - P^{15} + P^{25} - C^{25} - T^{30} - Y^{30}$	$Y_{\min}^{30} = 3;$ $Y_{\max}^{30} = 3,025;$ $TY^{15} = 0,1;$ $Z_{22 \min}^{30} = 0,1 + 0,02 = 0,12 \text{ мм.}$	$Y^{15} = 3,025^{+0,1};$ $Z_{22 \max}^{30} = 2,39 \text{ мм}$
$[Z_{22}^{15}] = Y^5 + T^5 + C^0 - P^5 + P^{10} - C^{10} - T^{15} - Y^{15}$	$Y_{\min}^{15} = 3,025;$ $Y_{\max}^{15} = 3,13;$ $TY^5 = 0,25;$ $Z_{22 \min}^{15} = 0,2 + 0,06 = 0,26 \text{ мм.}$	$Y^5 = 2,61^{+0,25};$ $Z_{22 \max}^{15} = 3 \text{ мм}$
$[Z_{22}^5] = Y^0 + T^0 + C^0 - T^5 - Y^5$	$Y_{\min}^5 = 2,61;$ $Y_{\max}^5 = 2,86;$ $TY^0 = 0,25;$ $Z_{22 \min}^5 = 0,2 + 0,3 = 0,5 \text{ мм.}$	$Y^0 = 3,11^{+0,25};$ $Z_{22 \max}^5 = 2,8 \text{ мм}$

Расчёт межоперационных размеров по схеме диаметральных размеров

$$Z_{16}^{55 \min} = A^{55} - A^{20} - 16^{55} 1^{30} - 1^{30} 16^{20}$$

Дано: $A^{55 \min} = 87,5$ $A^{55 \max} = 87,52$ $TA^{20} = 0,08$ $16^{55} 1^{30} = 0,03$ $1^{30} 16^{20} = 0,12$

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

$$Z_{16 \min}^{55} = 0,02 + 0,025 = 0,045 \text{ мм}$$

Далее определяем увеличивающие и уменьшающие звенья

$$Z_{16 \min}^{55} = A_{\min}^{55} - A_{\max}^{20} - 16^{55} 1_{\max}^{30} - 1_{\max}^{30} 16_{\max}^{20}$$

выразим неизвестную величину A_{\max}^{20}

$$A_{\max}^{20} = A_{\min}^{55} - Z_{16 \min}^{55} - 16^{55} 1_{\max}^{30} - 1_{\max}^{30} 16_{\max}^{20}$$

$$A_{\max}^{20} = 87,5 - 0,015 - 0,06 - 0,045 = 87,38 \text{ мм}$$

$$A_{\min}^{20} = A_{\max}^{20} - TA^{20} = 87,38 - 0,08 = 87,3 \text{ мм}$$

$$Z_{16 \max}^{55} = A_{\max}^{55} - A_{\min}^{20} - 16^{55} 1_{\min}^{30} - 1_{\min}^{30} 16_{\min}^{20}$$

$$Z_{16 \max}^{55} = 87,52 - 87,3 + 0,075 = 0,3 \text{ мм}$$

Номинальный размер $A^{20} = A_{\max}^{20} - ES = 87,38 - 0,08 = 87,3$

Ответ: $A^{20} = 87,3^{+0,08}$ $Z_{16 \max}^{55} = 0,3 \text{ мм.}$

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

Таблица 2.3 – Результаты расчёта размерных цепей по схеме диаметральных размеров

Исходное уравнение	Известные величины	Рассчитанные размеры
$[Z_{16}^{20}] = A^{20} - A^{10} - 16^{20} 1^{15} - 1^{15} 16^{10}$	$A^{20}_{\min} = 87,3;$ $A^{20}_{\max} = 87,38;$ $TA^{10} = 0,2$ $16^{20} 1^{15} = \pm 0,06;$ $1^{15} 16^{10} = \pm 0,15;$ $Z_{16}^{20}_{\min} = 0,1 + 0,02 = 0,12 \text{ мм.}$	$A^{10} = 86,765^{+0,2};$ $Z_{16}^{20}_{\max} = 0,82 \text{ мм.}$
$[Z_{16}^{10}] = A^{10} - A^0 - 16^{10} 1^5 - 1^5 16^0$	$A^{10}_{\min} = 86,765;$ $A^{10}_{\max} = 86,965;$ $TA^0 = 0,5$ $16^{10} 1^5 = \pm 0,15;$ $1^5 16^0 = \pm 0,25;$ $Z_{16}^{10}_{\min} = 0,2 + 0,3 = 0,5 \text{ мм.}$	$A^0 = 85,365^{+0,5};$ $Z_{16}^{10}_{\max} = 2 \text{ мм.}$
$[Z_{15}^{25}] = B^{20} - B^{25} - 15^{25} 1^{15} - 15^{20} 1^{15}$	$B^{25}_{\min} = 94,964;$ $B^{25}_{\max} = 95;$ $TB^{20} = 0,145$ $15^{25} 1^{25} = \pm 0,025;$ $15^{20} 1^{15} = \pm 0,1;$ $Z_{15}^{25}_{\min} = 0,05 + 0,02 = 0,07 \text{ мм.}$	$B^{20} = 95,34_{-0,145};$ $Z_{15}^{25}_{\max} = 0,7 \text{ мм.}$
$[Z_{15}^{20}] = B^{10} - B^{20} - 15^{20} 1^{15} - 1^{15} 16^{10} - 16^{10} 1^5 - 15^{10} 1^5$	$B^{20}_{\min} = 95,195;$ $B^{20}_{\max} = 95,34;$ $TB^{10} = 0,23$ $16^{10} 1^5 = \pm 0,15;$ $1^{15} 16^{10} = \pm 0,15;$ $15^{20} 1^{15} = \pm 0,1;$ $15^{10} 1^5 = \pm 0,15;$ $Z_{15}^{20}_{\min} = 0,1 + 0,06 = 0,16 \text{ мм.}$	$B^{10} = 96,28_{-0,23};$ $Z_{15}^{20}_{\max} = 1,3 \text{ мм.}$
$[Z_{15}^{10}] = B^0 - B^{10} - 15^{10} 1^5 - 1^5 16^0 - 16^0 17^0 - 15^0 17^0$	$B^{10}_{\min} = 96,05;$ $B^{10}_{\max} = 96,28;$ $TB^0 = 0,575$ $16^0 17^0 = \pm 0,4;$ $1^5 16^0 = \pm 0,25;$ $15^{10} 1^5 = \pm 0,15;$ $15^0 17^0 = \pm 0,4;$ $Z_{15}^{10}_{\min} = 0,2 + 0,3 = 0,5 \text{ мм.}$	$B^0 = 98,555_{-0,575};$ $Z_{15}^{10}_{\max} = 3,7 \text{ мм.}$
$[Z_{14}^{25}] = B^{20} - B^{25} - 14^{25} 1^{15} - 14^{20} 1^{15}$	$B^{25}_{\min} = 109,964;$ $B^{25}_{\max} = 110;$ $TB^{20} = 0,145$ $14^{25} 1^{15} = \pm 0,025;$ $14^{20} 1^{15} = \pm 0,1;$ $Z_{14}^{25}_{\min} = 0,05 + 0,02 = 0,07 \text{ мм.}$	$B^{20} = 110,34_{-0,145};$ $Z_{14}^{30}_{\max} = 0,7 \text{ мм.}$

Изм.	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата

15.03.05.2017.002.000 ПЗ

Лист

31

Продолжение таблицы 2.3

Исходное уравнение	Известные величины	Рассчитанные размеры
$[Z_{14}^{20}] = \frac{B^{10} - B^{20} - 14^{20} 1^{15} - 1^{15} 16^{10} - 16^{10} 1^5 - 14^{10} 1^5}{1}$	$B_{\min}^{20} = 110,195;$ $B_{\max}^{20} = 110,34;$ $TB^{10} = 0,23$ $16^{10} 1^5 = \pm 0,15;$ $1^{15} 16^{10} = \pm 0,15;$ $14^{20} 1^{15} = \pm 0,1;$ $14^{10} 1^{15} = \pm 0,15;$ $Z_{14}^{20}{}_{\min} = 0,1 + 0,06 = 0,16 \text{ мм.}$	$B^{10} = 111,28_{-0,23}^{\cdot};$ $Z_{14}^{20}{}_{\max} = 1,49 \text{ мм.}$
$[Z_{14}^{10}] = \frac{B^0 - B^{10} - 14^{10} 1^5 - 1^5 16^0 - 16^0 17^0 - 14^0 17^0}{1}$	$B_{\min}^{10} = 111,05;$ $B_{\max}^{10} = 111,28;$ $TB^0 = 0,575$ $16^0 17^0 = \pm 0,4;$ $1^5 16^0 = \pm 0,25;$ $14^{10} 1^5 = \pm 0,15;$ $14^0 17^0 = \pm 0,4;$ $Z_{14}^{10}{}_{\min} = 0,2 + 0,3 = 0,5 \text{ мм.}$	$B^0 = 113,555_{-0,575}^{\cdot};$ $Z_{14}^{10}{}_{\max} = 4,1 \text{ мм.}$
$[Z_{13}^{30}] = \frac{\Gamma^{15} - \Gamma^{30} - 13^{30} 16^{25} - 16^{25} 1^{15} - 1^{15} 16^{10} - 13^{15} 16^{10}}{1}$	$\Gamma_{\min}^{25} = 109,964;$ $\Gamma_{\max}^{25} = 110;$ $T\Gamma^{15} = 0,145$ $16^{25} 1^{15} = \pm 0,04;$ $1^{15} 16^{10} = \pm 0,15;$ $13^{30} 16^{25} = \pm 0,025;$ $13^{15} 16^{10} = \pm 0,1;$ $Z_{13}^{30}{}_{\min} = 0,05 + 0,02 = 0,07 \text{ мм.}$	$\Gamma^{15} = 110,55_{-0,145}^{\cdot};$ $Z_{13}^{25}{}_{\max} = 0,92 \text{ мм.}$
$[Z_{13}^{15}] = \frac{\Gamma^5 - \Gamma^{15} - 13^{15} 16^{10} - 16^{10} 1^5 - 1^5 16^0 - 13^5 16^0}{1}$	$\Gamma_{\min}^{15} = 110,405;$ $\Gamma_{\max}^{15} = 110,55;$ $T\Gamma^5 = 0,23$ $16^{10} 1^5 = \pm 0,15;$ $1^5 16^0 = \pm 0,25;$ $13^{15} 16^{10} = \pm 0,1;$ $13^5 16^0 = \pm 0,15;$ $Z_{13}^{15}{}_{\min} = 0,1 + 0,06 = 0,16 \text{ мм.}$	$\Gamma^5 = 111,59_{-0,23}^{\cdot};$ $Z_{13}^{15}{}_{\max} = 2,83 \text{ мм.}$
$[Z_{13}^5] = \frac{\Gamma^0 - \Gamma^5 - 13^5 16^0 - 16^0 17^0 - 13^0 17^0}{1}$	$\Gamma_{\min}^5 = 111,36;$ $\Gamma_{\max}^5 = 111,59;$ $T\Gamma^0 = 0,575;$ $16^0 17^0 = \pm 0,4;$ $13^5 16^0 = \pm 0,15;$ $13^0 17^0 = \pm 0,4;$ $Z_{13}^5{}_{\min} = 0,2 + 0,3 = 0,5 \text{ мм.}$	$\Gamma^0 = 113,615_{-0,575}^{\cdot};$ $Z_{13}^5{}_{\max} = 3,2 \text{ мм.}$

Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата

15.03.05.2017.002.000 ПЗ

Продолжение таблицы 2.3

Исходное уравнение	Известные величины	Рассчитанные размеры
$[Z_7^{30}] = \Pi^{15} - \Pi^{30} - 7^{30} 16^{25} - 16^{25} 1^{15} - 1^{15} 16^{10} - 7^{15} 16^{10}$	$\begin{aligned} \Pi_{\min}^{30} &= 209,952; \\ \Pi_{\max}^{30} &= 210; \\ \text{Т}\Pi^{15} &= 0,2; \\ 16^{25} 1^{15} &= \pm 0,04; \\ 1^{15} 16^{10} &= \pm 0,15; \\ 7^{30} 16^{25} &= \pm 0,04; \\ 7^{15} 16^{10} &= \pm 0,15; \\ Z_7^{30}{}_{\min} &= 0,05 + 0,02 = 0,07 \text{ мм.} \end{aligned}$	$\begin{aligned} \Pi^{15} &= 210,67_{-0,2} \\ Z_7^{25}{}_{\max} &= 0,46 \text{ мм.} \end{aligned}$
$[Z_7^{15}] = \Pi^5 - \Pi^{15} - 7^{15} 16^{10} - 16^{10} 1^5 - 1^5 16^0 - 7^5 16^0$	$\begin{aligned} \Pi_{\min}^{15} &= 210,47; \\ \Pi_{\max}^{15} &= 210,67; \\ \text{Т}\Pi^5 &= 0,315; \\ 16^{10} 1^5 &= \pm 0,15; \\ 1^5 16^0 &= \pm 0,25; \\ 7^5 16^0 &= \pm 0,25; \\ 7^{15} 16^{10} &= \pm 0,15; \\ Z_7^{15}{}_{\min} &= 0,1 + 0,06 = 0,16 \text{ мм.} \end{aligned}$	$\begin{aligned} \Pi^5 &= 211,94_{-0,315} \\ Z_7^{15}{}_{\max} &= 2,27 \text{ мм.} \end{aligned}$
$[Z_7^5] = \Pi^0 - \Pi^5 - 7^5 16^0 - 16^0 17^0 - 7^0 17^0$	$\begin{aligned} \Pi_{\min}^5 &= 211,63; \\ \Pi_{\max}^5 &= 211,945; \quad \text{Т}\Pi^0 = 0,77; \\ 16^0 17^0 &= \pm 0,4; \\ 7^0 17^0 &= \pm 0,6; \\ 7^5 16^0 &= \pm 0,25; \\ Z_7^5{}_{\min} &= 0,2 + 0,3 = 0,5 \text{ мм.} \end{aligned}$	$\begin{aligned} \Pi^0 &= 213,19_{-0,77} \\ Z_7^5{}_{\max} &= 3,8 \text{ мм.} \end{aligned}$
$[Z_1^{30}] = \Pi^{15} - \Pi^{30} - 1^{30} 16^{25} - 16^{25} 1^{15}$	$\begin{aligned} \Pi_{\min}^{30} &= 274,89; \\ \Pi_{\max}^{30} &= 275; \\ \text{Т}\Pi^{15} &= 0,22; \\ 1^{30} 16^{25} &= \pm 0,04; \\ 16^{25} 1^{15} &= \pm 0,04; \\ Z_1^{30}{}_{\min} &= 0,05 + 0,02 = 0,07 \text{ мм.} \end{aligned}$	$\begin{aligned} \Pi^{15} &= 275,37_{-0,22} \\ Z_1^{30}{}_{\max} &= 0,56 \text{ мм.} \end{aligned}$
$[Z_1^{15}] = \Pi^5 - \Pi^{15} - 1^{15} 16^{10} - 16^{10} 1^5$	$\begin{aligned} \Pi_{\min}^{15} &= 275,15; \\ \Pi_{\max}^{15} &= 275,37; \quad \text{Т}\Pi^5 = 0,35; \\ 1^{15} 16^{10} &= \pm 0,15; \\ 16^{10} 1^5 &= \pm 0,15; \\ Z_1^{15}{}_{\min} &= 0,1 + 0,06 = 0,16 \text{ мм.} \end{aligned}$	$\begin{aligned} \Pi^5 &= 276,18_{-0,35} \\ Z_1^{15}{}_{\max} &= 1,33 \text{ мм.} \end{aligned}$
$[Z_1^5] = \Pi^0 - \Pi^5 - 1^5 16^0 - 16^0 17^0 - 1^0 17^0$	$\begin{aligned} \Pi_{\min}^5 &= 275,83; \\ \Pi_{\max}^5 &= 276,18; \quad \text{Т}\Pi^0 = 0,87 \\ 1^5 16^0 &= \pm 0,25; \\ 16^0 17^0 &= \pm 0,4; \\ 1^0 17^0 &= \pm 0,6; \\ Z_1^5{}_{\min} &= 0,2 + 0,3 = 0,5 \text{ мм.} \end{aligned}$	$\begin{aligned} \Pi^0 &= 278,8_{-0,87} \\ Z_1^5{}_{\max} &= 4,5 \text{ мм.} \end{aligned}$

Изм.	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата

15.03.05.2017.002.000 ПЗ

Лист

33

Продолжение таблицы 2.3

Исходное уравнение	Известные величины	Рассчитанные размеры
$\frac{[Z_8^{40(2)}]}{I^{40(1)} - K^{40(1)}} = \frac{K^{40(2)} + I^{40(2)}}{I^{40(1)} - K^{40(1)}}$	$K^{40(2)}_{\min} = 17;$ $I^{40(2)}_{\min} = 192,15;$ $K^{40(2)}_{\max} = 17,05;$ $I^{40(2)}_{\max} = 192,85;$ $TK^{40(1)} = 0,125;$ $Z_8^{40(2)}_{\min} = 0,1 + 0,025 = 0,125 \text{ мм.}$	$K^{40(1)} = 16,05^{+0,125};$ $Z_8^{40(2)}_{\max} = 0,87 \text{ мм.}$
$\frac{[Z_2^{35(2)}]}{H^{35(1)} - X^{35(1)}} = \frac{X^{35(2)} + H^{35(2)}}{H^{35(1)} - X^{35(1)}}$	$X^{35(2)}_{\min} = 14;$ $X^{35(2)}_{\max} = 14,042;$ $TX^{35(1)} = 0,21;$ $H^{35(2)}_{\min} = 232,113;$ $H^{35(2)}_{\max} = 232,887;$ $Z_2^{35(2)}_{\min} = 0,1 + 0,025 = 0,125 \text{ мм.}$	$X^{35(1)} = 13^{+0,21};$ $Z_2^{35(2)}_{\max} = 1,82 \text{ мм.}$

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

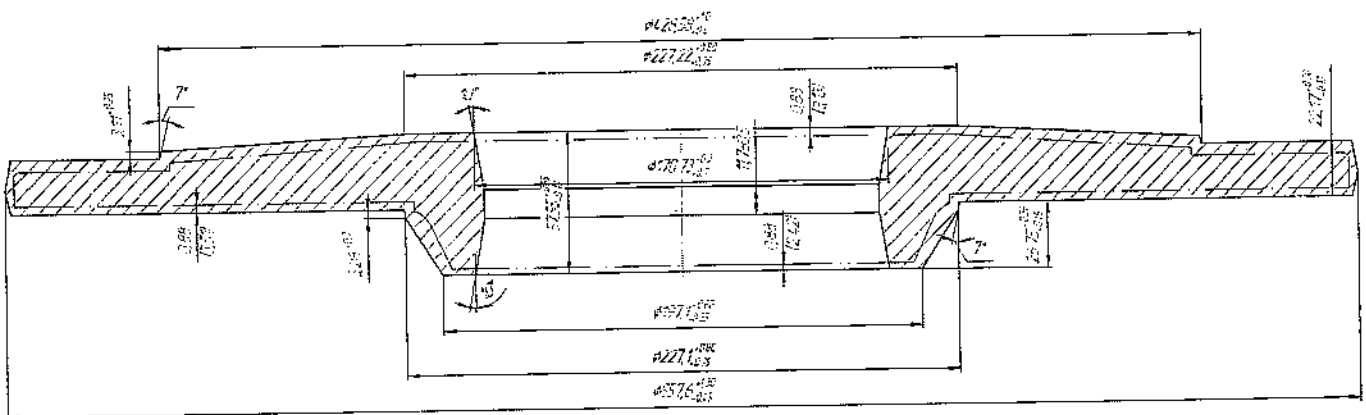


Рисунок 2.7 – Эскиз заготовки

2.4 Расчет режимов резания и нормирование технологического процесса

Расчет режимов резания выполняется на операцию 040 приведенную в соответствии с рисунком 2.8. На данной операции производится одновременное сверление 8-ми отверстий Ø15 мм с дальнейшим рассверливанием до Ø26 мм.

Исходные данные:

Станок АГС-1; мощность станка – 7; материал заготовки – Ст. 5 ГОСТ 380-88.

Рекомендуемая подача [2] при рассверливании отверстия Ø26 $S=0,2$ мм/об, уточняем по паспорту станка и принимаем $S=0,1$ мм/об.

Глубина резания при рассверливании $t=0,5(D-d)$, [2].

Скорость резания определяем по формуле [2]

Изм.	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата

15.03.05.2017.002.000 ПЗ

Лист

34

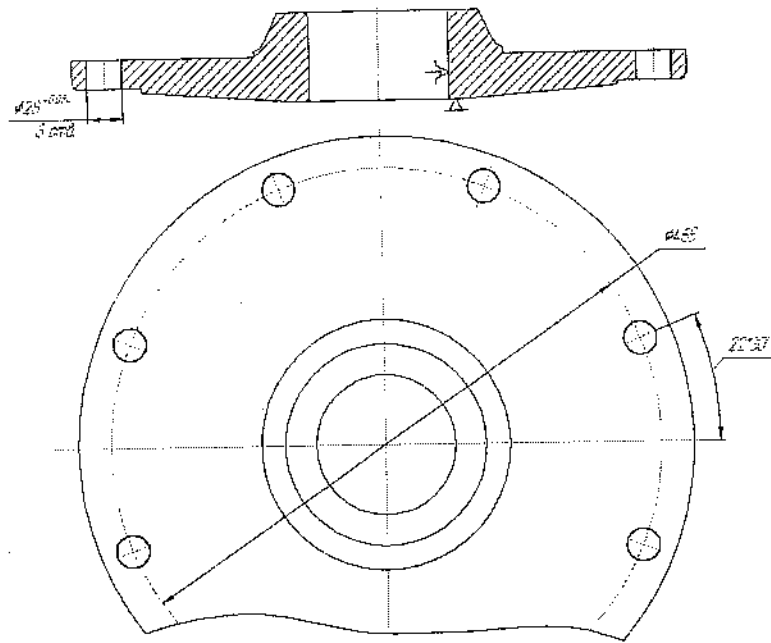


Рисунок 2.8 – Схема обработки для операции 035

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

где C_v – коэффициент скорости резания, $C_v=16,2$;

D – диаметр отверстия, $D=26$ мм;

q, m, x, y – постоянные коэффициенты;

T – период стойкости, $T=20$;

t – глубина резания, $t=5,5$ мм, учитывая припуск под зенкерование 0,5 мм;

S – подача, $S=0,1$ мм/об;

Значения постоянных $q=0,4, y=0,5, m=0,2, x=0,2$ принимаем из [2].

K_v – поправочный коэффициент на скорость резания состоящий из ряда коэффициентов

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

где K_{mv} – коэффициент качества обрабатываемого материала;

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

K_{lv} – коэффициент учитывает влияние глубины обрабатываемого отверстия, принимается по [2], $K_{lv}=1$.

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

где C_m – коэффициент характеризующий группу стали по обрабатываемости, $C_m=1$;

n – показатель степени, $n=0,9$;

σ_B – предел прочности.

Изм.	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата

15.03.05.2017.002.000 ПЗ

Лист

35

$$K_{MV} = 1 \cdot \left(\frac{750}{480} \right)^{-0.9} = 1,5625^{-0.9} = 0,67$$

Определяем скорость резания

$$V = \frac{16,2 \cdot 27^{0.4}}{20^{0.2} \cdot 5,5^{0.2} \cdot 0,1^{0.5}} \cdot 0,67 = 50,7 \text{ м/мин}$$

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

$$n = \frac{1000 \cdot 50,7}{3,14 \cdot 27} = 598 \text{ об/мин}$$

По паспорту станка принимаем число оборотов $n=250$ об/мин и определяем фактическую скорость резания;

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

$$V_{\phi} = \frac{3,14 \cdot 27 \cdot 250}{1000} = 21,2 \text{ м/мин}$$

Определяем крутящий момент и осевую силу при сверлении

$$M = 10 \cdot C_m \cdot D^q \cdot t^x \cdot S^y \cdot K_p, \text{ Н·м,}$$

где C_m – постоянный коэффициент, $C_m = 0,09$;

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

Значения постоянных $q=1$, $y=0,8$, $x=0,9$ принимаем из [2].

$$K_{mp} = \left(\frac{y_b}{750} \right)^n,$$

где n – показатель степени, $n=0,75$ [2].

$$K_{mp} = \left(\frac{480}{750} \right)^{0.75} = 0,715$$

Определяем крутящий момент

$$M = 10 \cdot 0,09 \cdot 27^1 \cdot 5,5^{0.9} \cdot 0,1^{0.8} \cdot 0,715 = 12,77 \text{ Н·м}$$

Изм.	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата

15.03.05.2017.002.000 ПЗ

Лист

36

$$P_0 = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot K_p,$$

где значения постоянных $C_p=67$, $y=0,65$ $x=1.2$ принимаем из [2].

$$P_0 = 10 \cdot 67 \cdot 5.5^{1.2} \cdot 0,1^{0.65} \cdot 0,715 = 826 \text{ Н.}$$

Мощность, затрачиваемая на резание:

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

$$N = \frac{12,77 \cdot 250}{9750} = 0,33 \text{ кВт}$$

Результаты расчетов режимов резания для остальных поверхностей сводим в таблицу 2.4

Таблица 2.4 – Режимы резания

Операция	Д, мм	L, мм	t, мм	i	S, мм/об	n, об/мин	V, м/сек	N, кВт	P _z , Н
005 ток. с ЧПУ 1п. Ø220	227,23	102	2,02	2	0,1	250	178	0,51	176
торца 1 Ø420	428,6	3	2,35	2	0,1	250	336	1,02	185
Ø550	557,6	23	2,62	2	0,1	250	437	1,42	200
торца Ø14	557,6	66	1,24	1	0,1	250	437	1,35	190
торца Ø158	227,23	31	1,24	1	0,1	250	178	0,63	216
010 ток. Ø220	227,1	3,6	2,27	2	0,1	250	180	0,58	198
Ø190	197,1	23,15	2,27	2	0,1	250	154	0,5	202,5
Ø175	173,53	58	1,4	1	0,1	250	136	0,53	240
торец 52	197,1	19	1,24	1	0,1	250	154	0,55	221
торец 28	552,36	167	1,24	1	0,1	250	434	1,34	189
015 ток. Ø220	223,18	102	1,04	1	0,1	250	181	0,53	181
Ø420	423,18	3	1,27	1	0,1	250	334	1,1	201
Ø550	552,36	17,5	0,81	1	0,1	250	434	0,88	123
торца 14	550,74	64,7	0,5	1	0,1	250	433	0,52	85
торца 158	221,1	46	0,5	1	0,1	250	218	0,3	88
020 ток. Ø220	222,56	3,88	0,94	1	0,1	250	175	0,39	140

15.03.05.2017.002.000 ПЗ

Лист

37

Изм Лист № Докум. Подп. Дата

Продолжение таблицы 2.4

Операция	Д, мм	L, мм	t, мм	i	S, мм/об	n, об/мин	V, м/сек	N, кВт	Pz, Н
Ø190	192,56	23,9	0,94	1	0,1	250	151	0,45	133
Ø75	174,55	56	0,52	1	0,1	315	137	0,28	71
торец 52	192,56	11	0,56	1	0,1	250	151	0,47	88
торец 28	550,74	167	0,56	1	0,1	250	432	0,45	80
025 ток. Ø220	221,1	4	0,55	1	0,1	315	218	0,36	95
Ø190	190,68	24	0,34	1	0,15	315	188	0,18	57
торец 52	190,68	7,7	0,34	1	0,15	315	188	0,23	88
торец 28	550,74	166	0,34	1	0,15	250	432	0,26	56
030ток. Ø220	221,1	102	0,55	1	0,1	315	218	0,4	177
Ø420	421,34	3	0,67	1	0,1	315	417	0,41	134
Ø550	550,74	15,5	0,37	1	0,1	250	432	0,38	80
торец 14	550,74	65	2,53	2	0,1	250	432	0,5	56
торец 52	221,1	23,3	0,4	1	0,15	315	218	0,45	56
035 1пер. свер.Ø15	15	42	7,5	1	0,1	250	11,7	0,23	1180
035 2пер. свер.Ø28	26	26	5,5	1	0,1	250	21,4	0,33	826
035 3пер. зенк. Ø28	28	22	1	1	0,1	355	29	0,15	115
040 1пер. свер.Ø15	15	42	7,5	1	0,1	250	11,7	0,23	1180
040 2пер. свер.Ø34	32,1	35	8,55	1	0,1	250	25,2	0,67	1020
040 2пер. зенк. Ø34	34	30	0,95	1	0,1	355	38	2,21	877
045 свер. 1пер.	6,7	23	3,3	1	0,1	355	7,5	0,51	1607
045 свер. 2пер.	8	22	0,7	1	1,25	30	0,7	0,51	1607
050 1пер. свер.	17,4	30	8,7	1	0,1	250	13,6	1,35	20,9
050 2пер. свер. M12	20	32	1,3	1	2,5	30	1,9	0,3	98
055 Хон. Ø175	175	62	0,24	1	0,01 мм/зуб	60	33	0,1	25

15.03.05.2017.002.000 ПЗ

Лист

38

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

Нормирование операций производим по справочнику [3].

Рассмотрим операцию 035 сверлильную.

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

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

где L – длина отверстия, $L=30$ мм;

l_1 – величина подвода, мм;

l_2 – величина врезания инструмента, мм;

l_3 – величина перебега инструмента, мм;

n – число оборотов инструмента, $n=710$ об/мин;

S – подача инструмента, $S=0,25$ мм/об.

Определяем по справочнику [4] $l_1 = 2$ мм, $l_2 = 4$ мм, $l_3 = 2$ мм

Определяем основное время

$$T_o = \frac{30 + 2 + 4 + 2}{710 \cdot 0,25} = 0,22 \text{ мин}$$

Штучное время на операцию определяется по формуле

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

где T_o – основное (технологическое) время, $T_o=0,22$ мин;

$T_{вс}$ – вспомогательное время;

$T_{обс}$ – время технического обслуживания;

$T_{орг}$ – время организационного обслуживания;

$T_{отд}$ – время перерыва;

Вспомогательное время представляет сумму

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

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

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

$T_{изм}$ – время на контрольные измерения

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

Вспомогательное время на установку и снятие детали определяем по [3] $T_{уст}=1,5$ мин.

Вспомогательное время связанное с переходом определяем по карте [3] $T_{пер}=0,05$ мин, а также сюда входит время на смазывание инструмента 0,1 мин, так как применяем восьмишпиндельную головку 0,8 мин, включить вращение шпинделя кнопкой 0,015 мин, время на выводы сверла для удаления стружки, по [3] 0,05 мин.

Окончательно суммируя получаем $T_{пер}=0,86$ мин.

									Лист
									39
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата	15.03.05.2017.002.000 ПЗ				

Вспомогательное время связанное с измерением определяем [3], при измерении пробкой и шаблоном, $T_{изм}=0,24+0,09=0,33$ мин.

Получаем вспомогательное время

$$T_{всп}=1,5+0,86+0,33=2,69 \text{ мин.}$$

$$T_{оп}=T_o+T_{вс}=0,22+2,69=2,91 \text{ мин}$$

Вспомогательное время на обслуживание рабочего места определяем по [3] в процентах от оперативного, 2,5 % , получаем 0,053 мин.

Время на отдых и личные надобности определяется в процентах от оперативного по [3] $T_{пер}=5\%$, получаем 0,106 мин.

Определяем штучное время

$$T_{шт}=2,75+0,053+0,106=2,91 \text{ мин}$$

Подготовительно – заключительное время на наладку станка, инструмента определяем по [4], $T_{пз}=10$ мин. Также в подготовительно-заключительное время войдет время на установку и снятие многошпиндельной головки по нормативу 20 мин, получаем $T_{пз}=30$ мин.

Остальные расчеты сводим в таблицу 2.5

Таблица 2.5 – Нормирование операций

в минутах

№ операции	T_o	T_v	$T_{шт}$	$T_{п.з}$
005	13,6	1,9	16,4	23
010	11	1,8	13,08	23
015	9,5	1,9	11,95	23
020	10,15	1,8	12,14	23
025	5,3	1,65	7,65	23
030	7,4	1,9	10,05	23
035	3,34	2,6	5,9	30
040	4,34	2,6	6,53	30
045	1,6	3,11	5,18	30
050	1,6	3,11	5,18	30
055	2,4	1,2	3,96	20
060	2,4	0,5	3,1	7

Выводы по разделу два

В данном разделе для технологического процесса изготовления детали «Диск нажимной» был проведен размерный анализ и получены межоперационные размеры и размеры заготовки с минимальными припусками под обработку.

Выполнен расчёт режимов резания. Результаты расчётов для всех обрабатываемых поверхностей сведены в таблицу. Произведено нормирование технологических операций.

3 КОНСТРУКТОРСКИЙ РАЗДЕЛ

3.1 Проектирование сверлильного приспособления

3.1.1 Разработка теоретической схемы базирования

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

На теоретической схеме базирования, показанной в соответствии с рисунком 3.1 используем опорную базу – торец, 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 1-й степени свободы при базировании детали торцом.

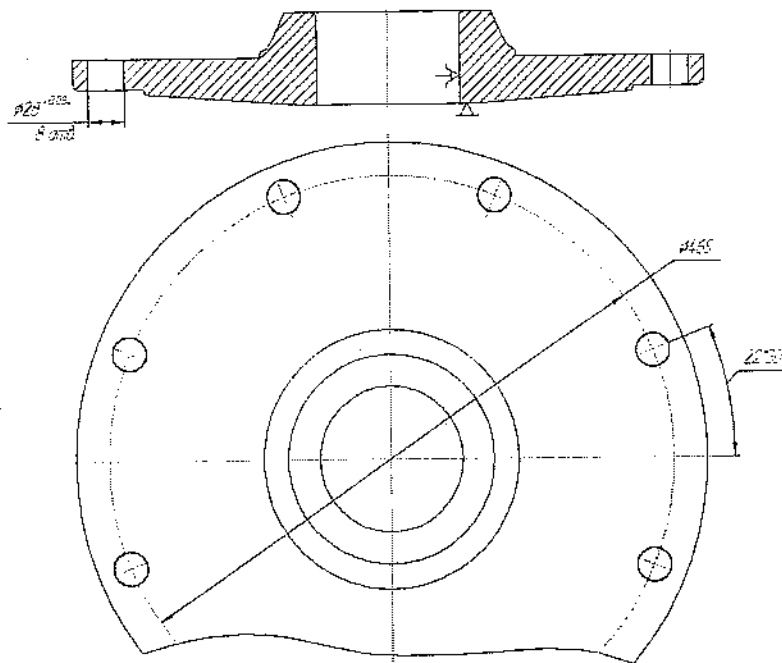


Рисунок 3.1 – Теоретическая схема базирования

3.1.2 Проектирование схемы приспособления

На основании схемы базирования разрабатываем схему приспособления, изображённую в соответствии с рисунком 3.2.

Принимаем рекомендуемый зажимной узел – рожковую мембрану (технологическая база диаметр 175Н10). Зажим происходит под действием силы Q – тянущая сила на штоке 4 привода – пневмоцилиндра. Привод принимаем двухстороннего действия.

									Лист
									41
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата	15.03.05.2017.002.000 ПЗ				

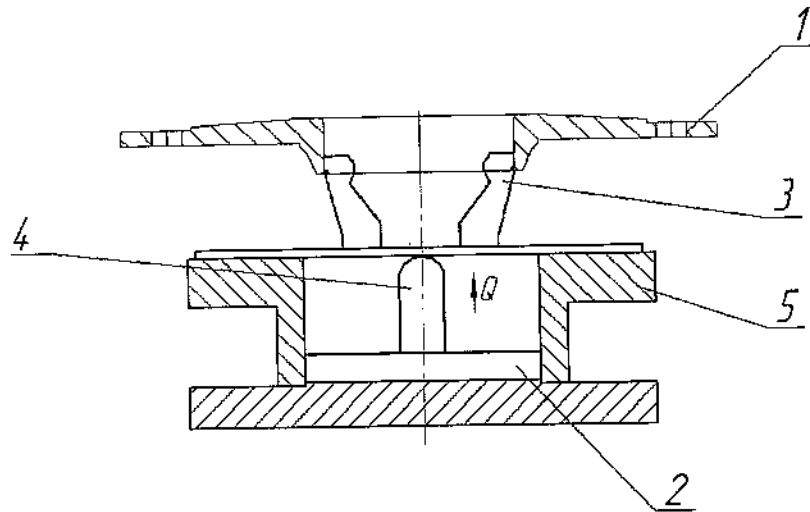


Рисунок 3.2 – Схема приспособления

Применение пневмопривода дает большие преимущества:

- 1) значительное сокращение времени на зажим и разжим (в 5 раз) вследствие быстроты пневмопривода (1 сек);
- 2) постоянство силы зажима заготовки в приспособлении;
- 3) простота управления зажимными устройствами.

Деталь 1 устанавливается на бурт рожков 3. Под действием сжатого воздуха рожки мембраны 3, при движении штока 4 вверх, расположенного в корпусе 5 поршня 2, центрируют и зажимают заготовку 1.

3.1.3 Расчет элементов приспособления

Мембраны имеют более высокую точность центрирования, чем цанги и широко применяются при центрировании и зажиме деталей при многих способах обработки. Точность центрирования в зависимости от точности базовой поверхности от 0.004 до 0.008 мм. Материал рожковых мембран – сталь 65Г с термообработкой до HRCэ 38-42 .

Диаметр наружной поверхности мембраны задаётся конструктивно. Принимаем $D=260$ мм.

Средний диаметр основания рожков

$$D_1 = \frac{7}{12} \cdot D, \text{ мм,}$$

$$D_1 = \frac{7}{12} \cdot 260 = 152 \text{ мм;}$$

Толщина мембраны

$$h = 0,025 \cdot D, \text{ мм,}$$

Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата

15.03.05.2017.002.000 ПЗ

Лист

42

$$h = 0,025 \cdot 260 = 6,5 \text{ мм.}$$

Силовой расчет приспособления.

1) Определяем радиальную силу на одном кулачке мембранного патрона обеспечивающую передачу крутящего момента $M_{\text{рез}}$:

$$W = \frac{K \cdot M_{\text{рез}}}{n \cdot f \cdot b}, \text{ Н,}$$

где K – коэффициент запаса, $K=1,4$;

n – число кулачков, $n=4$;

f – коэффициент трения между установочной поверхностью детали и поверхностью кулачков, $f=0,15$;

b – радиус базовой поверхности детали, $b=87,3$;

$M_{\text{рез}}$ – момент резания при рассверливании 8-ми отверстий $\varnothing 26$ мм,

$M_{\text{рез}}=102,1$ Нм;

$$W = \frac{1,4 \cdot 102,1}{4 \cdot 0,15 \cdot 0,873} = 273 \text{ Н}$$

2) Определяем величину момента, вызывающего изгиб диска мембраны

$$M_{\text{из}} = \frac{W \cdot n \cdot l}{2 \cdot \pi \cdot b}, \text{ Н} \cdot \text{м,}$$

где l – радиус среднего диаметра основания кулачков мембраны, $l=145$

$$M_{\text{из}} = \frac{273 \cdot 4 \cdot 0,076}{2 \cdot 3,14 \cdot 0,0873} = 151 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

3) Определяем отношение радиуса мембраны к радиусу установочной поверхности заготовки $m = \frac{a}{b}$, а по нему – момент M_3 и M_1 в долях от $M_{\text{из}}$.

По таблице [4]

$$m = \frac{0,076}{0,087} = 0,87$$

$$M_3 = 0,785 M_{\text{из}}; \quad M_1 = 0,215 M_{\text{из}}$$

$$M_3 = 0,785 \cdot 151 = 118 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$$M_1 = 0,215 \cdot 118 = 25,3 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

					15.03.05.2017.002.000 ПЗ	Лист
						43
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		

Прочностной расчёт:

$$B = \frac{E \cdot h^3}{12 \cdot (1 - m^2)}, \text{ кг см,}$$

где E – модуль упругости $E = 2,1 \cdot 10^6 \text{ кгс/см}^2$, $m = 0,3$

$$B = \frac{2100000 \cdot 10 \text{ кг/см}^2 \cdot 1,25 \text{ см}^3}{12 \cdot (1 - m^2)} = 240384,3 \text{ кг} \cdot \text{см}.$$

1) Определяем угол φ разжима кулачков при закреплении детали с наименьшим предельным размером

$$\varphi = \frac{M_3 \cdot b}{B \cdot (1 + m)}, \text{ рад,}$$

$$\varphi = \frac{118 \cdot 0,87}{240384,3 \cdot 1,3} = \frac{3091}{312499} = 0,0033 \text{ рад.}$$

2) Определяем угол φ' максимального разжима кулачков

$$\varphi' = \varphi + \frac{\delta}{2 \cdot l} + \frac{\Delta}{2 \cdot l}, \text{ рад,}$$

где δ – допуск на неточность изготовления обрабатываемой детали по базовой поверхности, $\delta = 0,03$

Δ – диаметральный зазор необходимый для возможности установки детали в приспособление [4]

$$D = 0,0008 \cdot b + 0,02, \text{ мм,}$$

$$D = 0,0008 \cdot 87,3 + 0,02 = 0,0898 \text{ мм.}$$

Определяем максимальный разжим кулачков

$$\varphi' = 0,033 + \frac{0,16}{2 \cdot 76} + \frac{0,09}{2 \cdot 76} = 0,0033 + 0,00105 + 0,000006 = 0,0044 \text{ рад}$$

3) Определяем силу Q , необходимую для разжима кулачков

$$Q = \frac{4 \cdot \pi \cdot B \cdot \varphi'}{b \cdot \log\left(\frac{b}{a}\right)}, \text{ Н,}$$

									Лист
									44
Изм.	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата	15.03.05.2017.002.000 ПЗ				

$$Q = \frac{4 \cdot 3,14 \cdot 240384,3 \cdot 0,0044}{8,7 \cdot \log\left(\frac{0,087}{0,076}\right)} = \frac{3019}{0,512} = 5900 \text{ Н}$$

Принимаем из стандартного ряда по таблице [2] ближайшие рабочие параметры стационарного пневмоцилиндра с усилием на штоке $Q=9600 \text{ Н}$, с размерами цилиндра $D=140 \text{ мм}$, штока $d=40 \text{ мм}$, при давлении сети $0,63 \text{ МПа}$.

3.1.4 Компоновка приспособления

В соответствии с рисунком 3.3 показано приспособление с рожковой мембраной для центрирования и зажима детали при сверлении 8-ми отверстий одновременно.

При установке детали в приспособлении она кладется в буртик рожков мембраны поз.2. Приспособление центрирующее, при зажатии заготовки, она равномерно закрепляется, тем самым устанавливается по центру.

Сжатый воздух из сети цеха подаётся в нижнюю полость пневмоцилиндра корпуса поз.1. Поршень поз. 9, закрепленный на штоке поз.3 гайкой поз.15, движется вверх и нажимает на мембрану поз.2 деформируя ее. В результате все шесть рожков расходятся равномерно от центра, центрируя и зажимая устанавливаемую заготовку. Диаметр центрирующей поверхности рожков на $0,1 \text{ мм}$ меньше, чем номинальный диаметр базовой поверхности обрабатываемой заготовки.

После сверления отверстий и подъёма многошпиндельной головки сжатый воздух отключают и мембрана от внутренних напряжений возвращается в исходное состояние открепляя деталь и отталкивая шток пневмоцилиндра.

Воздух подается через штуцер поз.13 ввернутый в корпус поз.1 приспособления. В корпусе поз.1 и в элементах приспособления выполнены отверстия для подачи воздуха. Пневмоцилиндр снизу закрыт плитой поз.5 закрепленной винтами поз.19, служащей основанием приспособления, а сверху закрыт крышкой поз.7, прикрепленной к корпусу болтами поз.18.

Шток поз.3 направляется втулкой поз.4, а штоковая полость изолируется при помощи уплотнения поз.6.

От проворота приспособление удерживается направляющими проходящими в отверстиях втулок поз.8 установленных в корпусе приспособления закрепленных винтами поз.25. Поршень поз.9 работает при помощи кольца поз.10 прикрепленного диском поз.8 и болтами поз.16 к поршню. Мембрана поз.2 крепится к крышке поз.7 болтами поз.17. Поршень поз.9 фиксируется на штоке поз.3 гайкой поз.15.

3.2 Проектирование хонинговальной головки

3.2.1 Характеристика хонингования

Хонингование применяется как окончательная (отделочная) операция обработки точных отверстий и является более эффективной технологической операцией

									Лист
									45
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата	15.03.05.2017.002.000 ПЗ				

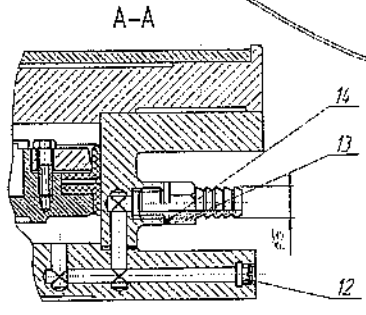
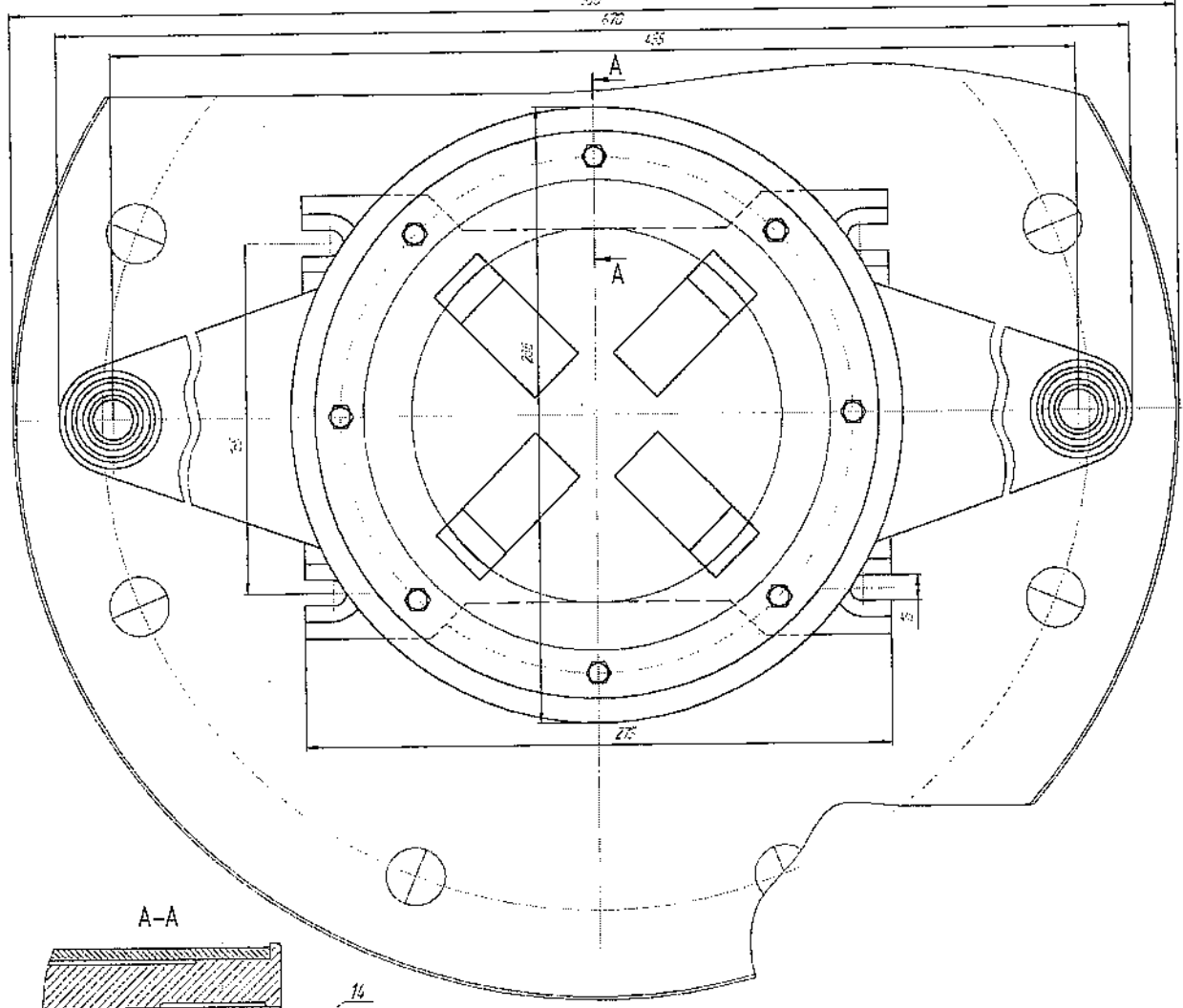
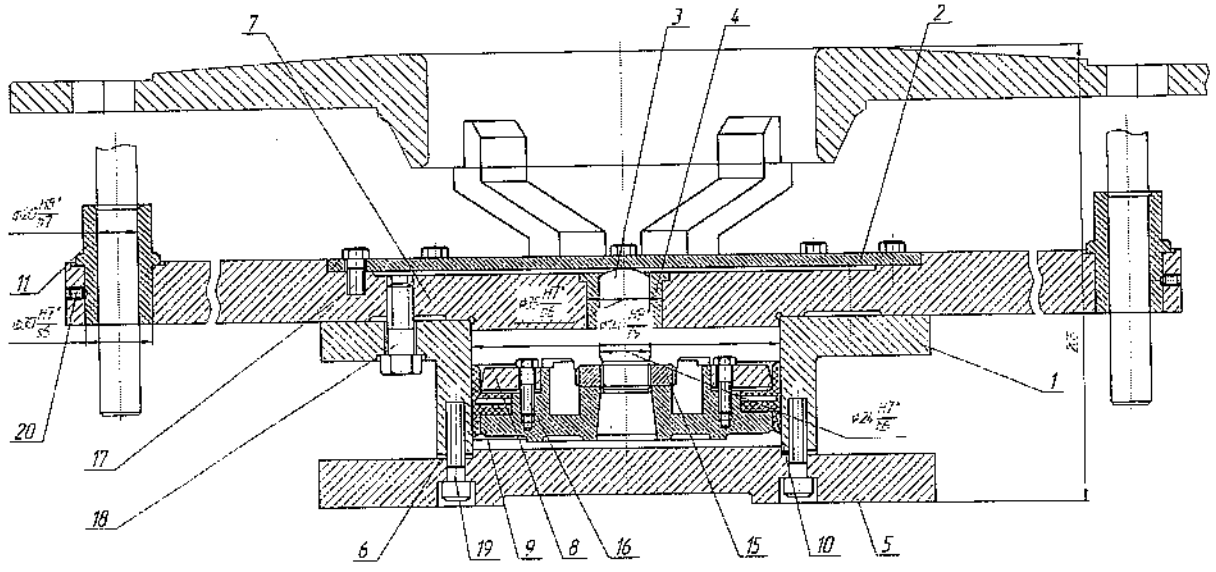


Рисунок 3.3 – Приспособление для сверления 8-ми отверстий

Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата

15.03.05.2017.002.000 ПЗ

чем притирка. Применяют для отверстий диаметром от 6 до 1500 мм и длиной от 10 мм до 20 м. Хонингование снижает отклонения формы и повышает размерную точность, уменьшает параметр шероховатости поверхности, сохраняет микротвердость и структуру поверхностного слоя, увеличивает несущую поверхность и остаточные сжимающие напряжения.

При хонинговании в резании одновременно участвует большое количество абразивных зерен, что обеспечивает высокую производительность, низкое удельное давление и низкую температуру в зоне резания (50-150 С), то есть отсутствуют физические причины образования в поверхностном слое микротрещин и прижогов, а также остаточных напряжений растяжения. При контакте рабочей поверхности бруска с обрабатываемой поверхностью заготовки происходит царапание металла одновременно большим числом абразивных частиц. Размер таких частиц при хонинговании составляет 20-100 мкм. Происходит микрорезание со снятием тончайших стружек и трение с пластическим оттеснением металла.

3.2.2 Обоснование выбора брусков для хонингования

Широкое распространение на операциях хонингования получили алмазные бруски, что обусловлено значительным повышением их стойкости и режущей способности по сравнению с брусками из электрокорунда. Износ алмазнометаллических брусков в 150-250 раз меньше абразивных благодаря чему упрощается наладка и стабилизируется качество обработки [5]

Также главным преимуществом алмазного хонингования является эффективное исправление исходных погрешностей геометрической формы отверстия, создание благоприятных предпосылок для широкого внедрения активного контроля [5].

Вследствие высокой стойкости алмазных брусков (в ряде случаев одним комплектом брусков обрабатывается до 30 тыс. изделий) повышается точность косвенного контроля и расширяются возможности его использования.

Специфика обработки такова, что абразивные бруски самозатачиваются путем скалывания и вырывания затупившихся зерен из связки. Но при использовании брусков из сверхтвердых абразивов (алмаз) зерна длительное время сохраняют свою остроту, преобладает микроскалывание зерен, а не вырывание их, что значительно повышает стойкость брусков.

Алмазные бруски изготавливаются в основном из синтетических алмазных порошков высокой прочности. Марку алмазного порошка принимаем из [5] для припуска на диаметр 0,2 для стали незакаленной зернистость 250/200, марка АС6 (АС - алмаз синтетический). Показатель прочности зерна алмазных порошков регламентирован ГОСТ 9206-80Е, по [5] прочность зерна алмазных порошков при статическом сжатии, для зернистости 250/200 и марки АС6 составляет не менее 9.2 Н.

Бруски состоят из алмазносного слоя и металлического корпуса, прочно соединенных между собой. Концентрация алмаза в алмазносном слое составляет 50-150%. За 100% концентрацию принято содержание алмаза 0,88 мг в 1 см³ алмазносного слоя.

Наиболее эффективно снижает отклонения формы хонинговка с четным чис -

									Лист
									47
Изм.	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата	15.03.05.2017.002.000 ПЗ				

лом диаметрально расположенных брусков по окружности. Суммарная ширина комплекта брусков должна составлять 0,15 - 0,35 длины окружности.

Определяем длина окружности

$$L = 2 \cdot r \cdot \pi, \text{ мм,}$$

где r – радиус обрабатываемого отверстия, $r=65\text{мм}$

$$L = 2 \cdot 3.14 \cdot 65 = 408,2 \text{ мм}$$

Определяем суммарную длину,

$$L_s = 0,2 \cdot L, \text{ мм,}$$

$$L_s = 0,2 \cdot 408,2 = 97,34 \text{ мм}$$

Принимаем размеры алмазных хонинговальных брусков по [5]

Ширина бруска $B=12$ мм, высота $H=6$ мм, длина $L=70$ мм, толщина алмазносного слоя $S=2$ мм. Длина бруска при обработке коротких отверстий принимается равной длине отверстия.

Определяем число брусков

$$n = \frac{L_s}{B}, \text{ шт,}$$

$$n = \frac{97,34}{12} = 8,11 \text{ шт}$$

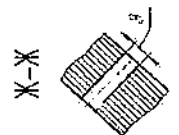
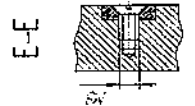
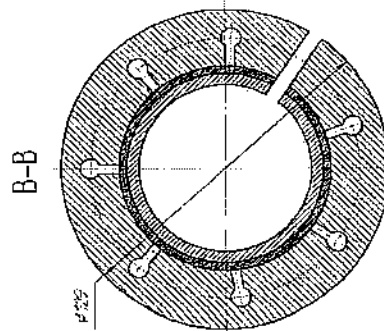
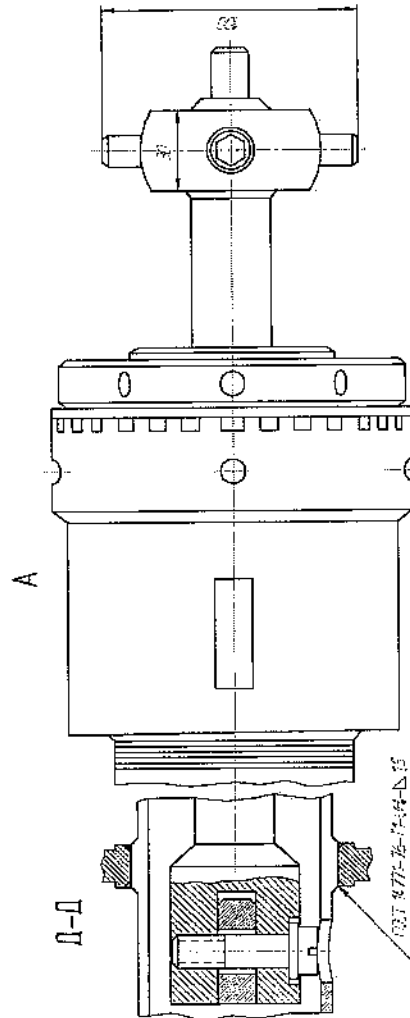
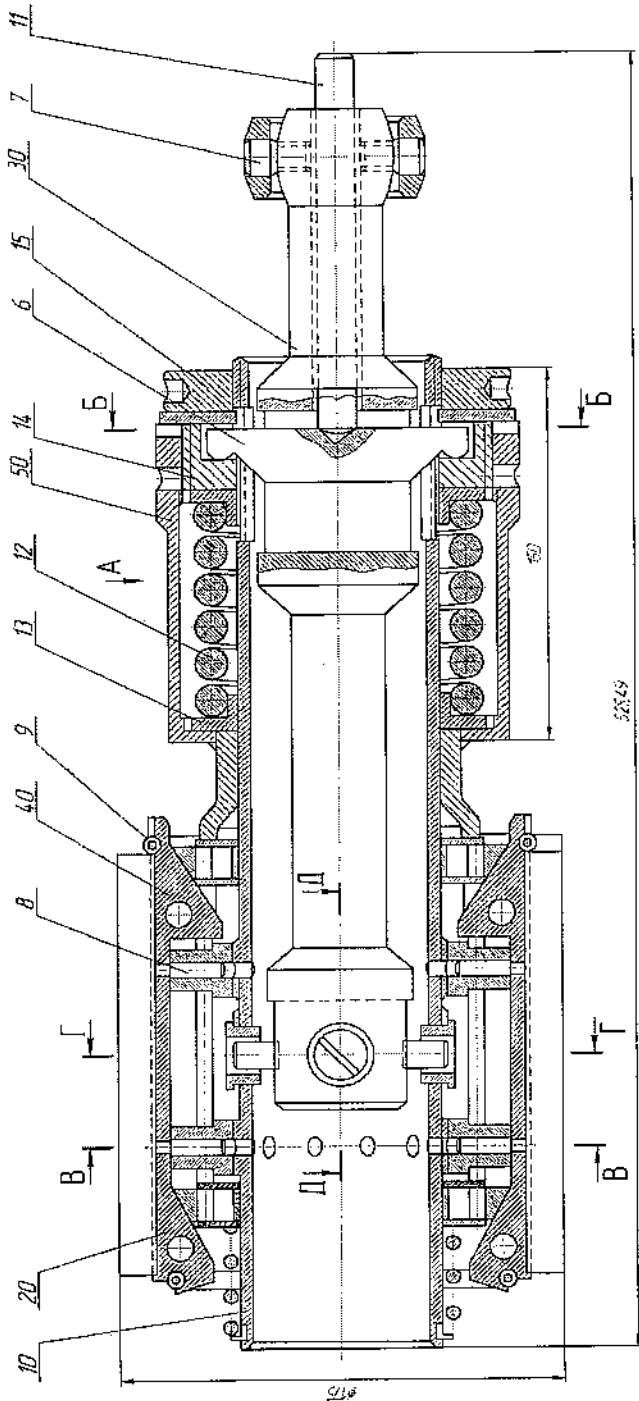
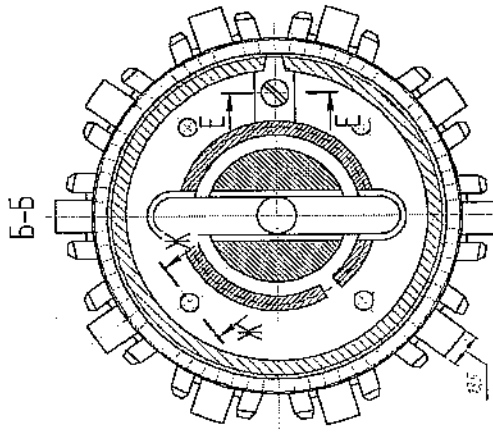
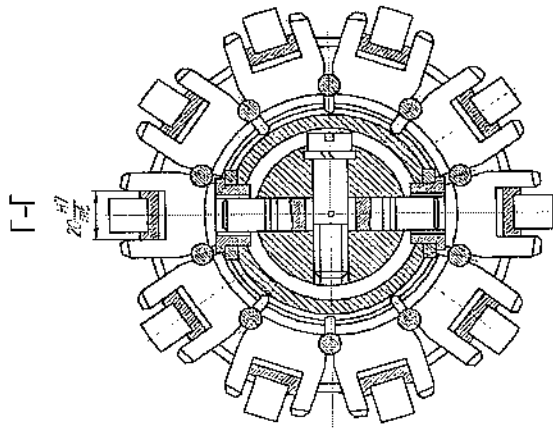
принимаем число брусков 8 штук.

2.3.3 Выбор конструкции хонинговальной головки и компоновка

В соответствии с рисунком 3.4 показана головка применяющаяся для обработки отверстий диаметром от 40 до 280 мм. Основными рабочими деталями головки являются стальной пружинящий корпус поз. 1, выполненный в виде пустотелого цилиндра и двух дисков поз.2, разрезанных вдоль оси на всю длину. Корпус головки соединяется со шпинделем станка через шарнирный валик поз. 3 и поводок поз.6, выполненный в виде сферической шайбы с двумя штырями, которые вводятся в штыковой замок патрона. Обоймы поз.4 с алмазными брусками снабжены двумя штифтами поз.8, которые входят в отверстия корпуса по ходовой посадке и удерживаются пружинами поз.12.Разжим брусков может быть осуществлен вручную с помощью гайки поз.10, после ввода головки в обрабатываемое отверстие или от шпинделя станка через толкатель поз.11 и поводок поз.6.

Пружина поз.12 в момент начала хонингования должна быть сжата до соприкосновения витков.

									Лист
									48
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата	15.03.05.2017.002.000 ПЗ				



Рисунки 3.4 – Хонинговальная головка

Изм.	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата

15.03.05.2017.002.000 ПЗ

Перед началом работы она получает предварительный натяг с помощью гайки поз.10, величина которого определяется практически в зависимости от обрабатываемого диаметра, длины, припуска и характеристики брусков.

Контроль величины осевого перемещения гайки поз.10 осуществляется с помощью делений на стакане поз.5 Цена делений 0,1 мм.

Эластичность разрезного корпуса улучшает чистоту обрабатываемой поверхности, но снижает возможности головки в получении высокой точности размеров отверстия и устранения погрешностей расположения поверхностей ограничены, так как только головка самоустанавливается по обрабатываемому отверстию.

3.3 Проектирование контрольного приспособления для замера торцевого и радиального биения

3.3.1 Разработка схемы замера

На схеме измерения, показанной в соответствии с рисунком 3.5, на оправку 2 надевается деталь 1, и, вращая деталь, при помощи головок 3 снимаются показания.

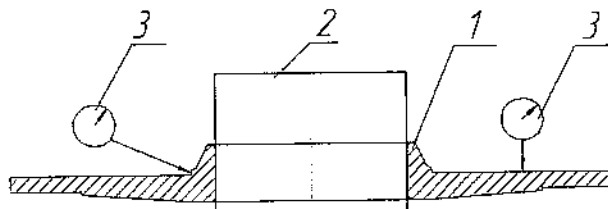


Рисунок 3.5 – Схема измерения

3.3.2 Разработка схемы приспособления

Базирование изделия при контроле радиального и торцевого биения производится по поверхности, которая указана в качестве базы и обозначении допуска. В качестве применяемого устройства выбираем оправку с прецизионным вращением. Схема приспособления разработана в соответствии с рисунком 3.6

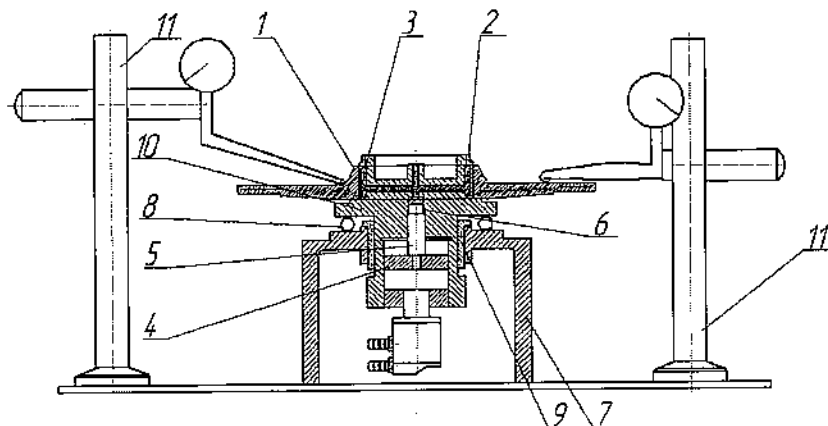


Рисунок 3.6 – Схема приспособления

					15.03.05.2017.002.000 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		
					50	

Принимаем для контроля радиального и торцового биений поверхностей детали ступица относительно базового отверстия приспособление с центрирующим элементом – разжимной втулкой, которая служит для выборки зазоров. Кольцевая полость втулки заполняется рабочей средой - гидропластом. Давление на стенках втулки создается при вдавливании гидропласта посредством плунжера. В результате втулка равномерно разжимается надежно центрируя деталь. Приспособление обладает высокой точностью до 0,002 - 0,005 мм. Материал втулки сталь 38ХСА с твердостью 47 HRCэ.

Оправка своим нижним концом вращается во втулке корпуса приспособления вместе с деталью. Для легкости вращения между торцами втулки и оправки предусмотрен сепаратор с шариками. Приспособление многомерное и позволяет вести контроль всех отклонений поверхностей детали не переустанавливая деталь. Используются индикаторы часового типа.

Предлагаю механизировать приспособление запроектировав пневмопривод для зажима детали, встроить пневмоцилиндр. Гидропластовая оправка представляет собой металлическую тонкостенную втулку 2 с залитой в ее полости гидропластмассой 3. Под давлением гидропластмассы стенки втулки деформируются и равномерно по поверхности зажимают деталь 1. Давление гидропластмассы создается посредством силы Q, передаваемой от силового привода – пневмоцилиндра, от поршня 4 через шток 5 плунжеру 6. Пневмоцилиндр вмонтирован в оправку 10. Оправка 10 будет вращаться во втулке 9 установленной в корпусе 7, опираясь на подшипник 8.

Измерительное устройство представляет собой штатив 11, который как и зажимное устройство установлен на плите. По штативу перемещается державки с индикатором и рычагом.

3.3.3 Расчет элементов приспособления

Расчет тонкостенной втулки производим по методике [6]:

1) диаметр D втулки принимается равным диаметру базового отверстия заготовки, из размерного анализа $D=175\text{мм}$.

2) толщина h тонкостенной втулки определяем по [6]

$$h = 0,025 \cdot D, \text{ мм},$$

$$h = 0,025 \cdot 175 = 4,3 \text{ мм}$$

3) максимальный радиальный зазор S_{\max} между установочной поверхностью втулки и базовой поверхностью детали когда она не зажата:

$$S_{\max} = D_{z \max} - D_{\min}, \text{ мм},$$

где $D_{z \max}$ – максимальный диаметр детали, $D_{z \max} = 175,04 \text{ мм}$;

								Лист
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата	15.03.05.2017.002.000 ПЗ			51

D_{\min} – минимальный диаметр втулки, $D_{\min} = 174,85$ мм.

$$S_{\max} = 175,04 - 174,85 = 0,19 \text{ мм.}$$

4) допустимая деформация тонкостенной части втулки (увеличение диаметра) в ее средней части:

$$\Delta D_{\text{доп}} = 0,003 \cdot D, \text{ мм,}$$

$$\Delta D_{\text{доп}} = 0,003 \cdot 175 = 0,525 \text{ мм,}$$

5) натяг при зажиме заготовки

$$\delta = \Delta D_{\text{доп}} - S_{\max}, \text{ мм,}$$

$$\delta = 0,525 - 0,19 = 0,335 \text{ мм}$$

при $\Delta D_{\text{доп}} \geq S_{\max}$ втулка центрирует и зажимает заготовку.

6) гидростатическое давление Мн/м^2 :

$$P = \frac{2D_{\text{доп}} \cdot E \cdot h}{D^2}, \text{ Мн/м}^2,$$

где E – предел упругости, $E = 2,1 \cdot 10^6 \text{ Мн/м}^2$.

$$P = \frac{2 \cdot 0,525 \cdot 2,1 \cdot 10^6 \cdot 4,3}{175^2} = 310 \text{ Мн/м}^2.$$

7) диаметр плунжера для передачи внешней силы давления на гидропластмассу.

$$d = 1,5 \cdot \sqrt{D}, \text{ мм,}$$

$$d = 1,5 \cdot \sqrt{175} \approx 20 \text{ мм.}$$

Принимаем диаметр плунжера 20 мм. Материал плунжера сталь 45 с термообработкой до HRC 45.

8) сила зажима

$$Q = \frac{p \cdot d^2}{4} \cdot P, \text{ Н,}$$

где P – гидростатическое давление, $P=310 \text{ Мн/м}^2$;

d – диаметр плунжера, $d=20$ мм.

					15.03.05.2017.002.000 ПЗ	Лист
						52
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		

$$Q = \frac{3,14 \cdot 20^2}{4} \cdot 310 \approx 990 \text{ Н}$$

9) высота рабочей полости под гидропластмассу

$$H = 2 \cdot \sqrt[3]{D}, \text{ мм,}$$

$$H = 2 \cdot \sqrt[3]{175} \approx 11 \text{ мм}$$

10) длина посадочного пояса втулки

$$T = 2,5 \cdot \sqrt[3]{D}, \text{ мм,}$$

$$T = 2,5 \cdot \sqrt[3]{175} \approx 14 \text{ мм}$$

11) сопряжение втулки с корпусом выполняют по посадке с натягом по 7 качеству точности.

Расчет поршневого пневмопривода

Поскольку силовой нагрузки от сил резания приспособление не имеет, поэтому выбираем диаметр пневмоцилиндра из нормализованного ряда с учетом надежности закрепления детали, то есть с развиваемой силой на штоке большей чем расчетная.

По [6] принимаем пневмоцилиндр диаметром 80 мм с параметрами: диаметр штока 22 мм; статическая сила на штоке $Q_T = 1750 \text{ Н}$.

3.3.4 Компоновка приспособления

В соответствии с рисунком 3.7 представлено приспособление с пневмоцилиндром для центрирования и зажима детали посредством гидропластовой оправки.

Измеряемая деталь устанавливается на гидропластовую оправку поз.5. Оправка поз.5 вращается во втулке поз.8 установленной в корпусе поз.6. Трущаяся поверхность втулки получает смазку по каналам выполненным в корпусе поз.6 посредством масленки поз.36 ввернутой в корпус.

Внутри оправки поз.5 сделаны каналы и полости, которые заполнены гидропластмассой поз.29. Гидропластмасса заливается в оправку поз.5 через отверстия закрываемые винтами поз.31. Винт поз. 14 служит для некоторой регулировки давления гидропластмассы.

Тонкостенная втулка поз.13 является зажимным элементом оправки, фиксируется посредством гайки поз.9.

Оправка поз.5 опирается на подшипник поз.40, который вращается на диске 11 закрепленном на корпусе поз.6 винтами поз.27. Полость подшипника поз.40 закры-

									Лист
									53
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата	15.03.05.2017.002.000 ПЗ				

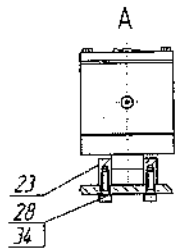
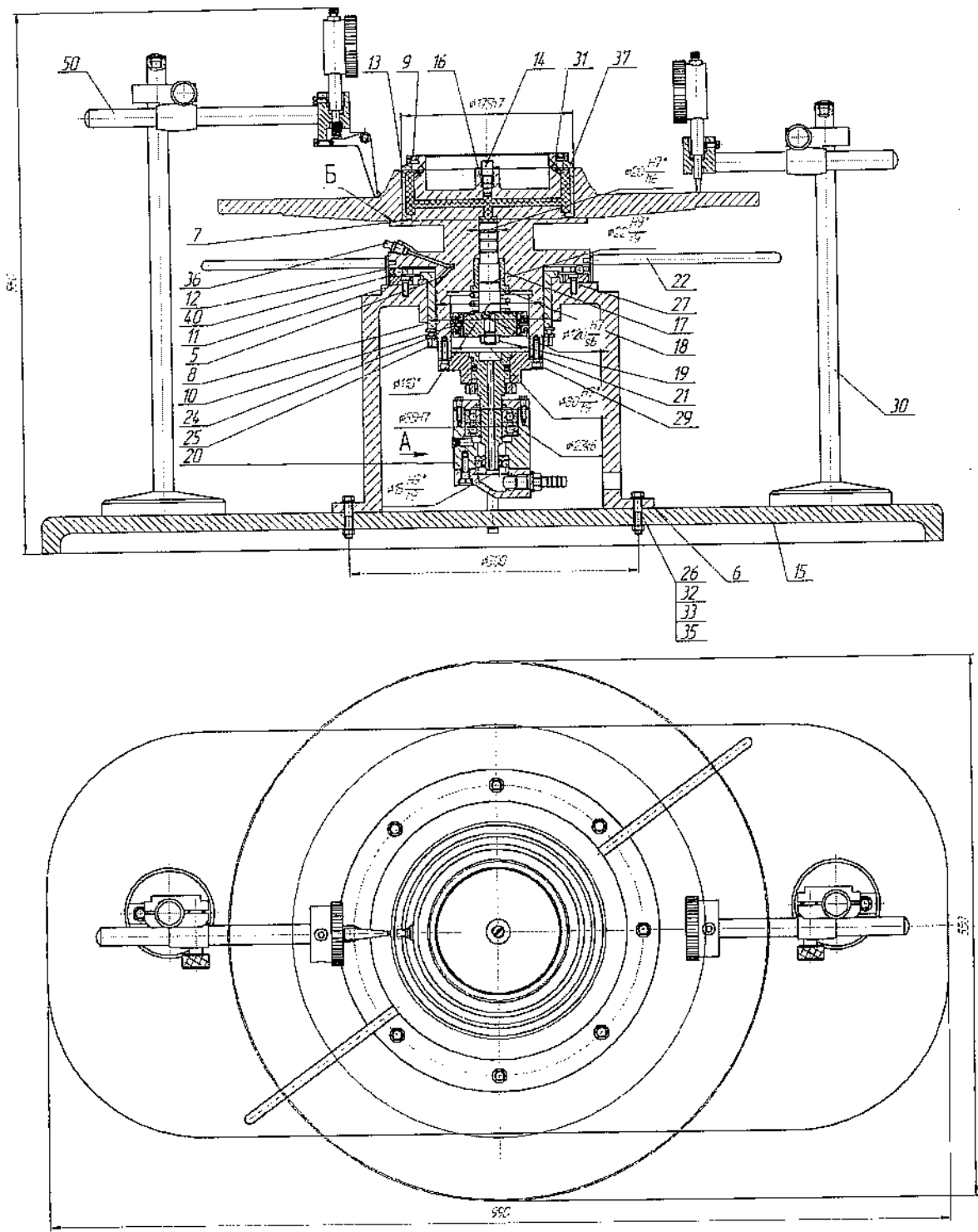


Рисунок 3.7 – Приспособление для контроля торцового и радиального биения

					Лист
15.03.05.2017.002.000 ПЗ					54
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата	

та кожухом поз.12 прикрепленном к оправке поз.5 ручками поз.22, за которые оправку вращают при измерении.

В нижней части оправки поз.5 выполнен пневмоцилиндр, внутри которого совершает рабочие движения поршень поз.10 со штоком поз.18. На конце штока выполнен плунжер, работающий в отверстии оправки поз.5. Для направления штока с плунжером служит втулка поз.17 установленная в оправке поз.5. Нижняя полость пневмоцилиндра закрывается крышкой закрепленной на оправке при помощи винтов поз.29, и уплотняется прокладкой поз.21. В крышке вмонтирована вращающаяся муфта поз.20.

Гидропластмасса равномерно давит на стенки металлической тонкостенной втулки зажимая и центрируя контролируемую деталь. Корпус поз.6 крепится к плите поз. 15 болтами позиции 26, гайками поз.32 и шайбами поз.33, поз.35.

Деталь опирается торцом на кольцо поз.7 установленное на оправке поз.5.

Измерительное устройство представляет собой штатив поз.30 установленный на основании поз.15 приспособления. Тип измерительного прибора - индикатор часового типа ИЧ10 по ГОСТ 577-68 с диапазоном измерения 0-10 мкм, допускаемой погрешностью 0,02 мкм, ценой деления 0,01 мкм.

3.3.5 Расчет приспособления на точность

Погрешность приспособления определяется формулой [7]

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

где Δ_1 – погрешность, вызываемая вариациями в показаниях индикатора, величина которых составляет $\Delta_1 = 0,002$ мм;

Δ_2 – погрешность центрирования базовой втулки, ориентировочно $\Delta_2 = 0,01$ мм;

Δ_3 – погрешность изготовления тонкостенной втулки $\Delta_3 = 0,005$ мм;

$$Y_{\text{сум}} = 1,2 \cdot \sqrt{0,002^2 + 0,01^2 + 0,005^2} = 0,013 \text{ мм.}$$

Допуск на радиальное биение детали при изготовлении ограничен величиной 0,15 мм.

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

$$D_{\text{отн}} = \frac{0,013}{0,15} = 0,085 = 8,5\%.$$

Погрешность приспособления при измерении торцевой поверхности

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

									Лист	
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата	15.03.05.2017.002.000 ПЗ					55

где D_1 – погрешность, вызываемая вариациями в показаниях индикатора, величина которых составляет $\Delta_1 = 0,002$ мм;

D_2 – погрешность торцевого биения оправки, ориентировочно $D_2 = 0,015$ мм;

D_3 – погрешность изготовления $D_3 = 0,005$ мм;

$$y_{\text{сум}} = 1,2 \cdot \sqrt{0,002^2 + 0,015^2 + 0,005^2} = 0,02 \text{ мм.}$$

Допуск на торцевое биение детали при изготовлении ограничен величиной 0,1 мм.

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

$$D_{\text{отн}} = \frac{0,02}{0,1} = 0,2 = 20\%.$$

Вывод по разделу три

Было разработано сверлильное приспособление для одновременного сверления 8-ми отверстий с точностью центрирования 0,005 мм, что обеспечивает заданную точность поверхностей детали при обработке.

Для повышения производительности и качества разработана хонинговальная головка.

Было разработано центрирующее контрольное приспособление. Проверка приспособления показала, что приспособление пригодно к использованию и обеспечивает проверку требований торцевого и радиального биений заданного на детали.

					15.03.05.2017.002.000 ПЗ	Лист
						56
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		

4. СТРОИТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ

4.1 Выбор и определение количества оборудования

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

Таблица 4.1 – Исходные данные

Номер операции	Наименование операции	Модель станка	Нормы времени				Разряд рабочих
			T _о	T _в	T _ш	T _{п.з}	
005	Токарная с ЧПУ	1512МФ3	56,95	10,95	71,27	23	4
035	Сверлильная	АГС-1	10,88	11,42	22,79	30	3
055	Хонинговальная	ЗН84	2,4	1,2	3,96	20	4
060	Слесарная	верстак	2,4	0,5	3,1	7	2

Определяем количество станков.

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

где F_д – действительный годовой фонд работы оборудования, F_д = 4015 часов
N_{пр} – годовой приведённый выпуск деталей, N_{пр} = 50000 шт.

$$S_{\text{расч.005.}} = \frac{72,03 \cdot 20000}{4015 \cdot 60} = 5,98$$

Принимаем S_{пр}=6.

Определяем коэффициент загрузки

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

$$K_{z,005} = \frac{5,98}{6} = 0,99$$

Остальные расчёты сводим в таблицу 4.2.

Таблица 4.2 – Количество потребного оборудования

Номер операции	Модель станка	N _{пр} шт.	F _д ч	T _{шк} мин	S _{расч} шт.	S _{пр} шт.	K _з
005	1512МФ3	5000	4015	72,03	5,98	6	0,99
035	АГС-1			23,79	2,22	3	0,74
055	ЗН84			4,63	0,38	1	0,38
060	верстак			3,33	0,28	1	0,28

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

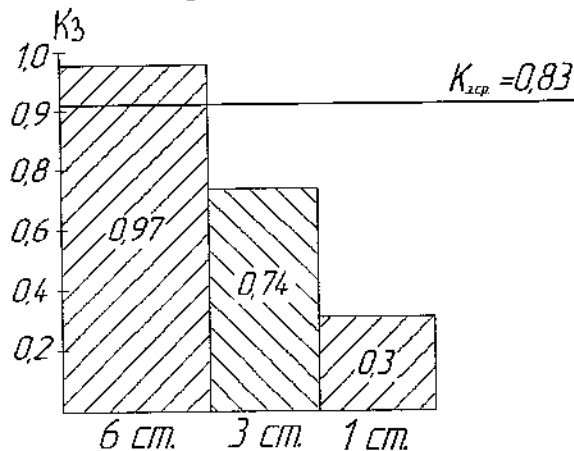


Рисунок 4.1 – График загрузки оборудования

4.2 Определение необходимого состава работающих и их численности

4.2.1 Многостаночное обслуживание

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

При выполнении операций, включающих два и более переходов, выполняемых на универсальных станках с ручным управлением, для определения возможности многостаночного обслуживания необходимо построить циклограмму многостаночного обслуживания. В соответствии с рисунком 4.2 приведена циклограмма многостаночного обслуживания для 005 операции.

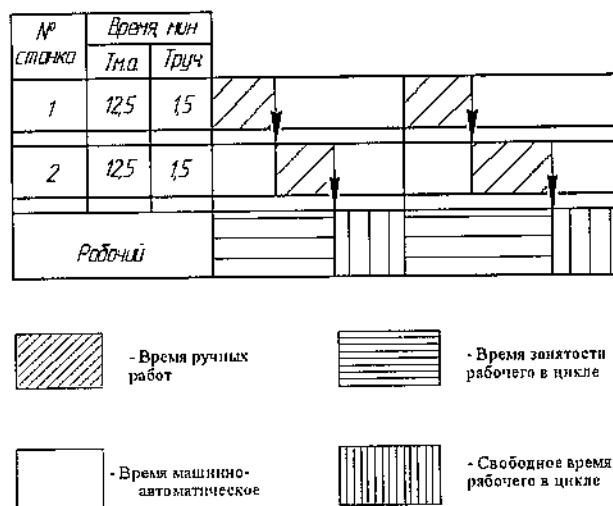


Рисунок 4.2 – Циклограмма многостаночного обслуживания для 005 операции

Расчет для операции с ЧПУ: $T_o = 57,95$; $T_b = 10,95$
 $T_b = T_{бу} + T_{мв}$

$$T_{бу} = 0,5;$$

$$T_{руч.} = 0,5 + 1 = 1,5$$

$$T_{м.авт.} = 57,95 + 1,5 = 59,45$$

$$S_m = 1,5 / 59,45 + 1 = 1,02 \text{ мин}$$

Принято $S_m = 2$ шт.

4.2.2 Определение количества вспомогательных рабочих

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

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

$$R_{вс} = \frac{13 \cdot 20\%}{100\%} = 2,6 \text{ чел.}$$

где R_c – количество рабочих станочников, $R_c = 13$ чел.

4.2.3 Определение количества инженерно - технических работников

К категории ИТР механического цеха относятся начальник цеха и его заместители, старшие и сменные мастера, технологи, механики, специалисты по вычислительной технике и системам управления и т.д. Нормы для расчета числа ИТР приведены в [8]

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

$$R_{итр} = \frac{13 \cdot 21\%}{100\%} = 2,7 \text{ чел.}$$

4.2.4 Определение количества служащих

Категория служащих включает работников цеховой бухгалтерии, учетчиков, табельщиков, распределителей работ, копировщиков, секретарей и др. Создание АСУ для бухгалтерского учета позволяет централизовать эту работу в масштабе завода, а в цехах иметь лиц, ведущих лишь первоначальную бухгалтерскую документацию. Численность служащих определена по нормам, приведенным в [8]

									Лист
									59
Изм.	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата	15.03.05.2017.002.000 ПЗ				

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

$$R_{\text{сп}} = \frac{13 \cdot 1,7\%}{100\%} = 0,22 \text{ чел.}$$

4.2.5 Определение количества работников технического контроля

Работники технического контроля в состав работающих цеха не включаются, а их численность может быть найдена по нормам, представленным в [8].

Рассчитываем число контролёров R_k

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

$$R_k = \frac{13 \cdot 9\%}{100\%} = 1,17 \text{ чел.}$$

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

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

$$R_{\text{км}} = \frac{13 \cdot 0,8\%}{100\%} = 0,104 \text{ чел.}$$

4.3 Определение площади складов

Величину площади складов определяют исходя из необходимости хранения определенного количества запаса металла, заготовок, полуфабрикатов или деталей с учетом допустимой грузонапряженности пола складского помещения по [8]

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

где Q_0 – общий черновой вес материалов или заготовок, подлежащих механической обработке в течение года, $Q_3 = 706 \text{ т}$; $Q_d = 620 \text{ т}$;

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

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

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

					15.03.05.2017.002.000 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		60

В соответствии с рисунком 4.3 представлен мостовой однобалочный кран

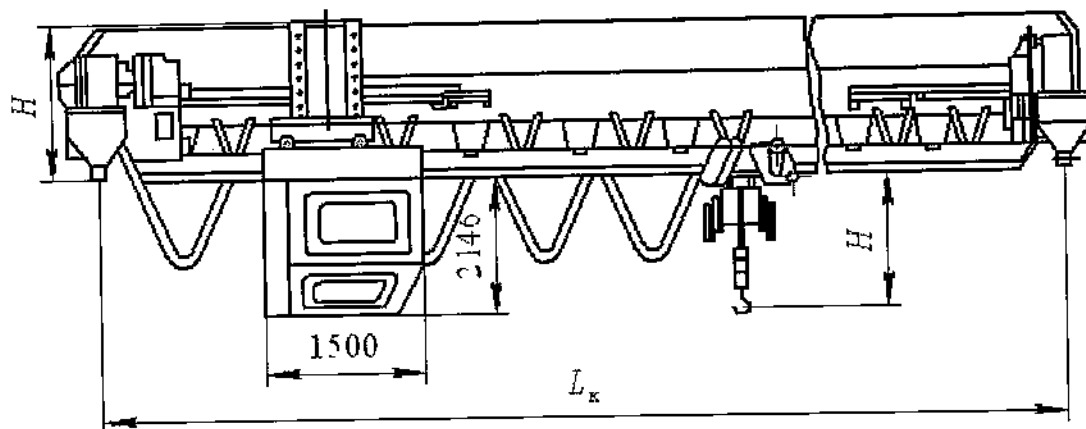


Рисунок 4.3 – Кран мостовой однобалочный

4.6 Выбор способа транспортирования стружки

Несмотря на внедрение экономичных методов производства заготовок в процессе обработки резанием образуется значительное количество стружки. Стружку, прежде всего, необходимо отвести из зоны образования, а далее транспортировать ее к месту сбора и переработки.

Это сделало необходимым разработку многих специальных средств для уборки и утилизации стружки. Для уборки стружки из рабочей зоны современные многошпиндельные станки имеют специальные устройства шнекового, скребкового или инерционного типа, которые перемещают стружки в короб или люк, расположенные с тыльной стороны станка.

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

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

Выбираю скребково-штанговую конструкцию представленную в соответствии с рисунком 4.4, когда на штанге шарнирно закреплены скребки, сдвигающие стружку при движении штанги.

Изм.	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата

15.03.05.2017.002.000 ПЗ

Лист

63

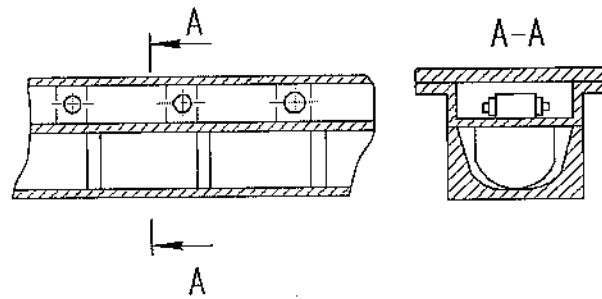


Рисунок 4.4 – Секция скребково-штангового конвейера

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.

Площадь, занимаемую станками $F_{ст}$, можно подсчитать по формуле

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

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

$f_{уд}$ – удельная производственная площадь, приходящаяся на 1 станок данного типоразмера, $f_{уд}=21 \text{ м}^2$.

$$F_{ст} = \sum 10 \cdot 25 = 250 \text{ м}^2.$$

Рассчитываем массу стружки

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

где $m_{дет}^Б = 31 \text{ кг}$ – масса детали;

$m_{заг}^Б = 35,3 \text{ кг}$ – масса заготовки для детали.

$$m_{стр} = \frac{(35,3 - 31) \cdot 20000}{1000} = 86 \text{ т.}$$

$$\frac{m_{стр}}{S_{уд}} = \frac{86}{250} = 0,34 \text{ т/м}^2.$$

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

					15.03.05.2017.002.000 ПЗ	Лист
						64
Изм.	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		

4.7 Планировка участка, определение его основных размеров

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

При разработке планировки учитываются следующие основные требования:

- 1) оборудование в цехе размещается в соответствии с принятой формой организации технологических процессов.
- 2) расположение оборудования, проходов и проездов гарантирует удобство и безопасность работы, возможность монтажа и демонтажа, ремонта оборудования; удобство подачи заготовок и инструмента; удобство уборки отходов;
- 3) планировка увязана с применяемыми подъемно-транспортных средств;
- 4) в планировках предусмотрены кратчайшие пути перемещения заготовок, деталей, узлов в процессе производства, исключая обратные движения. Грузопотоки не пересекаются между собой, а также не пересекают и не перекрывают основные проезды, проходы и дороги, предназначенные для движения людей. В таблице 4.3 приведены нормы расстояний между станками, стенами и колоннами.

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

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

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

Минимальная высота пролёта определяется по высоте до головки подкранового рельса.

Высота до головки подкранового рельса (м) рассчитывается по формуле

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

где h_1 – максимальная высота оборудования, $h_1=4,93$ м;

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 представлены в соответствии с рисунком 4.7.

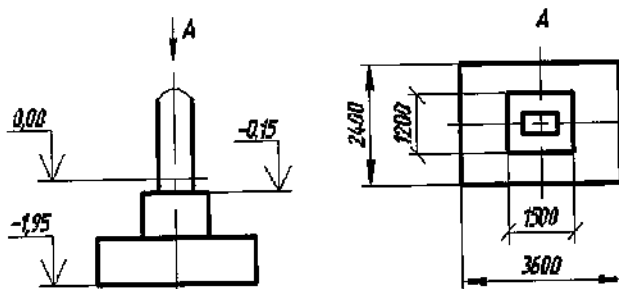


Рисунок 4.7 – Фундамент под колонны

Несущей конструкцией здания являются железобетонные решётчатые фермы серии 1.462-3. Габаритные размеры фермы: длина 21960 мм, высота 1390 мм, толщина 200 мм, представлены в соответствии с рисунком 4.8.

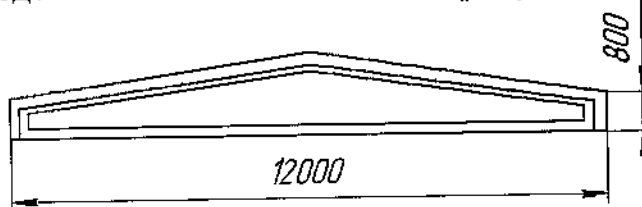


Рисунок 4.8 – Железобетонная ферма серии 1.462-3

В соответствии с рисунком 4.9 представлена конструкция кровли.

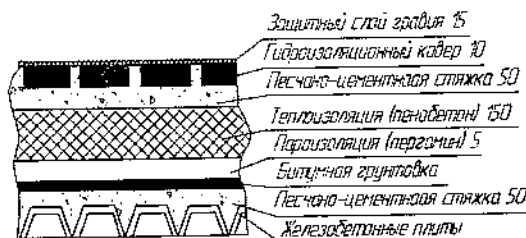


Рисунок 4.9 – Конструкция кровли

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

					Лист
					15.03.05.2017.002.000 ПЗ
					67
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата	

Несущим настилом являются железобетонные плиты. В качестве первого слоя применяется песчано - цементная стяжка, выравнивающая плиты покрытия и заполняющая их швы. Она покрывается пароизоляцией из пергамента по битумной грунтовке. Затем укладывается утеплитель, представляющий собой плиты из 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, представленную в соответствии с рисунком 4.10, включающую трамбованный грунт, надёжную бетонную подготовку толщиной 200...300 мм, песчано-цементную стяжку для выравнивания, слой гидроизоляции, а также покрытие пола из бетона.

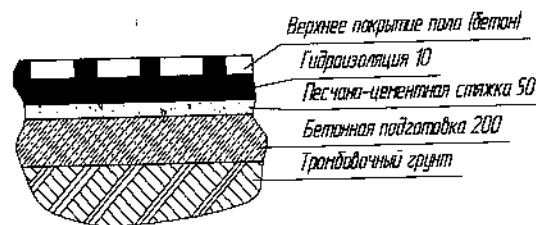


Рисунок 4.10 – Конструкция пола

В соответствии с рисунком 4.11 представлена планировка участка

Выводы по разделу четыре

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

									Лист
									68
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата	15.03.05.2017.002.000 ПЗ				

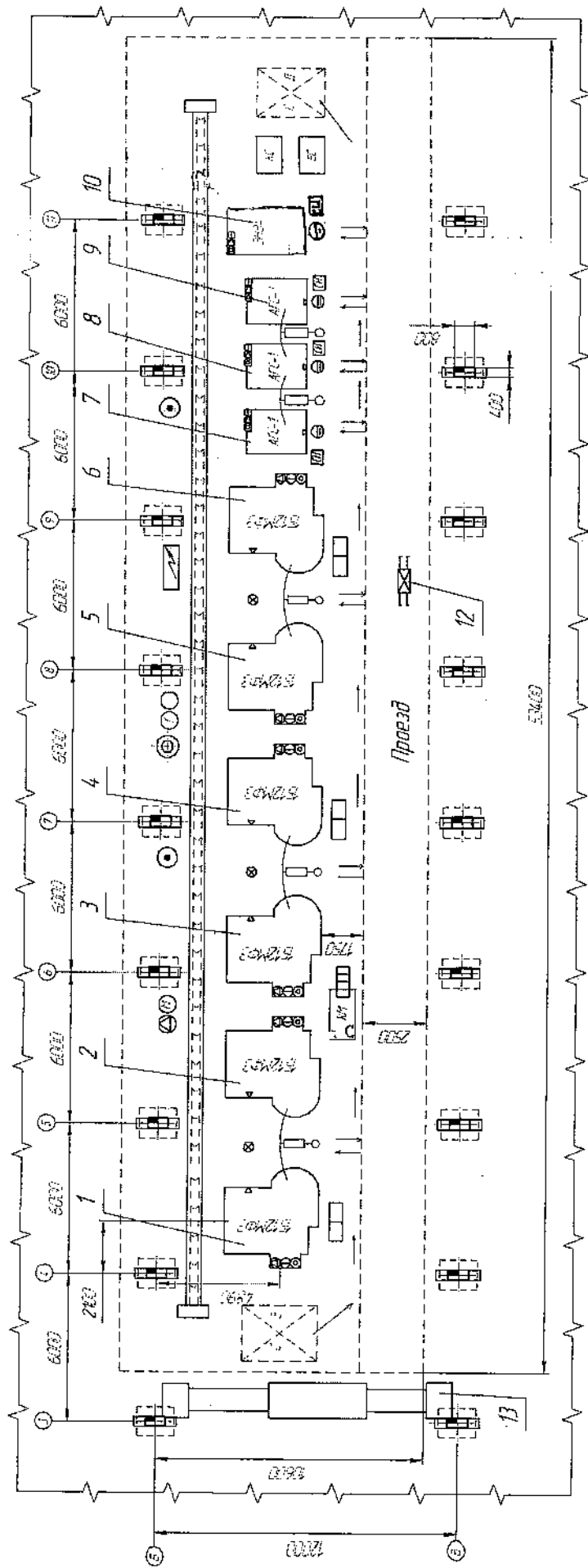


Рисунок 4.11 – Планировка участка

Изм.	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата

15.03.05.2017.002.000 ПЗ

Лист

69

5 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

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

5.1 Обеспечение пожарной и взрывопожарной безопасности на производственном участке

В процессе эксплуатации технологического оборудования на механическом участке применяют: эмульсии СОЖ (негорючие); минеральное смазочное масло в коробках подач и скоростей станков АМТ-300 ТУ 38-10-68, температура вспышки +189°C, температура самовоспламенения +334°C является горючей жидкостью; резиновые настилы на полу участка, температура самовоспламенения +350°C является горючим материалом.

Источники воспламенения, пожара или взрыва неэлектрические: неосторожное обращение с огнем при проведении сварочных работ; курение в запрещенных для этого местах; горящая отлетающая стружка при обработке; искры от заточного шлифовального станка. Источники воспламенения, пожара или взрыва электрические: короткое замыкание проводки внутри оборудования из-за механического повреждения изоляции, либо из-за чрезмерной токовой нагрузки, как следствие появление электрической дуги и нагрев деталей с появлением возможности распространения огня на окружающие предметы, либо тепловой пробой изоляции проводов; неудовлетворительное состояние контактных соединений, что приводит к нагреву проводов; ошибочное соединение силовых цепей электрооборудования; невнимательность персонала в зоне таблички «осторожно, высокое напряжение!».

Устанавливаем категорию взрывопожарной и пожарной опасности Д, при которой используются негорючие вещества и материалы в холодном состоянии. Допускается относить к категории Д помещения, в которых находятся горючие жидкости в системах смазки, гидропривода не более 60 кг в единице оборудования, кабельные электропроводки к оборудованию. Участок обработки детали «Диск нажимной» подпадает под данные признаки.

Механический цех подпадает под зону класса В-ІВ, характеризующаяся образованием взрывоопасных смесей только в результате аварий или неисправностей, но здесь горючие газы обладают высоким нижним концентрационным пределом воспламенения (15% и более) и резким запахом. К этому же классу относятся зоны лабораторных и других помещений, в которых горючие газы и легковоспламеняющиеся жидкости имеются в небольших количествах, недостаточных для создания взрывоопасной смеси в объеме, превышающем 5% свободного объема помещения, и в которых работа производится без применения открытого пламени.

Размеры зоны следующие: 3 м по горизонтали и вертикали: от закрытого аппарата, содержащего ЛВЖ (предполагаю закрытый аппарат - станки цеха).

Пожароопасная зона П – І – обращаются горючие жидкости с температурой вспышки выше 61°C. Зоны класса расположены в помещениях, в которых обращают-

									Лист
Изм.	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата	15.03.05.2017.002.000 ПЗ				70

ся горючие жидкости, исключают образование взрывоопасной смеси, при воспламенении которой развивается расчетное избыточное давление взрыва в помещении, превышающее 5 кПа.

При размещении в помещениях единичного пожароопасного оборудования, зона в пределах до 3 метров по горизонтали и вертикали от этого оборудования является пожароопасной.

Определяем уровень взрывозащиты по [9], (IP 44) I – это взрывобезопасное оборудование (обеспечивает как в номинальном режиме работы, так и при вероятных повреждениях). Определяем вид взрывозащиты – d, взрывонепроницаемая оболочка (металлообрабатывающее оборудование, герметизированные корпуса коробок скоростей).

Вид защиты d основан на принципе щелевой защиты из-за неизбежных конструктивных зазоров в местах стыков, соединений деталей оборудования.

Все характеристики взрывозащиты указываются на корпусе прибора, при этом в качестве базового принято обозначение Ex. Обозначаем индексом IExd11AT2, здесь: 1 – уровень взрывозащиты (взрывобезопасный); d – вид взрывозащиты (взрывобезопасная оболочка, для металлорежущих станков); 11A – подгруппа взрывозащищенного электрооборудования; T2 – температурный класс электрооборудования (до 300°C).

Устанавливаем категорию электроприемников в зависимости от их значимости в отношении обеспечения надежности электроснабжения. Имеем для механического цеха силовые кабели и кабели линий телефонной связи, а также шлейфы пожарной сигнализации и автоматического пожаротушения.

Силовые провода оборудования цеха и осветительных систем относим к электроприемникам 2 категории, перерыв электроснабжения которых приводит к массовому недоотпуску продукции, массовым простоям рабочих, механизмов и промышленного транспорта вследствие нарушения нормальной деятельности городских жителей. Для приемников этой категории допустимы перерывы электроснабжения на время, необходимое для включения резервного питания действиями дежурного персонала. Допускается питание электроприемников 2 категории по одной ВЛ, в том числе с кабельной вставкой, если обеспечена возможность проведения аварийного ремонта этой линии за время не более 1 суток. Есть возможность использования резервного трансформатора.

Кабельные линии телефонной связи и пожарной сигнализации относим к электроприемникам 1 категории, поскольку бесперебойная их работа необходима для безаварийного останова производства с целью предотвращения угрозы пожаров и значительного ущерба народному хозяйству РФ. Электроприемники 1 категории должны обеспечиваться электроэнергией от двух независимых взаиморезервирующих источников питания, перерыв электроснабжения их допускается лишь на время автоматического восстановления питания. А для кабельных линий пожарной сигнализации и систем автоматического пожаротушения должно предусматриваться дополнительное питание от третьего независимого взаиморезервирующего источника питания. В качестве третьего и второго независимого источника питания

									Лист
									71
Изм.	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата	15.03.05.2017.002.000 ПЗ				

для электроприемников I категории могут быть использованы местные электростанции, электростанции энергосистем, аккумуляторные батареи.

Учитываем при выборе вида электропроводки и способа прокладки требования электробезопасности. Устанавливаем по [9] для силовых кабелей и кабелей осветительных приборов скрытой электропроводки с оболочкой из сгораемых материалов способ прокладки – с подкладкой несгораемых материалов и последующим оштукатуриванием или защитой со всех сторон сплошным слоем несгораемого материала. Устанавливаем по [9] для кабелей пожарной сигнализации, телефонной связи и автоматического пожаротушения открытой электропроводки с оболочкой из сгораемых материалов способ прокладки – в трубах и коробах из несгораемых материалов.

Для открытой прокладки защищенного силового провода мостового цехового крана с оболочкой из сгораемого материала, подвешенного на проволоке, расстояние в свету от провода до поверхностей конструкций, деталей из сгораемых материалов должно составлять не менее 10 мм, в цехе провод мостового крана не касается конструкций из сгораемых материалов.

При открытой прокладке защищенных проводов осветительных приборов, телефонной связи, и проводов пожарной сигнализации и автоматического пожаротушения в трубах из несгораемых материалов по несгораемым конструкциям (предполагаем прокладку по железобетонным стенам) расстояние к свету от трубы до конструкций должно быть 100 мм.

При скрытой прокладке защищенных проводов цеховых силовых кабелей с оболочками из сгораемых материалов в нишах пола, ниши после прокладки оштукатуриваются, а в нишах пересекающихся с конструкциями из сгораемых материалов, кабель необходимо защищать сплошным слоем несгораемого материала со всех сторон.

При скрытой прокладке труб из несгораемых материалов в нишах пола цеха кабелей телефонной связи, пожарной сигнализации и автоматического пожаротушения, трубы следует отделять со всех сторон поверхностями конструкции из сгораемых материалов сплошным слоем несгораемого материала.

При скрытой прокладке труб из несгораемых материалов в нишах пола цеха кабелей телефонной связи, пожарной сигнализации и автоматического пожаротушения, трубы следует отделять со всех сторон от поверхностей конструкций из сгораемых материалов сплошным слоем несгораемого материала не менее 10 мм.

Электропроводки должны выполняться проводами и кабелями с медными жилами: в пределах щитовых устройств, для осветительных устройств, для линий телефонной связи, цепей управления пожарной сигнализации и автоматического пожаротушения. Для стационарных электропроводок силовых проводов должны применяться преимущественно кабели с алюминиевыми жилами.

Ввод в здание силовых кабелей питания, а также линий телефонной связи, выполнять через стену в изоляционных трубах так, чтобы вода не могла скапливаться в проходе и проникать внутрь здания. Расстояние между проводами у изоляторов ввода должно быть не менее 0,2 м.

Открытую проводку и проводку в трубах в помещении цеха проложенную вдоль

									Лист
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата					72

15.03.05.2017.002.000 ПЗ

труб отопления необходимо отделять нетеплопроводным материалом, расстояние между проводами и трубопроводами – не менее 400 мм.

Открытую проводку цехового крана подвешивать на роликах перемещающихся на тросе, расстояние между роликами вытянутом состоянии принимать так, чтобы при сложенном проводе расстояние до пола было не менее 3,5 м.

Устанавливаем по [9] степень огнестойкости в зависимости от конструктивных характеристик здания. Принимаем степень II, для зданий с несущими и ограждающими конструкциями из железобетона допускающих применение незащищенных стальных элементов.

Определяем по [9] минимальные пределы огнестойкости строительных конструкций для степени огнестойкости II: стены несущих и лестничных клеток 2 часа; стены самонесущие 1 час; стены наружные ненесущие 0,25 часа; перегородки 0,25 часа; колонны 2 часа; плиты перекрытия 0,75 часа.

Класс Е – горение различных агрегатов и приборов, находящихся под напряжением. В нашем случае механический цех подпадает под класс Е, так как на данном участке применяется технологическое оборудование с электрическими шкафами, много кабелей и машин работающих в основном от электричества, горючие вещества в цехе обычно под строгим контролем.

Обычно трассы кабелей располагают в недоступных местах или защищают их кожухами от возможных механических повреждений. При регулярном техническом обслуживании необходимо проверять исправность наружных оболочек кабелей, защитных ограждений и кожухов, отсутствие посторонних предметов на кабелях и следов агрессивной жидкости, вытекающей из расположенной над трассой кабелей арматуры трубопроводов. Действенным средством обеспечения пожаробезопасности пучков кабелей является огнезащитное покрытие типа ОПК, наносимое на наружные поверхности, и огнестойкие кабельные проходы, препятствующие распространению огня.

Пожароопасными считаются такие токи, при которых в месте повреждения изоляции выделяется активная мощность более 30 Вт. Технические средства защиты от пожара – контроль сопротивления изоляции сети и автоматические устройства защитного отключения, защитного шунтирования, компенсаторы емкостных токов.

Проведение лекций и проверка знаний работников по пожарной безопасности.

Встраивание системы автоматического пожаротушения на участке.

Для тушения резины рекомендуется применять простой способ – водой с применением первичных средств пожаротушения. При отсутствии воды можно тушить любыми имеющимися средствами тушения.

Для тушения масла являющейся горючей жидкостью используют пену, порошки. Вода при тушении нефтепродуктов оказывается неэффективной. Более эффективна пена. Огнегасительный эффект при этом достигается за счет изоляции поверхности от окружающего воздуха. В связи с дороговизной применение пены ограничено.

Так как на участке имеется электрооборудование под напряжением, то для тушения применима углекислота.

									Лист
Изм.	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата	15.03.05.2017.002.000 ПЗ				73

Принимаем для защиты технологических аппаратов стационарные быстродействующие установки локального тушения. Применяются при неравномерном распределении сгораемых материалов, то есть при неодинаковой вероятности загорания. Установки данного типа располагают непосредственно вблизи возможного очага возгорания и в них могут использоваться огнетушащие средства любого вида. Принимаем в качестве огнетушащего средства – углекислотно – хладоновый состав с хранением в баллонах высокого давления.

Установка включается быстродействующей электрической системой пуска по импульсам от пожарных извещателей, реагирующих на пожароопасные режимы. Система управления включает пожарную сирену и побудитель клапана. Устанавливаем в помещении дымовые извещатели на балках, а также на каждый вид оборудования рекомендуемый световой извещатель (устанавливается не менее двух). Тепловые извещатели не используем, поскольку сигнал о пожаре проходит лишь при достижении температуры воздуха 70, что в условиях объёма цеха скорей всего не эффективно. Световые извещатели предназначены для обнаружения пламени по ультрафиолетовому излучению. Выполнены на микроэлементной базе.

В качестве первичных средств пожаротушения наибольшее распространение получили различные огнетушители. Для тушения электроустановок до 1000В, а также твёрдых, жидких и газообразных веществ, кроме веществ горения которых может происходить без доступа воздуха (натрий, калий, алюминий, магний) применяют порошковые (ОП) и углекислотные (ОУ) огнетушители. Выбираем ручной углекислотный огнетушитель.

Определяем количество рекомендуемых огнетушителей для категории помещения Д и класса пожара Е: огнетушителей ОП 5 литров - 2шт.; огнетушителей ОУ 5 литров - 2шт [9]

Определяем количество огнетушителей, применение которых допускается при отсутствии рекомендуемых: огнетушителей ОП 2 литра – 2шт.; огнетушителей ОУ 10 литров - 1шт.; огнетушителей ОУ 2 литра - 4шт. Огнетушители располагаются по периметру цеха на видных местах для скорейшего их применения.

Так как используем автоматическую систему пожаротушения то участок не оборудуется пожарными щитами.

Эвакуационные пути в пределах помещения должны обеспечивать безопасную эвакуацию людей через эвакуационные выходы из данного помещения без учёта применяемых в нём средств пожаротушения. Следует на видных местах располагать яркие наклейки с указанием по ходу движения на эвакуационный выход. Предусматриваем открывание дверей по ходу движения. Двери эвакуационных выходов из поэтажных коридоров не должны иметь запоров, препятствующих их свободному открыванию изнутри без ключа.

При получении сигнала о тревоге, лица, в установленном порядке назначенные ответственными за обеспечение пожарной безопасности в случае угрозы жизни людей обязаны немедленно организовать их спасение, используя для этого имеющиеся силы и средства. При необходимости отключить электроэнергию, остановить транспортирующие системы, по возможности остановить работу газовых, паровых коммуникаций, выполнить другие мероприятия по предотвращению разви-

									Лист	
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата	15.03.05.2017.002.000 ПЗ					74

тия пожара, следить, чтобы эвакуация проходила организованно в соответствии с планом эвакуации, с соблюдением составленном по кратчайшим расстояниям к выходам. Одновременно с тушением пожара организовать эвакуацию и защиту материальных ценностей, при этом обеспечить соблюдение требований безопасности работниками. В первую очередь эвакуировать архивы и базы данных, технологическую документацию, личные документы персонала.

При эвакуации оборудования в первую очередь спасти уникальную аппаратуру, затем универсальную. Так как цех оснащён локальными автоматическими средствами пожаротушения, эвакуация людей и имущества должна завершиться до срабатывания извещателей. План эвакуации представлен в соответствии с рисунком 5.1

План эвакуации разрабатывается технологическим отделом предприятия и подписывается главным инженером.

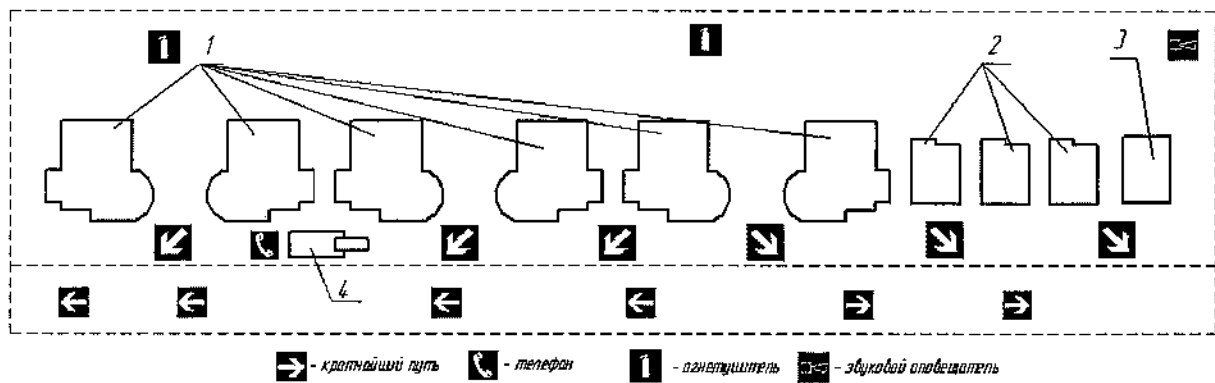


Рисунок 5.1 – План эвакуации

5.2 Определение показателей тяжести и напряженности трудового процесса

Результаты оценки условий труда на проектируемом участке механической обработки детали «Диск нажимной» (на примере многостаночного обслуживания 6-ти станков с ЧПУ 1512МФ3) по степени отклонения параметров производственной среды и трудового процесса от действующих гигиенических нормативов с определением классов условий труда по показателям тяжести и напряженности трудового процесса приведены в таблицах 5.1, 5.2.

Таблица 5.1 – Санитарно-гигиенические факторы

Показатель	Период года	Единица измерения	Значение	Оценка факторов условий труда, баллы	
				Факторная	Общая
Температура воздуха на рабочем месте	Теплый	°С	22	2	2
	Холодный		18	2	
Относительная влажность воздуха	—	%	65	2	2

Продолжение таблицы 5.1

Показатель	Период года	Единица измерения	Значение	Оценка факторов условий труда, баллы	
				Факторная	Общая
Скорость движения воздуха, м/с	Теплый		0,2	2	2
	Холодный		0,3		
Токсичные вещества	–	кратность превышения ПДК	0,5	1	1
Промышленная пыль	–	кратность превышения ПДК	1,0	2	2
Вибрация	–	кратность превышения ПДУ	1,05	2	2
Шум, уровень звука	–	дБА	83	2	2
Освещенность	–	кратность превышения нормы	0,8	2	2
Суммарная общая оценка факторов условий труда, баллы					15

Таблица 5.2 – Психофизиологические факторы

Показатель	Единица измерения	Значение	Оценка факторов условий труда, баллы		
			Факторная	Общая	
Величина физической нагрузки	Общая	кгм	54 200	2	3
	Региональная	кгм	21 800	2	
	Рабочая поза, рабочее место	характеристика	Рабочее место нестационарное – ходьба без груза до 4 км за смену	3	
Величина нервно-психической нагрузки	Длительность сосредоточенного наблюдения	% от рабочего времени	68	3	3
	Число важных объектов наблюдения	–	8	2	
	Количество движений в час	<u>Кол-во</u> час	620	3	
	Количество сигналов в час	<u>Кол-во</u> час	80	2	

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

15.03.05.2017.002.000 ПЗ

Лист

76

Продолжение таблицы 5.2

Показатель		Единица измерения	Значение	Оценка факторов условий труда, баллы	
				Факторная	Общая
Напряже- ние зрения	Размер объекта различения	мм	0,6	3	3
	Точность зрительных работ	–	Средней точности	3	
	Разряд зрительных работ	–	III	3	
Монотон- ность	Число приемов	–	8	2	2
	Длительность повторяющихся операций	секунда	50	2	
Суммарная общая оценка факторов условий труда, баллы					11

При одновременном воздействии ряда факторов интегральная оценка тяжести труда в баллах определяется по выражению [10]

$$U_T = \left[X_{\text{MAX}} + \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n-1} \cdot \frac{6 - X_{\text{MAX}}}{6} \right] \cdot 10,$$

где U_T – интегральный показатель категории тяжести в баллах;

X_{MAX} – элемент условий труда на рабочем месте, имеющий наибольший балл;

$\sum_{i=1}^n X_i$ – сумма количественной оценки в баллах значимых элементов условий труда без X_{MAX} ;

n – количество элементов условий труда;

10 – число, введенное для удобства расчетов.

Используя данные таблиц 5.1, 5.2 по формуле [10] определим интегральная оценка тяжести труда

$$U_T = \left[3 + \frac{(15+11)}{12-1} \cdot \frac{6-3}{6} \right] \cdot 10 = 41,818,$$

что соответствует третьей категории тяжести труда [10]

5.3 Мероприятия по защите от опасных гидрологических явлений

Гидрологические опасные явления: высокие уровни вод (наводнения), половодье, дождевые паводки, ветровые нагоны, низкие уровни воды, и т.д.

Организация работы по предупреждению чрезвычайных ситуаций в масштабах страны проводится в рамках Федеральной целевой программы: «Снижение рисков и смягчение последствий чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера» Российской Федерации до 2005 года (Постановление Правительства РФ №1098 от 29.09.1999г.).

Принципы обеспечения безопасности населения и территорий:

- разработка и осуществление технологических мер по снижению возможных потерь и ущерба от ЧС на конкретных объектах и территориях;
- подготовка объектов экономики и систем жизнеобеспечения населения к работе в условиях ЧС;
- декларирование промышленной безопасности и лицензирование видов деятельности в области промышленной безопасности;
- проведение государственной политики в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций;
- проведение государственного надзора и контроля по вопросам природной и техногенной безопасности;
- страхование природных и техногенных рисков;
- информирование населения о потенциальных природных и техногенных угрозах на территории проживания.

Примерами ограничения зон проявления природных опасностей, а также пассивного воздействия служат различные защитные сооружения – дамбы, каналы для защиты от наводнений, селей, оползней и лавин.

Повышение защищенности населения и объектов народного хозяйства, размещенного в опасных регионах, может быть достигнуто путем строительства более прочных сооружений, особенно таких важных, как жилые здания, энергетические объекты, плотины водохранилищ. Важное значение имеет также повышение уровня информативности населения об опасностях, обучение его действиям при стихийных бедствиях. В некоторых случаях целесообразно проводить профилактическую эвакуацию людей на периоды возникновения опасности.

В весенний период большое внимание уделяется прогнозу стока талых вод, возможности подтопления населенных пунктов и объектов народного хозяйства.

Летом составляются краткосрочные фоновые прогнозы катастрофических дождевых паводков и селевых потоков.

Мероприятия, проводимые заблаговременно в режиме повышенной готовности.

На основе данных мониторинга и прогнозирования возможного возникновения ЧС гидрологического характера, получаемых из компетентных источников органами управления ГОЧС, последними производится оценка обстановки и прогнозирование ее развития по параметрам ожидаемой ЧС и с учетом положения и состояния региона (муниципального объединения, отдельного объекта) на данный период.

					15.03.05.2017.002.000 ПЗ	Лист
						78
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		

В соответствии с ожидаемым обострением обстановки руководителем (председателем КЧС ПЖ) принимается (уточняется) решение, предусматривающее проведение дополнительных превентивных мероприятий (мер) по защите населения и территорий и уточнение, при необходимости и наличии времени, документов планирования.

Мероприятиями организационного, инженерно технического и медико-профилактического характера могут быть:

- оценка прогноза ЧС, возможного характера ее развития и, в соответствии с полученными выводами, уточнение планирования защиты населения и территорий;
- усиление наблюдения и контроля обстановки и состояния потенциально опасных объектов: развертывание резервных пунктов (постов) и подвижных средств контроля, увеличение количества смен;
- ужесточение режима контроля, организация дополнительных линий связи с пунктами контроля;
- приведение в повышенную готовность профессиональных аварийно-спасательных формирований и НФС, перевод их (при необходимости) на казарменное положение. Подготовка спасательной техники и транспорта, оснащение спасателей СИЗ и необходимыми средствами проведения АС и ДНР и другие меры;
- усиление физической защиты потенциально опасных объектов: усиление режима охраны, подготовка к развертыванию сил и средств комендантской службы и дополнительных сил охраны общественного порядка ит.д.;
- проверка готовности системы оповещения, а при непосредственной угрозе ЧС информирование населения по СМИ, с указанием степени угрозы, расчетного времени ее начала и мер, которые необходимо принять для защиты от ЧС;
- выдача населению СИЗ: доставка СИЗ со складов на пункты выдачи, их выдача, подгонка и проверка, инструктаж населения по их использованию;
- контроль выполнения инженерных мероприятий, обеспечивающих безопасность функционирования ОЭ в экстремальных условиях, выявление слабых мест и по возможности устранение выявленных недостатков;
- подготовка защитных сооружений к приему укрываемых. При приведении защитных сооружений в готовность они освобождаются от посторонних предметов и проверяются на герметичность, устраняются обнаруженные неисправности внутреннего оборудования и других устройств, подключается телефон и репродукторы, проверяется исправность всех систем и отключающих устройств. Помещения, сооружения оснащаются нарами и необходимым инвентарем;
- время на приведение защитных сооружений в готовность – не более 12 часов;
- проведение упреждающей эвакуации. Упреждающая эвакуация проводится из соответствующей зоны, определенной при заблаговременном планировании защиты населения.

МЧС и ГО разрабатывает, организует и осуществляет меры экономического, правового, организационно-хозяйственного, научно-методического характера, направленные на создание условий, способствующих предотвращению, прогнозу,

									Лист
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата	15.03.05.2017.002.000 ПЗ				79

снижению общего уровня аварий и катастроф, защите населения и национального достояния при природном воздействии.

Большое внимание уделяется финансированию научно-технических программ, целью которых является долгосрочное и среднесрочное прогнозирование наводнений, оценка стойкости зданий и сооружений.

Деятельность Комиссии по повышению устойчивости территории, населения и хозяйства к воздействию стихийно-разрушительных процессов заключается в развертывании современной системы связи, оновещения и наблюдения. Проведение мероприятий по обучению спасателей и представителей администраций действиям ЧС.

Выводы по разделу пять

Для участка механической обработки детали «Диск нажимной» для имеющегося оборудования определен класс пожарной опасности и уровень взрывозащиты для обеспечения пожарной и взрывопожарной безопасности на производственном участке. Определены показатели тяжести и напряженности трудового процесса. Определены мероприятия по защите от опасных гидрологических явлений.

					15.03.05.2017.002.000 ПЗ	Лист
						80
Изм.	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		

6 ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

6.1 Расчёт себестоимости механической обработки детали

Себестоимость механической обработки годового объёма выпуска деталей $C_{\text{изм.}}$ М.о. год определяется по формуле [12]

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

где “изм” – означает изменяемые (сравниваемые) операции;

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

									Лист
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата					81

где $T_{шт}$ – штучное время, мин

$T_{пз}$ – подготовительно-заключительное время

Π_d – Количество деталей в партии, $\Pi_d=30$ шт

$$T_{шт1} = \frac{23}{30} + 71,27 = 72,03 \text{ мин}$$

$$T_{шт2} = \frac{30}{30} + 22,79 = 23,79 \text{ мин}$$

$$T_{шт3} = \frac{20}{30} + 3,96 = 4,63 \text{ мин}$$

$$P_{сд1} = \frac{38,91 \cdot 72,03}{60} = 46,7 \text{ руб}$$

$$P_{сд2} = \frac{34,51 \cdot 23,79}{60} = 13,7 \text{ руб}$$

$$P_{сд3} = \frac{34,51 \cdot 4,63}{60} = 2,66 \text{ руб}$$

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

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

Определяем $Z_{изм.год}$

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

где η_g – коэффициент, учитывающий дополнительную заработную плату, производственных рабочих, $\eta_g = 1,8$

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

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

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

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

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

									Лист
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата					82

15.03.05.2017.002.000 ПЗ

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

где 1.1 – коэффициент учитывающий возобновление перфоленты.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

$$K_{\text{изм.пу}} = 416 \cdot 31 = 12896 \text{ руб}$$

$$A_{\text{изм.пу}} = \frac{12896 \cdot 1,1}{4} = 3546,4 \text{ руб}$$

Определяем $A_{\text{изм.ст}}$

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

где $C_{\text{ст}}$ – цена станка.

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

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

$$A_{\text{изм.ст1}} = \frac{(230000 \cdot 5 \cdot 1,1 \cdot 5)}{100} = 63250 \text{ руб}$$

$$A_{\text{изм.ст2}} = \frac{(710000 \cdot 3 \cdot 1,1 \cdot 6,7)}{100} = 156981 \text{ руб}$$

Определяем $A_{\text{изм.пл}}$

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

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

									Лист
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата	15.03.05.2017.002.000 ПЗ				83

$f_{ст}$ – площадь станка по габаритам для станка
 γ – коэффициент, учитывающий дополнительную площадь

$$A_{изм.пл1} = 180 \cdot (4,8 \cdot 3 \cdot 5) = 12960 \text{ руб}$$

$$A_{изм.пл2} = 180 \cdot (10,2 \cdot 3 \cdot 3) = 16524 \text{ руб}$$

Определяем $C_{изм.рем}$

$$C_{изм.рем} = (H_m \cdot R_m + H_э \cdot R_э) \cdot S_{пр}, \text{ руб}$$

где $H_m, H_э$ – среднегодовые нормативы затрат на единицу ремонтосложности соответственно механической электротехнической частей станка, руб.

$R_m, R_э$ – категория сложности ремонта станка (механической электротехнической частей).

$$C_{изм.рем1} = (274 \cdot 11 + 66 \cdot 8,5) \cdot 5 = 17875 \text{ руб}$$

$$C_{изм.рем2} = (329 \cdot 24 + 71 \cdot 21) \cdot 3 = 28161 \text{ руб}$$

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

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

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

$$C_{изм.тех.обсл} = 8600 \cdot 3 = 25800 \text{ руб}$$

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

$$C_{изм. Мо. год1} = 1232800 + 5260456 + 63250 + 12960 + 17875 = 6587341$$

$$C_{изм. Мо. год2} = 633880 + 2704816 + 3546,4 + 156981 + 16524 + 28161 + 25800 = 3569708$$

Определяем снижение себестоимости продукции

$$\alpha_{себ} = \frac{|C_{м.о.год1} - C_{м.о.год2}|}{(C_{ц.год} + (C_{м.о.год1} - C_{м.о.год2})) \cdot 100\%} = 29,78$$

Вывод по разделу шесть

В результате проведенных расчетов была установлена экономическая целесообразность внедрения технологического процесса с применением станков с ЧПУ. Снижения себестоимости механической обработки составило 32,5%.

									Лист
									84
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата	15.03.05.2017.002.000 ПЗ				

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выполненная выпускная квалификационная работа направлена на улучшение как экономических, так и качественных параметров изготовления детали. При проведении технических расчетов использована современная литература и электронные источники. Производилось сравнение с зарубежными технологиями. Для повышения экономических показателей выполнен расчет заготовки с минимальной обработкой резанием и применением оборудования с ЧПУ. Для улучшения качества изготовления детали разработано сверлильное приспособление, приспособление контрольное для замера торцового и радиального биения, хонинговальная головка, а также была выполнена рациональная расстановка оборудования участка и произведен расчёт определения снижения себестоимости

Таким образом, цель работы достигнута, задачи – решены.

Результаты работы рекомендуется использовать при изготовлении детали «Диск нажимной».

					15.03.05.2017.002.000 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		85

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1 Косилова, А.Г. Справочник технолога машиностроителя / А.Г. Косилова, Р.К. Мещеряков. – 2-е изд. – М.: Машиностроение, 2001. – Т. 1. – 912 с.

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

3 Малов, А.Н. Справочник технолога – машиностроителя / А.Н.Малов. – М.: Машиностроение, 1972. – 568 с.

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

5 Королёв, В.А. Справочник конструктора по расчету и проектированию станочных приспособлений / В.А. Королев, В.Е. Антонюк, С.М. Башеев. – М.: Машиностроение, 1969. – 392 с.

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

7 Власов, А.Ф. Безопасность при работе на металлорежущих станках. – М.: Машиностроение, 1977. – 120 с.

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

9 Дьяков, В. И. Типовые расчеты по электрооборудованию: Практ. пособие / В.И. Дьяков. – М. Высшая школа, 1991. – 160 с.

10 Карякин, Р.Н. Справочник по молниезащите. – М.: Энергосервис, 2005. – 443 с.

11 Фролов, А. В. Безопасность жизнедеятельности. Охрана труда: учеб. пособие для вузов / А. В. Фролов, Т. Н. Бакаева. - Ростов: Феникс, 2008. – 750 с.

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

					15.03.05.2017.002.000 ПЗ	Лист
						86
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		