

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 «Полумуфта»

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ
ЮУрГУ–15.03.05.2017.171.000 ПЗ ВКР

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

Руководитель работы,
к.т.н, доцент
_____ С.П. Пестов
_____ 2017 г.

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

Автор работы
студент группы ДО-551
_____ В.С. Гладких
_____ 2017 г.

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

Челябинск 2017

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	8
1 АНАЛИЗ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ	
1.1 Сравнение отечественных и передовых зарубежных технологий и решений.....	9
1.2 Описание узла. Служебное назначение детали.....	11
1.3 Анализ соответствия требований чертежа детали требованиям ее назначения.....	11
1.4 Задачи проектирования.....	12
2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ	
2.1 Анализ технологичности детали и существующего технологического процесса.....	13
2.1.1 Качественная оценка технологичности конструкции.....	13
2.1.2 Количественная оценка технологичности конструкции детали.....	15
2.2 Разработка предлагаемого варианта технологического процесса.....	17
2.2.1 Выбор вида и метода получения заготовки.....	17
2.2.2 Определение последовательности обработки поверхностей детали.....	18
2.2.3 Выбор методов и определение количества переходов для обработки поверхностей детали.....	19
2.2.3.1 Расчетный метод для обработки наружной поверхности диаметром 225h8, Ra 6,3.....	19
2.2.3.2 Табличный метод.....	20
2.2.4 Формирование операций и составление маршрутной технологии с одновременным выбором оборудования.....	22
2.3 Размерный анализ разработанного технологического процесса.....	24
2.4 Расчет режимов резания, определение сил резания, проверка оборудования по мощности.....	45
2.5 Нормирование технологических операций.....	48
3 КОНСТРУКТОРСКИЙ РАЗДЕЛ	
3.1 Проектирование кондуктора.....	51
3.1.1 Разработка теоретической схемы базирования.....	51
3.1.2 Проектирование схемы приспособления.....	52
3.1.3 Силовой, кинематический, прочностной расчет основных элементов приспособления.....	52
3.1.4 Компоновка кондуктора.....	53
3.1.5 Расчет приспособления на точность.....	55
3.2 Проектирование приспособления для контроля симметричности шпоночного паза.....	56
3.2.1 Разработка схемы замера.....	56
3.2.2 Разработка схемы приспособления.....	56

					15.03.05.2017.171.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		5

3.2.3	Компоновка контрольного приспособления.....	57
3.2.4	Расчет контрольного приспособления на точность.....	59
3.3	Проектирование многошпиндельной головки.....	60
3.3.1	Расчет диаметров ведущего и рабочих шпинделей и промежуточных валиков.....	60
3.3.2	Проверочный расчет зубчатых колес.....	61
3.3.3	Расчет ресурса подшипников.....	63
3.4	Автоматизация поворота заготовки при сверлении неравномерно расположенных отверстий диаметром 19H13.....	65
3.4.1	Назначение проектируемого приспособления и его компоновка.....	65
3.4.2	Определение длины хода штока рейки.....	67
3.4.3	Определение момента затяжки гайки.....	68
3.4.4	Определение крутящего момента для поворота диска и диаметра гидроцилиндра.....	68
3.4.5	Расчет храпового механизма.....	70
3.4.6	Расчет точности поворота стола приспособления.....	72
3.4.7	Расчет диаметра трубопроводов гидроцилиндра.....	73

4 СТРОИТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ

4.1	Состав оборудования и количество производственных рабочих на участке.....	75
4.2	Выбор типа и определение количества транспортных средств.....	75
4.3	Расчет количества мостовых кранов.....	76
4.4	Расчет площадей для складирования заготовок и деталей.....	76
4.5	Выбор способа транспортирования стружки.....	77
4.6	Планировка производственного участка.....	77
4.7	Выбор типа, формы и определение размеров здания.....	77

5 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

5.1	. Разработка мероприятий по снятию психологических перегрузок.....	82
5.2	Расчет устройства молниезащиты.....	85
5.3	Выявление и оценка радиационной обстановки при чрезвычайной ситуации.....	86

ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	112
-----------------	-----

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	113
-------------------------------	-----

ВВЕДЕНИЕ

Успешное решение задач, поставленных перед промышленностью возможно лишь на основе глубокой специализации производства, повышения эффективности технического, технологического и экономического руководства с полным учетом особенностей каждой отрасли.

Значительное место в решении этих задач отводится технологии машиностроения - науке, устанавливающей определенные закономерности повышения производительности и экономичности технологических процессов обработки заготовок и сборки деталей, машин и механизмов.

Непрерывному повышению точности заготовок способствует постоянное приближение их форм к формам готовых деталей.

Экономичность технологических процессов достигается применением современного инструмента и оборудования.

За последние пять лет существенно возросла роль автоматизации производственных процессов практически во всех сферах производства. Это объясняется необходимостью выживания предприятий в условиях российской рыночной системы, а следовательно повышения производительности труда и качества выпускаемой продукции, обеспечения гибкости производства и улучшения условий труда.

Актуальность выбранной темы дипломного проекта состоит в необходимости повышении экономической прибыли отечественного производства в условиях жесткой конкуренции на отечественных и международных рынках продукции машиностроения, в частности повышения рентабельности базового объекта, который имеет множество преимуществ и недостатков: технологических, конструктивных, экономических и пр.

Цель проекта – практическая реализация фундаментальной подготовки в области технологии машиностроительного и других производств применительно к объектам профессиональной деятельности.

Основными задачами проектирования являются систематизация, закрепление и расширение теоретических знаний по специальности 15.03.05 “Технология машиностроения” и применении их при решении конкретных научных, технических, экономических, производственных и экологических задач.

В рамках представленного дипломного проекта применяется оборудование с ЧПУ, проектируются специальный режущий и измерительный инструмент, станочная оснастка, решаются задачи по автоматизации процесса сверления неравномерно расположенных отверстий, а именно: комплекс кондуктор-шестишпindleвая сверлильная головка; приспособление для контроля симметричности паза; автоматизация процесса поворота заготовки в рабочей зоне сверлильного станка.

Также решены задачи обеспечения молниезащиты, пожаро- и взрывопожарной безопасности на производственном участке. Так же приведен порядок мер по выявлению и оценке радиационной безопасности при чрезвычайной ситуации.

Актуальность этих задач состоит в необходимости повышения производительности, экономической эффективности и безопасности труда работающих.

									Лист
									8
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.05.2017.171.00 ПЗ				

1 АНАЛИЗ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ

1.1 Описание узла. Служебное назначение детали

Деталь «Полумуфта» применяется в конусной инерционной дробилке КИД – 900, которая предназначена для дробления портландцементного клинкера, а также для дробления хрупких рудных и нерудных материалов.

Полумуфта входит в один из основных узлов дробилки – дебалансный узел, показанный на рисунке 1, с помощью которого осуществляется привод дробящего конуса.

Полумуфта соединяется со сферическим концом шпинделя шариками, которые входят в сферические гнезда на шпинделе и в полукруглые выточки полумуфты.

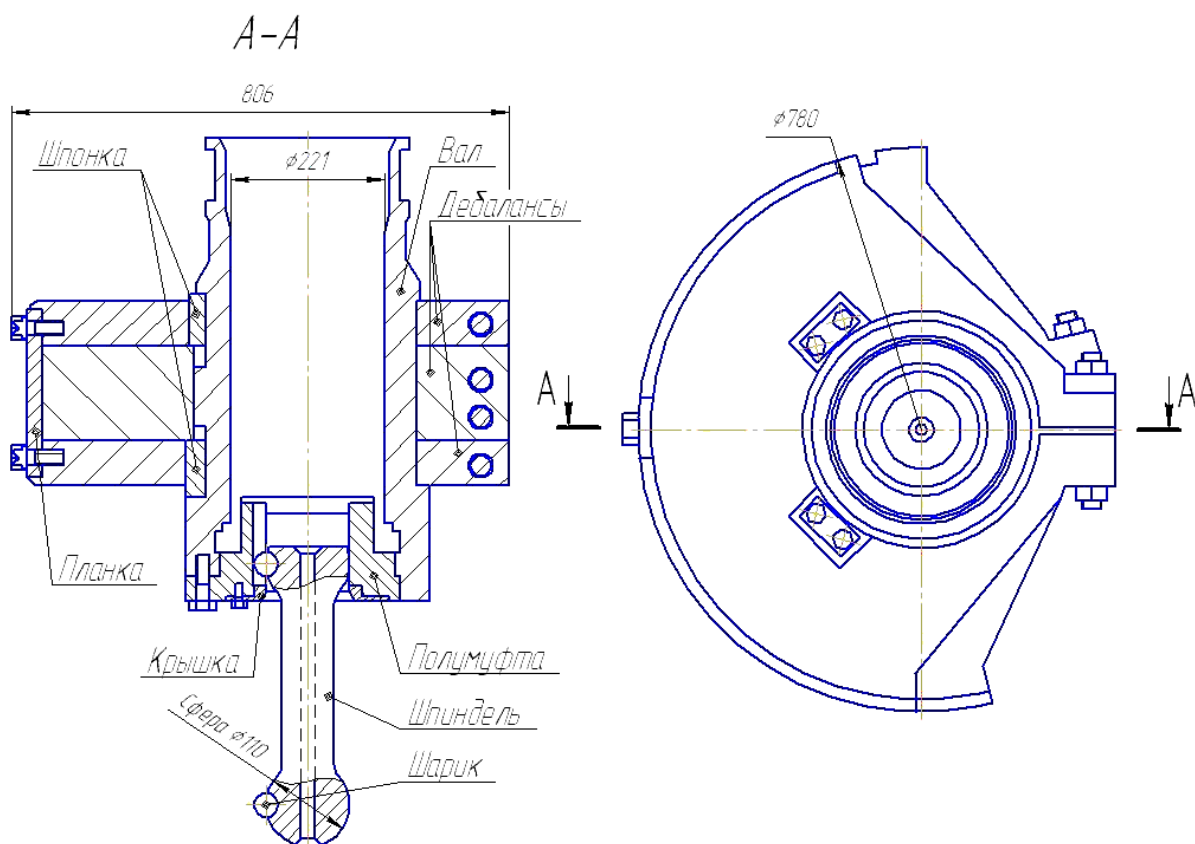


Рисунок 1 – Узел

1.2 Анализ соответствия требований чертежа детали требованиям ее назначения

Деталь «Полумуфта» служит для передачи крутящего момента. Материал детали должен обеспечивать необходимую прочность и долговечность детали. По чертежу в качестве материала применена сталь 34ХН1М ГОСТ 8479-70, а поверхности сопряжения с поверхностями других элементов узла подвержены

					15.03.05.2017.171.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		11

термической обработке – в нашем случае произведена закалка посадочных ручьев под шарики, передающие вращение от шпинделя.

Наружная цилиндрическая поверхность диаметром 225h8 служит для центровки полумуфты в заточке вала и образует с ней посадку с зазором.

Внутренняя цилиндрическая поверхность диаметром 110H11 служит для предварительной центровки шпинделя.

Закаленные внутренние цилиндрические заточки диаметром 30H13 выполняются с высокой точностью расположения и шероховатостью, что должно обеспечивать необходимые рабочие характеристики.

С левого торца расположена цилиндрическая заточка диаметром 140H13 в которую устанавливается стопорная крышка.

Все остальные поверхности выполняются по 14 качеству точности, кроме крепежных элементов, что положительно сказывается на себестоимости изделия.

Шероховатость некоторых поверхностей не соответствует экономически обоснованной для установленной степени точности. Что снижает технологичность детали и увеличивает количество переходов необходимых для ее достижения.

1.3 Сравнение отечественных и передовых зарубежных технологий и решений

Наметившееся оживление на рынке отечественного машиностроения поставило перед предприятиями ряд противоречивых задач, суть которых сводится к следующему: как при ограниченных финансовых ресурсах обеспечить производство высококачественной конкурентоспособной машиностроительной продукции?

Инжиниринговые фирмы, специалисты которых успешно работают на рынке металлорежущего оборудования и режущего инструмента, предлагают эффективные методы достижения высоких показателей в металлообработке. В первую очередь это поставка высокопроизводительного твердосплавного режущего инструмента отечественных и зарубежных производителей.

Например, фирма SGS Tool Company (США), известная на мировом рынке как крупнейший производитель мелкозернистого твердосплавного концевое режущего инструмента: бор-фрезы, концевые и дисковые фрезы, сверла, центровочные сверла.

Результаты использования инструмента SGS:

- высокопроизводительная обработка жаропрочных, нержавеющей сталей, титана, закаленной инструментальной стали до 65 HRC_э, при этом производительность увеличивается в 10-50 раз по сравнению с отечественным инструментом, а стойкость в 6-30 раз;

- чистота и точность обрабатываемой поверхности зачастую позволяет исключить операции шлифовки (шероховатость поверхности при работе с инструментом SGS – 7-8 класс);

- возможность обработки деталей штампов и прессформ после термообработки, исключая предварительные операции с припуском по не термообработанной стали.

									Лист
									12
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.05.2017.171.00 ПЗ				

Преимущества инструмента SGS достигаются за счет применения упрочненного и особомелкозернистого твердого сплава (WC 0,5-1,0 мкм), оптимальной геометрии и современных износостойких покрытий. Цены на инструмент SGS в 1,5-3 раза ниже цен аналогичного инструмента европейских производителей.

Продукция другого мирового лидера фирмы MITSUBISHI CARBIDE (Япония) (третье место в мире по объему выпуска).

Представлена самой широкой гаммой инструмента для механической обработки: сменные многогранные пластины из твердого сплава и кермета; сборный токарный инструмент; сборный расточной инструмент, в том числе с микрорегулировкой (микроборы); сборные резбонарезные и канавочные резцы; сборные, напайные и цельнотвердосплавные сверла, в том числе ружейные сверла; сборные торцевые фрезы; сборные, напайные и цельнотвердосплавные концевые фрезы; быстросменный вспомогательный инструмент, в том числе для высокооборотной обработки; оснастка для сбора стружки.

В 1998-1999 годах были проведены комплексные испытания продукции MITSUBISHI CARBIDE (Япония) на российских заводах. Полученные результаты позволяют заявить, что продукция MITSUBISHI CARBIDE (Япония) имеет наивысшее качество, при этом цена существенно ниже аналогичной продукции европейских производителей.

Другой не менее важной задачей на сегодня в металлообработке, учитывая значительный моральный и физический износ станочного парка оборудования, является его рациональное обновление.

В этом направлении нужен ряд эффективных решений: от поставки нового, высокопроизводительного оборудования (в том числе на условии лизинга) до модернизации и дооснащения существующего оборудования, позволяющих существенно расширить возможности этого оборудования.

Важной особенностью в деятельности фирмы ООО "СтанкоИнТех" в этом направлении является стремление предложить заказчику технологию "под ключ": от поставки оборудования до оснащения его необходимым инструментом и организации сервисного обслуживания.

Одним из самых интересных проектов реализованных в этом направлении является модернизация универсально-фрезерного станка с ЧПУ одной из самых распространенных моделей – "МАНО-500С", позволившая в результате замены устаревшей системы "МАНО 432" фирмы "Philips" и измерительных систем, существенно расширить возможности станка и обеспечить эффективную 3^х мерную обработку сложных прессформ на этом станке в режиме блочной передачи данных. При этом заказчик получил годовую гарантию на модернизированный станок и возможность его дальнейшего сервисного обслуживания в послегарантийный период.

В программу поставок фирмы ООО "СтанкоИнТех" также включена продукция фирм: Air Turbine Technology (США) и DAEWOO (Корея) (шлифовальные машинки для ручного и станочного применения для доводки прессформ и других операций), BIG DAISHOWA SEIKI Co. Ltd (Япония) (различные модели ускорительных головок до 18-40 тысяч оборотов в минуту, измерительных щупов,

									Лист
									9
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.05.2017.171.00 ПЗ				

реверсивных резьбонарезных патронов, вспомогательного инструмента для высокоскоростной обработки).

Основными партнерами фирмы на российском рынке являются фирма ООО "ХАЛТЕК" г. Ульяновск (инструмент и вспомогательное оборудование), ОАО "Специнструмент" г. Георгиевск (металлорежущий инструмент) и Научно-Производственное Предприятие "ФОСТ" г. Москва (модернизация и сервисное обслуживание станков). Среди наших постоянных заказчиков такие крупные российские предприятия как ОАО "Москвич", Ковровский электромеханический завод, Ковровский завод им. Дягтерева, ЦАГИ, Тульское КБ Приборостроения, ММП "Салют", Иркутское АПО, РКК "Энергия" и другие машиностроительные предприятия.

1.4 Задачи проектирования

Спроектировано сверлильное приспособление для одновременного сверления шести отверстий под нарезание резьбы. Деталь ложится на подвижную плиту 2 предварительно центрируется коническим выступом. Закрепление и центрирование происходит при подъеме плиты с заготовкой. Угловое расположение отверстий фиксируется шпонкой 8.

В качестве режущего инструмента используются ступенчатые сверла, которые устанавливаются в спроектированную шестишпиндельную сверлильную головку, что позволило значительно сократить время на обработку.

Для замера симметричности пазов спроектировано контрольное приспособление центрирующим элементом которого является раздвижная шпонка, а измерительным индикаторная головка.

					15.03.05.2017.171.00 ПЗ	Лист
						10
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

2.1 Анализ технологичности детали и существующего технологического процесса

Конструкция детали "Полумуфта" состоит из стандартных конструктивных элементов. Формы и габариты детали, материал, из которого изготавливается деталь, соответствуют принятым для типовой конструкции деталей типа "Полумуфта".

Заготовка для детали получена не рациональным способом - она является прокатом, что не технологично из-за большого перерасхода материала. С учетом заданного объема выпуска и типа производства возможно производство заготовки на ГКМ или КГШП.

Конструкция детали обеспечивает возможность применения типовых и стандартных технологических процессов ее изготовления и ремонта.

По всем этим параметрам деталь является технологичной.

Рассмотрим поверхности детали. На поверхностях $\varnothing 230h14$ и $\varnothing 400h14$ установлена шероховатость Ra 6,3; $\varnothing 52,3h12$ установлена шероховатость Ra 0,8; на размеры 85H13, 310H14, правый торец размера 70js14 и левые торцы размеров 70js14, 95js14, 40js14, 200js14 установлена шероховатость Ra 6,3, которая не соответствует указанным квалитетам, что является нетехнологичным.

Рассмотрим существующий технологический процесс обработки детали "Червяк", он состоит из следующих операций:

000 Отрезная

005 Токарная

010 Термическая

015 Токарная

020 Разметочная

025 Фрезерная

030 Сверлильная

035 Токарная

040 Слесарная

045 Термическая

050 Токарная

055 Слесарная

060 Контрольная

005 Токарная выполняется на токарно-винторезном станке 1М63БФ101. Оборудование для операции неверное - это нетехнологично.

015 Токарная выполняется на токарно-винторезном станке 1М63БФ101. Оборудование для операции неверное - это нетехнологично.

020 Разметочная операция выполняется на столе разметочном.

Операция не механизирована.

					15.03.05.2017.171.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		10

030 Сверлильная операция выполняется на радиально-сверлильном станке модели 2М55. В данной операции совмещены черновая, получистовая и чистовая обработка восьми отверстий $\varnothing 52,3H12$.

Черновую обработку необходимо производить отдельно от получистовой и чистовой, иначе - нетехнологично.

040 Слесарная операция выполняется на верстаке.

В данной операции производится зачистка заусенцев.

Операция не механизирована.

050 Токарная выполняется на токарно-винторезном станке 1М63БФ101. Оборудование для операции неверное - это нетехнологично.

055 Слесарная операция выполняется на верстаке.

В данной операции производится зачистка заусенцев.

Операция не механизирована.

Заводской технологический процесс характерен для единичного производства, так как используются универсальное оборудование и инструмент, а в качестве заготовки используется прокат или «подобранные заготовки», что приводит к увеличению себестоимости изделия.

2.2 Разработка предлагаемого варианта технологического процесса

2.2.1 Выбор вида и метода получения заготовки

В качестве заготовки для детали "Полумуфта", учитывая конструкцию детали, и тип производства предлагается использовать поковку штампованную. Способ изготовления открытая штамповка на КГШП обладает высокой производительностью и низкой шумностью по сравнению с ГKM. Назначаем штамповочные уклоны наружные - 3° , внутренние - 7° , радиусы внешние 4 мм, внутренние 6 мм. Выбираем предельные отклонения заготовки по IT 14, шероховатость Rz 200. Заготовка имеет форму, в соответствии с рисунком 2.

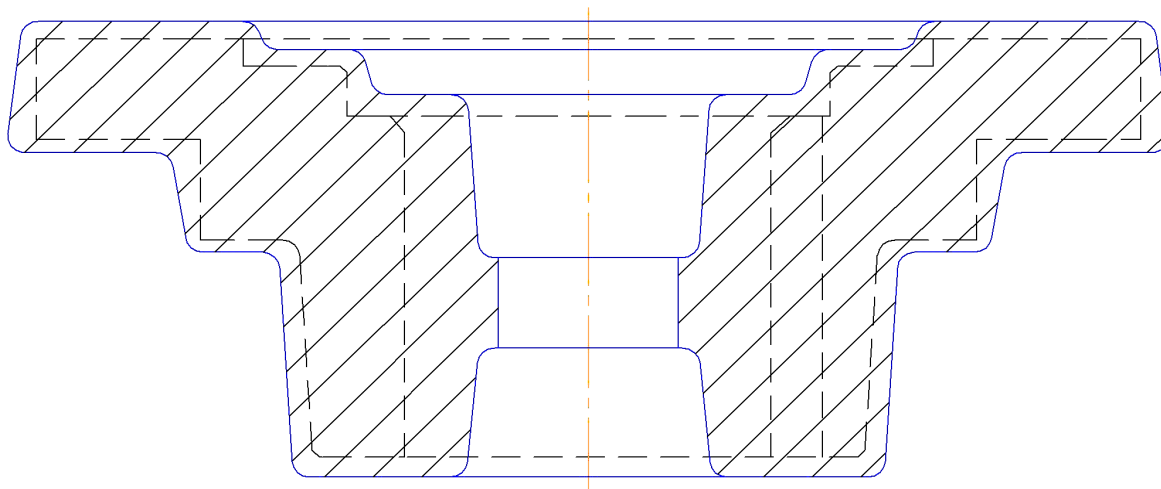


Рисунок 2 – Форма заготовки

									Лист
									17
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.05.2017.171.00 ПЗ				

2.2.2 Определение последовательности обработки поверхностей детали

Для определения последовательности обработки рассмотрим базовые поверхности детали.

Основными базовыми поверхностями являются - наружная поверхность $\varnothing 225h8$, наружная коническая поверхность и правый торец $\varnothing 320$, шпоночные пазы.

Функциональными базовыми поверхностями являются поверхности:

M12-6g, остальные поверхности - вспомогательные.

Исходя из теоретических положений, обработку необходимо вести таким образом:

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

Примерная последовательность обработки поверхностей детали производится следующим образом. Нумерация поверхностей произведена в соответствии с рисунком 3:

- 1) Базирование по поверхностям 12 и 13, предварительная обработка поверхностей 1...7 и 16.
- 2) Базирование по поверхностям 1 и 2, предварительная обработка поверхностей 8...13.
- 3) Базирование по поверхностям 12 и 13, окончательная обработка поверхностей 1...7.
- 4) Базирование по поверхностям 1 и 2, окончательная обработка поверхностей 8...13.
- 5) Базирование по поверхностям 12 и 13 предварительная обработка поверхности 14.
- 6) Базирование по поверхностям 12 и 13 окончательная обработка поверхности 14.
- 7) Базирование по поверхностям 2, 5 и 14 обработка отверстий 17.
- 8) Базирование по поверхностям 5, 6 и 14 предварительная обработка отверстий 15.
- 9) Базирование по поверхностям 5, 6 и 14 окончательная обработка отверстий 15 и 16
- 10) Базирование по поверхностям 4, 5 и 14 обработка отверстий 19.
- 11) Базирование по поверхностям 8, 16 и 14 обработка отверстий 18.

									Лист
									18
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.05.2017.171.00 ПЗ				

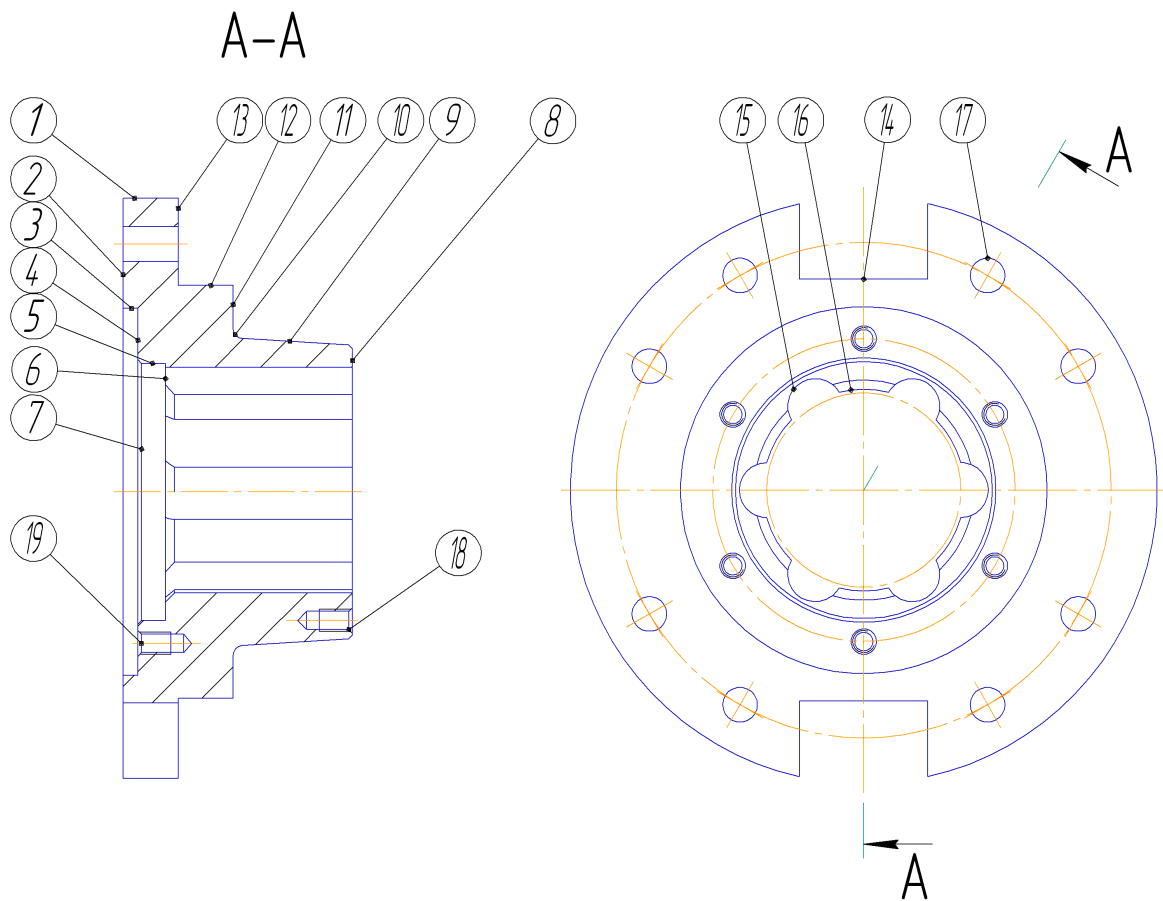


Рисунок 3 – Обозначение поверхностей

2.2.3 Выбор методов и определение количества переходов для обработки поверхностей детали

2.2.3.1 Расчетный метод для обработки наружной поверхности диаметром 225h8, Ra 6,3

Заготовка имеет точность по 14 качеству и шероховатость Ra50, допуск заготовки $T_z = 1,15$, допуск готового отверстия $T_d = 0,072$

$$E_d^{\varnothing} = \frac{1,15}{0,072} = 15,97 .$$

$$E_d^{Ra} = \frac{50}{6,3} = 7,93 .$$

Для обеспечения IT8 и Ra 6,3 можно воспользоваться обтачиванием чистовым и шлифованием предварительным, принимаем обтачивание чистовое рекомендуемый припуск $[Z_{hi}] = 0,5$.

					15.03.05.2017.171.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		19

$$T_{i-1} = \frac{0,8}{2...4} = 0,2...0,4, \text{ принимаем } T_{i-1} = 0,29.$$

Находим величину уточнения

$$E_{\text{точ.чист.}} = \frac{0,29}{0,072} = 4,02 < 15,97.$$

В качестве первого метода обработки принимаем точение черновое.

$$T_{\text{точ. черн.}} = 0,46.$$

$$E_{\text{точ.черн.}} = \frac{T_z}{T_{\text{раст.черн.}}} = \frac{1,15}{0,46} = 2,5.$$

По принятому значению $T_{i-1} = 0,29$ принимаем точение получистовое
 $Z_{\text{н точ.п/чист.}} = 1,3.$

$$T_{i-2} = \frac{1,3}{2...4} = 0,325...0,65, \text{ принимаем } T_{i-2} = 0,46.$$

$$E_{\text{точ.п/чист.}} = \frac{0,46}{0,29} = 1,69.$$

Находим величину предварительного уточнения

$$E_{\text{п}} = 4,02 \cdot 2,5 \cdot 1,69 = 16,9 \geq 15,97.$$

Обеспечение размера $\varnothing 225h8, Ra 6,3$:

- 1) точение черновое IT 12, Ra 25;
- 2) точение получистовое IT 11, Ra 12,5;
- 3) точение чистовое IT 8, Ra 3,2;

2.2.3.2 Табличный метод

Выбор методов и определение количества переходов для обработки поверхностей детали.

- 1) $\varnothing 320 h14, Ra 6,3$
 - а) точение черновое IT12, Ra 25
 - б) точение получистовое IT11, Ra 12,5
 - в) точение чистовое IT8, Ra 3,2.

									Лист
									20
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.05.2017.171.00 ПЗ				

- 2) Ø200H14, Ra 6,3
 а) растачивание черновое IT12, Ra 25
 б) растачивание получистовое IT10, Ra 6,3
 3) Коническая поверхность Ø168h14 x Ø160h14, Ra 6,3
 а) точение черновое IT12, Ra 25
 б) точение получистовое IT11, Ra 12,5
 в) точение чистовое IT8, Ra 3,2.
 4) Ø140H13, Ra 6,3
 а) растачивание черновое IT12, Ra 25
 б) растачивание получистовое IT10, Ra 6,3
 5) Ø110H11, Ra 6,3
 а) растачивание черновое IT12, Ra 25
 б) растачивание получистовое IT10, Ra 6,3
 в) шлифование предварительное закаленной поверхности IT9, Ra 3,2
 6) Ø19H13, Ra 25
 а) сверление IT12; Ra 25
 7) Ø30H13, Ra 0,8
 а) сверление IT12; Ra 25
 б) зенкерование чистовое IT10; Ra 6,3
 в) шлифование предварительное IT9; Ra 3,2
 г) шлифование чистовое IT7; Ra 0,8
 8) M12-8H, Ra 12,5
 а) нарезание резьбы метчиком IT7; Ra 12,5
 9) паз 70H13, 230h14, Ra 6,3
 а) фрезерование черновое IT13; Ra 25
 б) фрезерование чистовое IT10; Ra 6,3
 10) 30h14, Ra 6,3 правый и левый торец
 а) точение торцевое черновое IT14, Ra 50
 б) точение торцевое получистовое IT12, Ra 25
 в) точение торцевое чистовое IT9, Ra 6,3.
 11) 30js14, Ra 6,3
 а) точение торцевое черновое IT14, Ra 50
 б) точение торцевое получистовое IT12, Ra 25
 в) точение торцевое чистовое IT9, Ra 6,3.
 12) 125h14, Ra 6,3 правый торец
 а) точение торцевое черновое IT14, Ra 50
 б) точение торцевое получистовое IT12, Ra 25
 в) точение торцевое чистовое IT9, Ra 6,3.
 13) 8js14, Ra 6,3 правый торец
 а) точение торцевое черновое IT14, Ra 50
 б) точение торцевое получистовое IT12, Ra 25
 в) точение торцевое чистовое IT9, Ra 6,3.
 14) 15js14, Ra 6,3 правый торец
 а) точение торцевое черновое IT14, Ra 50
 б) точение торцевое получистовое IT12, Ra 25

						15.03.05.2017.171.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			21

в) точение торцевое чистовое IT9, Ra 6,3.

15) 2x45°, Ra 25

а) рассверливание IT12; Ra 25

16) 2x60°, Ra 25

а) рассверливание IT12; Ra 25

17) 5x45°, Ra 25

а) растачивание черновое IT12; Ra 25.

2.2.4 Формирование операций и составление маршрутной технологии с одновременным выбором оборудования

00 Заготовительная.

Получение штамповки на ГКШП.

05 Токарная с ЧПУ

Станок токарный 16А20Ф3С47.

Точение наружное черновое Ø320h14, подрезка торца черновая размера 30Н14, растачивание черновое Ø200Н14 с черновой подрезкой левого торца 8js14, растачивание черновое Ø140Н14 с черновой подрезкой торца 15js14, растачивание размера Ø110Н11 как чисто.

10 Токарная с ЧПУ

Станок токарный 16А20Ф3С47.

Черновое подрезание правого торца размер 125h14, наружное точение черновое конической поверхности с черновым точением правого торца размер 30js14, наружное черновое точение размера Ø225h8 с черновой подрезкой левого торца размера 30h14.

15 Токарная с ЧПУ

Станок токарный 16А20Ф3С47.

Переход 1

Точение торцевое получистовое левых торцев размеров 30Н14, 8js14, 15js14, точение наружное получистовое Ø320h14

Переход 2

Точение наружное чистовое Ø320h14, точение торцевое чистовое левого торца размер 30Н14, растачивание получистовое Ø200Н14 с чистой подрезкой торца размера 8js14, растачивание получистовое Ø140Н14 с чистой подрезкой торца 15js14, точение фаски 2x45°.

20 Токарная с ЧПУ

Станок токарный 16А20Ф3С47.

Переход 1

Получистовое подрезание правого торца размер 125h14, наружное точение получистовое конической поверхности и радиуса 5 с получистовым точением правого торца размера 30js14, наружное получистовое точение размера Ø225h8 с получистовой подрезкой левого торца размера 30Н14.

Переход 2

									Лист
									22
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.05.2017.171.00 ПЗ				

Чистовое подрезание правого торца размер 125h14, наружное точение чистовое конической поверхности и радиуса 5 с чистовым точением правого торца размера 30js14, наружное чистовое точение размера $\varnothing 225h8$ с чистовой подрезкой левого торца размера 30H14, точение фаски $2 \times 45^\circ$.

25 Фрезерная

Горизонтально-фрезерный 6P83Г

Переход 1

Фрезерование черновое пазов 70H13 в размер 230H14.

Переход 2

Фрезерование чистовое пазов 70H13 в размер 230H14.

30 Сверлильная

Вертикально-сверлильный 2С132.

Сверление отверстий $\varnothing 19H13$

35 Сверлильная

Вертикально-сверлильный 2С132.

Сверление отверстий $\varnothing 30H13$

40 Сверлильная

Вертикально-сверлильный 2С132.

Зенкерование чистовое $\varnothing 30H13$

45 Токарная

Токарный 16А20

Растачивание черновое размера $\varnothing 110H11$ и растачивание фаски $5 \times 45^\circ$,

50 Термическая

Установка ТВЧ

Поверхностная закалка поверхности отверстий $\varnothing 30H13$

55 Внутришлифовальная

Координатношлифовальный 32К84СФ4

Шлифование предварительное размера $\varnothing 110H11$

60 Внутришлифовальная

Координатношлифовальный 32К84СФ4

Переход 1

Шлифование предварительное размера $\varnothing 30H13$

Переход 2

Шлифование чистовое размера $\varnothing 30H13$

65 Сверлильная

Вертикально-сверлильный 2С50

Сверление отверстий под М12 на $\varnothing 165$ с одновременным рассверливанием фасок $2 \times 60^\circ$

70 Сверлильная

Вертикально-сверлильный 2С50

Нарезание резьбы М12 метчиком

75 Сверлильная

Вертикально-сверлильный 2С50

Сверление отверстий под М12 на $\varnothing 140$ с одновременным рассверливанием фасок $2 \times 60^\circ$

									Лист
									23
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.05.2017.171.00 ПЗ				

80 Сверлильная
Вертикально-сверлильный 2С50
Нарезание резьбы М12 метчиком
85 Контрольная
Стол контрольный.

2.3 Размерный анализ разработанного технологического процесса

Размерный анализ проводится по методике, описанной в [2].

Перед началом размерного анализа производится преобразование и кодирование размеров детали путем присвоения им буквенного обозначения, а также путем присвоения поверхностям детали цифрового обозначения.

Преобразование и кодирование линейных размеров детали проводится, в соответствии с рисунком 4.

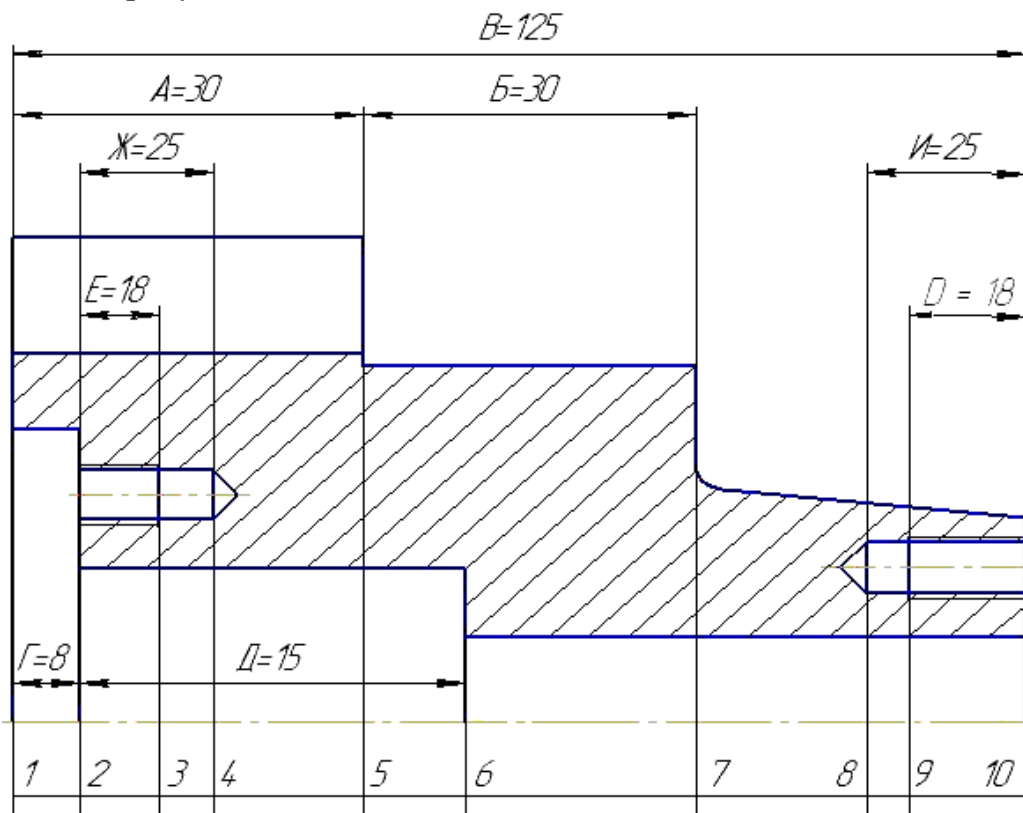


Рисунок 4 – Преобразованный чертёж линейных размеров

Преобразованный чертёж диаметральных размеров приведен в соответствии с рисунком 5.

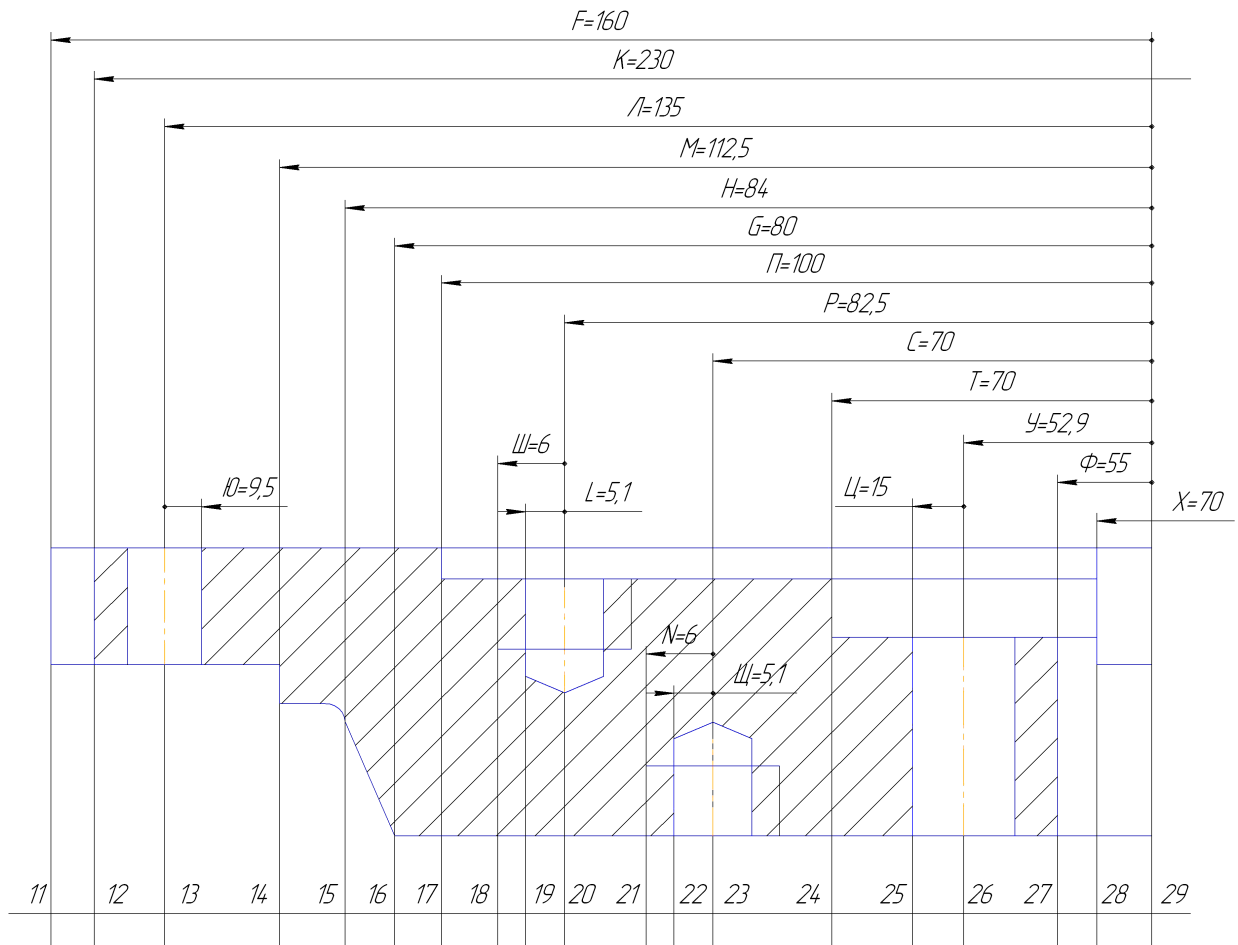


Рисунок 5– Преобразованный чертеж диаметральных размеров

Технологический маршрут изготовления детали представлен в соответствии с таблицей 1.

					15.03.05.2017.171.00 ПЗ	Лист
						25
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Таблица 1 – Маршрут изготовления детали

Опер.	Пер.	Эскиз	Допуск, тех.треб.
00 заготовительная			<p> $TA^0 = 0,52$; $TB^0 = 0,52$; $TB^0 = 1,0$; $TD^0 = 0,43$ $TT^0 = 0,36$; $T2G^0 = 1,0$; $T2F^0 = 1,4$; $T2П^0 = 1,15$; $T2T^0 = 1,0$; $T2Φ^0 = 0,74$; $2M^0 = 1,15$; • $11^0, 14^0 = 1,0$ • $16^0, 14^0 = 0,8$ • $17^0, 14^0 = 0,8$ • $24^0, 14^0 = 0,8$ • $27^0, 14^0 = 0,6$ • $5^0, 14^0 = 0,25$ </p>

05 токарная с ЧПУ			<p> $TA^5 = TA^5_{табл} + \Delta_5^0 =$ $= 0,52 + 0,25 = 0,77$ $TD^5 = 0,43$ $TT^5 = 0,36$ $T2F^5 = 0,57$ $T2П^5 = 0,46$ $T2T^5 = 0,4$ $T2Φ^5 = 0,74$ • $11^5, 14^0 = 0,25$ • $17^5, 14^0 = 0,3$ • $24^5, 14^0 = 0,3$ • $27^5, 14^0 = 0,16$ • $1^5, 11^5 = 0,16$ </p>
-------------------	--	--	--

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

15.03.05.2017.171.00 ПЗ

Лист

26

Продолжение таблицы 1

Опер.	Пер.	Эскиз	Допуск, тех.треб.
10 токарная с ЧПУ			$TA^{10} = TA^5_{\text{табл}} + \Delta_1^5 =$ $= 0,52 + 0,16 = 0,68$ $TB^{10} = 0,52$ $TV^{10} = 1,0 + 0,16 = 1,16$ $T2G^{10} = 0,4$ $T2M^{10} = 0,46$ <ul style="list-style-type: none"> • $14^{10}, 11^5 = 0,2$ • $15^{10}, 11^5 = 0,3$ • $5^{10}, 14^{10} = 0,16$
15 токарная с ЧПУ	Переход 1		$TA^{15(1)} = 0,21 + 0,16 =$ $= 0,37$ $TD^{15(1)} = 0,18$ $TG^{15(1)} = 0,15$ $T2F^{15(1)} = 0,36$ <ul style="list-style-type: none"> • $11^{15(1)}, 14^{10} = 0,16$ • $1^{15(1)}, 11^{15(1)} = 0,1$

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

15.03.05.2017.171.00 ПЗ

Лист

27

Продолжение таблицы 1

Опер.	Пер.	Эскиз	Допуск, тех.треб.
15 токарная с ЧПУ	Переход 2		$TA^{15(2)} = 0,052 + 0,16 = 0,212$ $TD^{15(2)} = 0,043$ $TГ^{15(2)} = 0,036$ $T2F^{15(2)} = 0,089$ $T2П^{15(2)} = 0,185$ $T2T^{15(2)} = 0,16$ <ul style="list-style-type: none"> $11^{15(2)}, 14^{10} = 0,08$ $17^{15(2)}, 14^{10} = 0,08$ $24^{15(2)}, 14^{10} = 0,08$ $1^{15(2)}, 11^{15(2)} = 0,06$
20 токарная с ЧПУ	Переход 1		$TA^{20(1)} = 0,21 + 0,06 = 0,27$ $TБ^{20(1)} = 0,052$ $TВ^{20(1)} = 0,4 + 0,06 = 0,46$ $T2G^{20(1)} = 0,25$ $T2M^{20(1)} = 0,29$ <ul style="list-style-type: none"> $14^{20(1)}, 11^{15(2)} = 0,12$ $16^{20(1)}, 11^{15(2)} = 0,12$ $5^{20(1)}, 14^{20(1)} = 0,1$

Продолжение таблицы 1

Опер.	Пер.	Эскиз	Допуск, тех.треб.
20 токарная с ЧПУ	Переход 2		$TA^{20(2)} = 0,052 + 0,06 = 0,112$ $TБ^{20(2)} = 0,052$ $TВ^{20(2)} = 0,1 + 0,06 = 0,16$ $T2G^{20(2)} = 0,072$ $T2M^{20(2)} = 0,072$ <ul style="list-style-type: none"> • $14^{20(2)}, 11^{15(2)} = 0,08$ • $15^{20(2)}, 11^{15(2)} = 0,08$ • $5^{20(2)}, 14^{20(2)} = 0,06$
25 горизонтально-фрезерная	Переход 1		$TX^{25(1)} = 0,46$ $TXX^{25(1)} = 0,39$ $TKK^{25(1)} = 0,54$

Продолжение таблицы 1

Опер.	Пер.	Эскиз	Допуск, тех.треб.
25 горизонтально-фрезерная	Переход 2		$TX^{25(2)} = 0,12$ $TXX^{25(2)} = 0,1$ $TKK^{25(2)} = 0,14$
30 вертикально-сверлильная			$T2Ю^{30} = 0,21$ $T2Л^{30} = 0,18$

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

15.03.05.2017.171.00 ПЗ

Лист

30

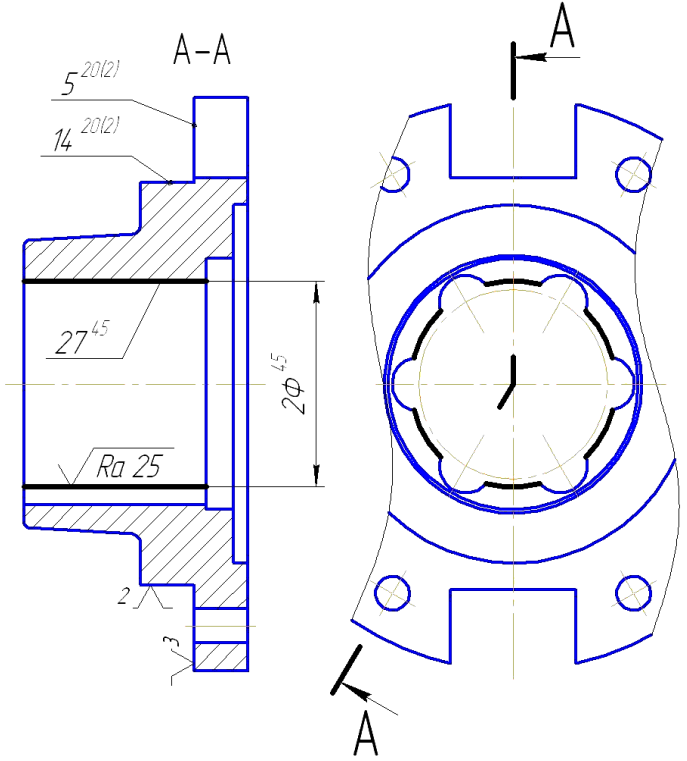
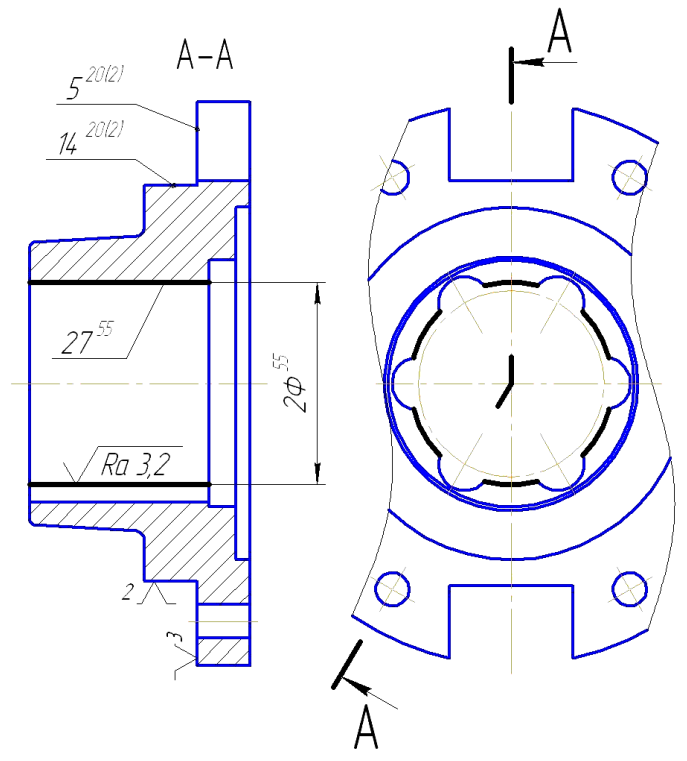
Продолжение таблицы 1

Опер.	Пер.	Эскиз	Допуск, тех.треб.
35 вертикально-сверлильная			<p>T2Ц³⁵ = 0,21 T2У³⁵ = 0,18</p>
40 вертикально-сверлильная			<p>T2Ц⁴⁰ = 0,084 T2У⁴⁰ = 0,1</p>

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

15.03.05.2017.171.00 ПЗ

Продолжение таблицы 1

Опер.	Пер.	Эскиз	Допуск, тех.треб.
45 Токарная			<p>$T2\Phi^{45} = 0,35$ $\bullet 27^{45}, 14^{20(2)}=0,04$</p>
55 Координатно-шлифовальная			<p>$T2\Phi^{55} = 0,087$ $\bullet 27^{55}, 14^{20(2)}=0,02$</p>

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

15.03.05.2017.171.00 ПЗ

Продолжение таблицы 1

Опер.	Пер.	Эскиз	Допуск, тех.треб.
60 Координатно-шлифовальная	Переход 1		<p>Т2У⁶⁰⁽¹⁾ = 0,08 Т2Ц⁶⁰⁽¹⁾ = 0,052</p>
	Переход 2		<p>Т2У⁶⁰⁽²⁾ = 0,05 Т2Ц⁶⁰⁽²⁾ = 0,021</p>

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

15.03.05.2017.171.00 ПЗ

Продолжение таблицы 1

Опер.	Пер.	Эскиз	Допуск, тех. треб.
65	Вертикально-сверлильная		<p> $TЖ^{65} = 0,52$ $T2P^{65} = 0,2$ $T2L^{65} = 0,18$ </p>
70	Вертикально-сверлильная		<p> $TЕ^{70} = 0,43$ $T2P^{70} = 0,2$ $T2Ш^{70} = 0,018$ </p>

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

15.03.05.2017.171.00 ПЗ

Лист

34

Продолжение таблицы 1

Опер.	Пер.	Эскиз	Допуск, тех.треб.
75	Вертикально-сверлильная		<p> $TИ^{75} = 0,52$ $T2C^{75} = 0,2$ $T2Ц^{75} = 0,18$ </p>
80	Вертикально-сверлильная		<p> $TД^{80} = 0,43$ $T2C^{80} = 0,2$ $T2N^{80} = 0,018$ </p>

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

15.03.05.2017.171.00 ПЗ

Лист

35

Исходя из схемы диаметральных размеров, соответствующей рисунку 6 по каждому переходу в соответствующей операции составляется уравнение размерной цепи с целью определения номинального межоперационного размера, где замыкающим звеном является припуск на обработку.

$$[Z_{11}^{15(2)}] = F^{15(1)} - F^{15(2)} - 11^{15(2)}14^{10} - 11^{15(1)}14^{10}$$

$$[Z_{11}^{15(1)}] = F^5 - F^{15(1)} - 11^{15(1)}14^{10} - 11^514^0$$

$$[Z_{11}^{5_{\min}}] = F^0 - F^5 - 11^514^0 - 11^014^0$$

$$[Z_{14}^{20(2)}] = M^{20(1)} - M^{20(2)} - 14^{20(2)}11^{15(2)} - 14^{20(1)}11^{15(2)}$$

$$[Z_{14}^{20(1)}] = M^{10} - M^{20(1)} - 14^{20(1)}11^{15(2)} - 11^{15(2)}14^{10}$$

$$[Z_{14}^{10}] = M^0 - M^{10} - 14^{10}11^5 - 11^514^0 - 11^014^0$$

$$[Z_{16}^{20(2)}] = G^{20(1)} - G^{20(2)} - 16^{20(2)}11^{15(2)} - 16^{20(1)}11^{15(2)}$$

$$[Z_{16}^{20(1)}] = G^{10} - G^{20(1)} - 16^{20(1)}11^{15(2)} - 11^{15(2)}14^{10} - 14^{10}11^5 - 16^{10}11^5$$

$$[Z_{16}^{10}] = G^0 - G^{10} - 16^{10}11^5 - 11^514^0 - 16^014^0$$

$$[Z_{17}^{15(2)}] = \Pi^{15(2)} - \Pi^5 - 17^{15(2)}14^{10} - 14^{10}11^5 - 11^514^0 - 17^514^0$$

$$[Z_{17}^5] = \Pi^5 - \Pi^0 - 17^514^0 - 17^014^0$$

$$[Z_{24}^{15(2)}] = T^{15(2)} - T^5 - 24^{15(2)}14^{10} - 14^{10}11^5 - 11^514^0 - 24^514^0$$

$$[Z_{24}^5] = T^5 - T^0 - 24^514^0 - 24^014^0$$

$$[Z_{27}^{55}] = \Phi^{55} - \Phi^{45} - 27^{55}14^{20(2)} - 27^{45}14^{20(2)}$$

$$[Z_{27}^{45}] = \Phi^{45} - \Phi^5 - 27^{45}14^{20(2)} - 14^{20(2)}11^{15(2)} - 11^{15(2)}14^{10} - 14^{10}11^5 - 11^514^0 - 27^514^0$$

$$[Z_{27}^5] = \Phi^5 - \Phi^0 - 27^514^0 - 27^014^0$$

$$[Z_{25}^{60(2)}] = \Psi^{60(2)} - \Psi^{60(1)}$$

$$[Z_{25}^{60(1)}] = \Psi^{60(1)} - \Psi^{40}$$

$$[Z_{25}^{40}] = \Psi^{40} - \Psi^{35}$$

$$[Z_{28}^{25(2)}] = \chi\chi^{25(2)} - \chi\chi^{25(1)}$$

$$[Z_{12}^{25(2)}] = \kappa\kappa^{25(1)} - \kappa\kappa^{25(2)}$$

$$[Z_{12}^{25(2)}] = \kappa^{25(1)} - \kappa\kappa^{25(1)} + \kappa\kappa^{25(2)} - \kappa^{25(2)}$$

					15.03.05.2017.171.00 ПЗ	Лист
						36
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Решение размерных цепей проводится следующим образом

$$[Z_{11}^{15(2)}] = F^{15(1)} - F^{15(2)} - 11^{15(2)}14^{10} - 11^{15(1)}14^{10}$$

Дано: $F^{15(2)}_{\min} = 159,82$; $F^{15(2)}_{\max} = 160$; $TF^{15(1)} = 0,18$; $11^{15(2)}14^{10} = \pm 0,04$; $11^{15(1)}14^{10} = \pm 0,08$.

$$Z_{11}^{15(2)}_{\min} = 0,05 + 0,02 = 0,07 \text{ мм.}$$

определяем увеличивающие и уменьшающие звенья

$$Z_{11}^{15(2)}_{\min} = F^{15(1)}_{\min} - F^{15(2)}_{\max} - 11^{15(2)}14^{10}_{\max} - 11^{15(1)}14^{10}_{\max}$$

выразим неизвестную величину $F^{15(1)}_{\min}$

$$F^{15(1)}_{\min} = F^{15(2)}_{\max} + 11^{15(2)}14^{10}_{\max} + 11^{15(1)}14^{10}_{\max} + Z_{11}^{15(2)}_{\min}$$

$$F^{15(1)}_{\min} = 160 + 0,04 + 0,08 + 0,07 = 160,19 \text{ мм}$$

$$F^{15(1)}_{\max} = F^{15(1)}_{\min} + TF^{15(1)} = 160,19 + 0,18 = 160,37 \text{ мм}$$

$$Z_{11}^{15(2)}_{\max} = F^{15(1)}_{\max} - F^{15(2)}_{\min} - 11^{15(2)}14^{10}_{\min} - 11^{15(1)}14^{10}_{\min}$$

$$Z_{11}^{15(2)}_{\max} = 160,37 - 159,82 + 0,04 + 0,08 = 0,67 \text{ мм}$$

Номинальный размер $F^{15(1)} = F^{15(1)}_{\max} - ES = 160,37 - 0 = 160,37 \text{ мм}$

Ответ: $F^{15(1)} = 160,37_{-0,18}$ $Z_{11}^{15(2)}_{\max} = 0,67 \text{ мм.}$

Найдем остальные межоперационные размеры аналогично и сведем их в таблицу 2.

Таблица 2 – Межоперационные размеры и припуски диаметральных размеров

Уравнение размерной цепи	Межоперационный размер, мм	Припуск, мм
$Z_{11}^{15(2)} = F^{15(1)} - F^{15(2)} - 11^{15(2)}14^{10} - 11^{15(1)}14^{10}$	$F^{15(1)} = 160,37_{-0,18}$	$Z_{11}^{15(2)}_{\max} = 0,67$
$Z_{11}^{15(1)} = F^5 - F^{15(1)} - 11^{15(1)}14^{10} - 11^514^0$	$F^5 = 161,02_{-0,285}$	$Z_{11}^{15(1)}_{\max} = 1,035$
$Z_{11}^5_{\min} = F^0 - F^5 - 11^514^0 - 11^04^0$	$F^0 = 162,285^{+0,46}_{-0,24}$	$Z_{11}^5_{\max} = 2,635$
$Z_{14}^{20(2)} = M^{20(1)} - M^{20(2)} - 14^{20(2)}11^{15(2)} - 14^{20(1)}11^{15(2)}$	$M^{20(1)} = 112,815_{-0,145}$	$Z_{14}^{20(2)}_{\max} = 0,451$
$Z_{14}^{20(1)} = M^{10} - M^{20(1)} - 14^{20(1)}11^{15(2)} - 11^{15(2)}14^{10}$	$M^{10} = 113,305_{-0,23}$	$Z_{14}^{20(1)}_{\max} = 0,735$

Продолжение таблицы 2

Уравнение размерной цепи	Межоперационный размер, мм	Припуск, мм
$Z_{14}^{10} = M^0 - M^{10} - 14^{10} 11^5 - 11^5 14^0 - 11^0 14^0$	$M^0 = 114,62^{+0,385}_{-0,19}$	$Z_{14}^{10}_{\max} = 2,655$
$Z_{16}^{20(2)} = G^{20(1)} - G^{20(2)} - 16^{20(2)} 11^{15(2)} - 16^{20(1)} 11^{15(2)}$	$G^{20(1)} = 80,335_{-0,125}$	$Z_{16}^{20(2)}_{\max} = 0,511$
$Z_{16}^{20(1)} = G^{10} - G^{20(1)} - 16^{20(1)} 11^{15(2)} - 11^{15(2)} 14^{10} - 14^{10} 11^5 - 16^{10} 11^5$	$G^{10} = 81,085_{-0,2}$	$Z_{16}^{20(1)}_{\max} = 1,265$
$Z_{16}^{10} = G^0 - G^{10} - 16^{10} 11^5 - 11^5 14^0 - 16^0 14^0$	$G^0 = 82,31^{+0,35}_{-0,15}$	$Z_{16}^{10}_{\max} = 2,475$
$Z_{17}^{15(2)} = \Pi^{15(2)} - \Pi^5 - 17^{15(2)} 14^{10} - 14^{10} 11^5 - 11^5 14^0 - 17^5 14^0$	$\Pi^5 = 99,245^{+0,215}$	$Z_{17}^{15(2)}_{\max} = 1,2625$
$Z_{17}^5 = \Pi^5 - \Pi^0 - 17^5 14^0 - 17^0 14^0$	$\Pi^0 = 98,105^{+0,19}_{-0,385}$	$Z_{17}^5_{\max} = 2,29$
$Z_{24}^{15(2)} = T^{15(2)} - T^5 - 24^{15(2)} 14^{10} - 14^{10} 11^5 - 11^5 14^0 - 24^5 14^0$	$T^5 = 69,24^{+0,2}$	$Z_{24}^{15(2)}_{\max} = 1,2$
$Z_{24}^5 = T^5 - T^0 - 24^5 14^0 - 24^0 14^0$	$T^0 = 68,215^{+0,15}_{-0,35}$	$Z_{24}^5_{\max} = 2,125$
$Z_{27}^{55} = \Phi^{55} - \Phi^{45} - 27^{55} 14^{20(2)} - 27^{45} 14^{20(2)}$	$\Phi^{45} = 54,75^{+0,175}$	$Z_{27}^{55}_{\max} = 0,33$
$Z_{27}^{45} = \Phi^{45} - \Phi^5 - 27^{45} 14^{20(2)} - 14^{20(2)} 11^{15(2)} - 11^{15(2)} 14^{10} - 14^{10} 11^5 - 11^5 14^0 - 27^5 14^0$	$\Phi^5 = 54,045^{+0,175}$	$Z_{27}^{45}_{\max} = 1,28$
$Z_{27}^5 = \Phi^5 - \Phi^0 - 27^5 14^0 - 27^0 14^0$	$\Phi^0 = 53,145^{+0,12}_{-0,25}$	$Z_{27}^5_{\max} = 1,705$
$Z_{25}^{60(2)} = \Psi^{60(2)} - \Psi^{60(1)}$	$\Psi^{60(1)} = 14,942^{+0,026}$	$Z_{25}^{60(2)}_{\max} = 0,068$
$Z_{25}^{60(1)} = \Psi^{60(1)} - \Psi^{40}$	$\Psi^{40} = 14,881^{+0,042}$	$Z_{25}^{60(1)}_{\max} = 0,09$
$Z_{25}^{40} = \Psi^{40} - \Psi^{35}$	$\Psi^{35} = 14,656^{+0,105}$	$Z_{25}^{40}_{\max} = 0,267$
$Z_{28}^{25(2)} = XX^{25(2)} - XX^{25(1)}$	$XX^{25(1)} = 34,64^{+0,23}$	$Z_{28}^{25(2)}_{\max} = 0,42$
$Z_{12}^{25(2)} = KK^{25(1)} - KK^{25(2)}$	$KK^{25(1)} = 115,51_{-0,36}$	$Z_{12}^{25(2)}_{\max} = 0,6$
$Z_{12}^{25(2)} = K^{25(1)} - KK^{25(1)} + KK^{25(2)} - K^{25(2)}$	$K^{25(1)} = 231,4525_{-0,72}$	$Z_{12}^{25(2)}_{\max} = 1,48$

Рисунок 8 – Схема диаметральных размеров

					15.03.05.2017.171.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		37

Исходя из схемы линейных размеров, соответствующей рисунку 7 по каждому переходу в соответствующей операции составляется уравнение размерной цепи с целью определения номинального межоперационного размера, где замыкающим звеном является припуск на обработку.

Уравнения размерных цепей по схеме линейных размеров

$$[Z_5^{20(2)}] = A^{20(1)} - A^{20(2)}$$

$$[Z_5^{20(1)}] = A^{15(2)} - A^{20(1)}$$

$$[Z_5^{10}] = A^5 - A^{10}$$

$$[Z_1^{15(2)}] = A^{15(1)} - A^{15(2)}$$

$$[Z_1^{15(1)}] = A^{10} - A^{15(1)}$$

$$[Z_1^5] = A^0 - A^5$$

$$[Z_{10}^{20(2)}] = B^{20(1)} - B^{20(2)}$$

$$[Z_{10}^{20(1)}] = B^{10} - A^{10} + A^{15(2)} - B^{20(1)}$$

$$[Z_{10}^{10}] = B^0 - A^0 + A^5 - B^{10}$$

$$[Z_7^{20(2)}] = B^{20(1)} + A^{20(1)} - A^{20(2)} - B^{20(2)}$$

$$[Z_7^{20(1)}] = B^{10} + A^{15(2)} - A^{20(1)} - B^{20(1)}$$

$$[Z_7^{10}] = B^0 + A^5 - A^{10} - B^{10}$$

$$[Z_2^{15(2)}] = \Gamma^{15(1)} - A^{15(1)} + A^{15(2)} - \Gamma^{15(2)}$$

$$[Z_2^{15(1)}] = \Gamma^{15(1)} - A^{15(1)} + A^{10} - \Gamma^5$$

$$[Z_2^5] = \Gamma^5 - A^5 + A^0 - \Gamma^0$$

$$[Z_6^{15(2)}] = D^{15(2)} + \Gamma^{15(2)} - A^{15(2)} + A^{15(1)} - \Gamma^{15(1)} - D^{15(1)}$$

$$[Z_6^{15(1)}] = D^{15(1)} + \Gamma^{15(1)} - A^{15(1)} + A^{10} - \Gamma^5 - D^5$$

$$[Z_6^5] = D^5 + \Gamma^5 - A^5 + A^0 - \Gamma^0 - D^0$$

Решение размерных цепей по схеме линейных размеров

$$1) [Z_5^{20(2)}] = A^{20(1)} - A^{20(2)}$$

$$\text{Дано: } A^{20(2)}_{\min} = 29,888 \quad A^{20(2)}_{\max} = 30 \quad \Delta A^{20(1)} = 0,27.$$

$$Z_5^{20(2)}_{\min}=0,1 \text{ мм}$$

$$Z_5^{20(2)}_{\min} = A^{20(1)}_{\min} - A^{20(2)}_{\max}$$

$$A^{15(1)}_{\min} = A^{20(2)}_{\max} + Z_5^{20(2)}_{\min}$$

$$A^{20(1)}_{\min} = 30 + 0,1 = 30,1 \text{ мм}$$

$$A^{20(1)}_{\max} = A^{20(1)}_{\min} + TA^{20(1)} = 30,1 + 0,27 = 30,37 \text{ мм}$$

$$Z_5^{20(2)}_{\max} = A^{20(1)}_{\max} - A^{20(2)}_{\min}$$

$$Z_5^{20(2)}_{\max} = 30,37 - 29,888 = 0,482 \text{ мм.}$$

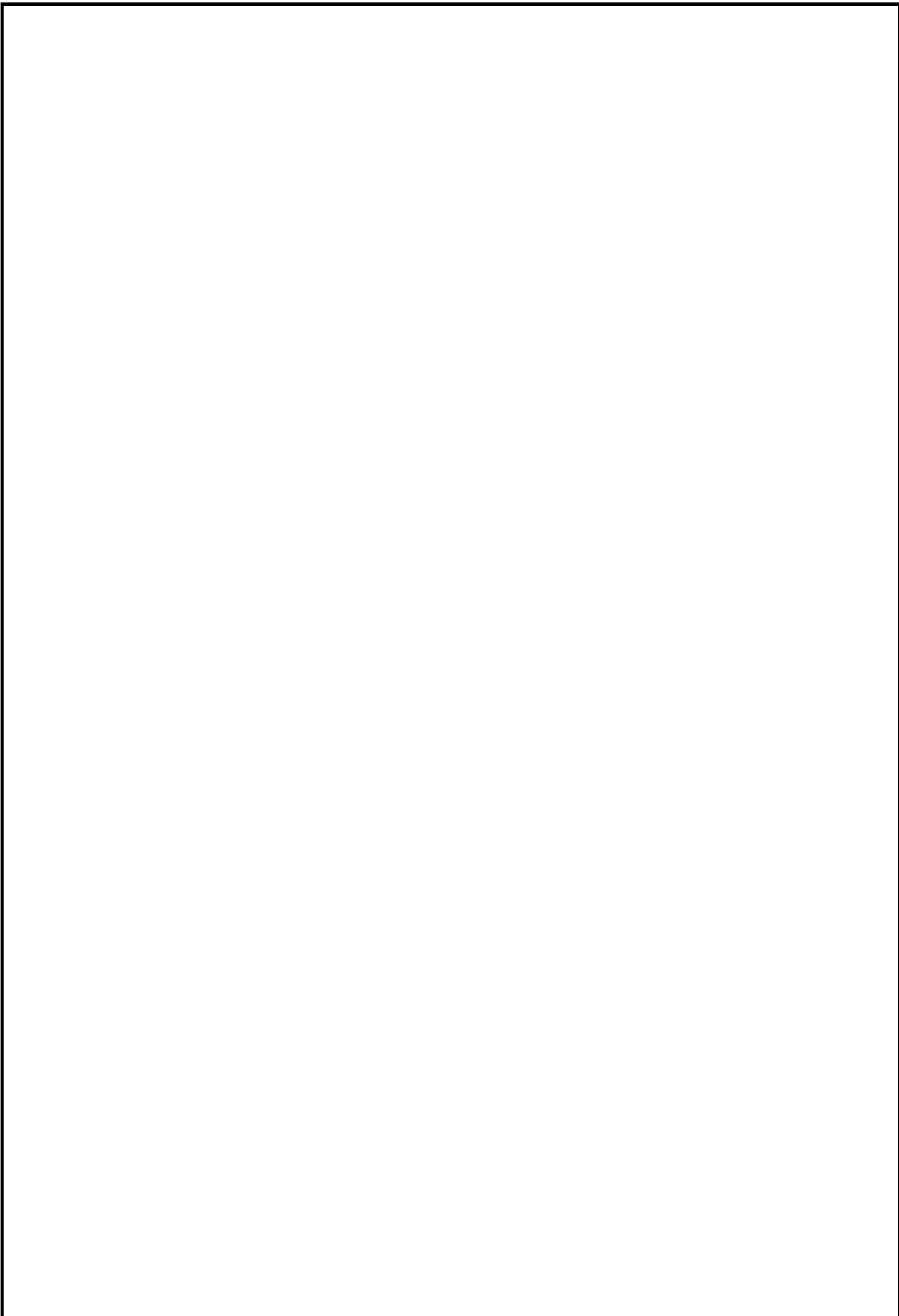
$$\text{Номинальный размер } A^{20(1)} = A^{20(1)}_{\max} - ES = 30,37 - 0 = 30,37 \text{ мм.}$$

$$\text{Ответ: } A^{20(1)} = 30,37_{-0,27} \quad Z_5^{20(2)}_{\max} = 0,482 \text{ мм.}$$

Найдем остальные межоперационные размеры аналогично и сведем их в таблицу 3.

Таблица 3 – Межоперационные размеры и припуски линейных размеров

Уравнение размерной цепи	Межоперационный размер, мм	Припуск, мм
$Z_5^{20(2)} = A^{20(1)} - A^{20(2)}$	$A^{20(1)} = 30,37_{-0,27}$	$Z_5^{20(2)}_{\max} = 0,482$
$Z_5^{20(1)} = A^{15(2)} - A^{20(1)}$	$A^{15(2)} = 30,782_{-0,212}$	$Z_5^{20(1)}_{\max} = 0,682$
$Z_1^{15(2)} = A^{15(1)} - A^{15(2)}$	$A^{15(1)} = 31,352_{-0,37}$	$Z_1^{15(2)}_{\max} = 0,782$
$Z_1^{15(1)} = A^{10} - A^{15(1)}$	$A^{10} = 32,222_{-0,68}$	$Z_1^{15(1)}_{\max} = 1,24$
$Z_5^{10} = A^5 - A^{10}$	$A^5 = 33,262_{-0,52}$	$Z_5^{10}_{\max} = 1,81$
$Z_1^5 = A^0 - A^5$	$A^0 = 33,942^{+0,34}_{-0,18}$	$Z_1^5_{\max} = 1,54$
$Z_{10}^{20(2)} = B^{20(1)} - B^{20(2)}$	$B^{20(1)} = 125,56_{-0,46}$	$Z_{10}^{20(2)}_{\max} = 0,72$
$Z_{10}^{20(1)} = B^{10} - A^{10} + A^{15(2)} - B^{20(1)}$	$B^{10} = 128,572_{-1,16}$	$Z_{10}^{20(1)}_{\max} = 2,802$
$Z_{10}^{10} = B^0 - A^0 + A^5 - B^{10}$	$B^0 = 131,612^{+0,65}_{-0,35}$	$Z_{10}^{10}_{\max} = 3,7$
$Z_7^{20(2)} = B^{20(1)} + A^{20(1)} - A^{20(2)} - B^{20(2)}$	$B^{20(1)} = 30,052 \pm 0,026$	$Z_7^{20(2)}_{\max} = 0,586$
$Z_7^{20(1)} = B^{10} + A^{15(2)} - A^{20(1)} - B^{20(1)}$	$B^{10} = 30,338 \pm 0,26$	$Z_7^{20(1)}_{\max} = 1,254$
$Z_7^{10} = B^0 + A^5 - A^{10} - B^{10}$	$B^0 = 30,748^{+0,35}_{-0,17}$	$Z_7^{20(1)}_{\max} = 2,83$
$Z_2^{15(2)} = \Gamma^{15(1)} - A^{15(1)} + A^{15(2)} - \Gamma^{15(2)}$	$\Gamma^{15(1)} = 8,007 \pm 0,075$	$Z_2^{15(2)}_{\max} = 0,868$
$Z_2^{15(1)} = \Gamma^{15(1)} - A^{15(1)} + A^{10} - \Gamma^5$	$\Gamma^5 = 8,202 \pm 0,18$	$Z_2^{15(1)}_{\max} = 1,09$
$Z_2^5 = \Gamma^5 - A^5 + A^0 - \Gamma^0$	$\Gamma^0 = 8,112^{+0,12}_{-0,24}$	$Z_2^5_{\max} = 2,05$
$Z_6^{15(2)} = D^{15(2)} + \Gamma^{15(2)} - A^{15(2)} + A^{15(1)} - \Gamma^{15(1)} - D^{15(1)}$	$D^{15(1)} = 14,8885 \pm 0,09$	$Z_6^{15(2)}_{\max} = 1,091$
$Z_6^{15(1)} = D^{15(1)} + \Gamma^{15(1)} - A^{15(1)} + A^{10} - \Gamma^5 - D^5$	$D^5 = 14,0335 \pm 0,215$	$Z_6^{15(2)}_{\max} = 2,25$
$Z_6^5 = D^5 + \Gamma^5 - A^5 + A^0 - \Gamma^0 - D^0$	$D^0 = 13,6785 + 0,14 - 0,29$	$Z_6^{15(2)}_{\max} = 2,91$



					15.03.05.2017.171.00 ПЗ	Лист
						40
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Составим для наглядности схему пространственных отклонений изображенную на рисунке 8.

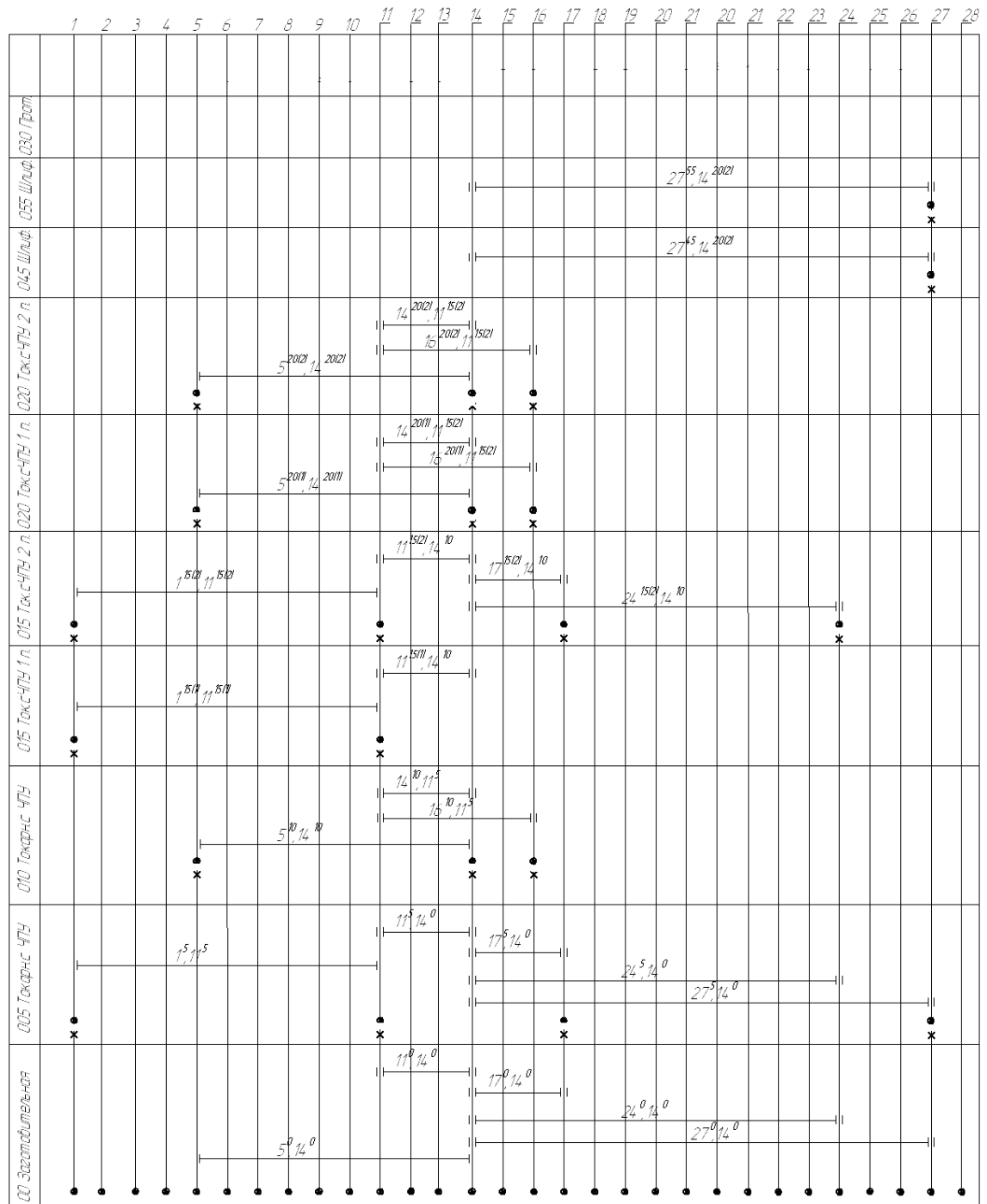


Рисунок 8 – Схема пространственных отклонений

Исходя из результатов размерного анализа, оформим чертеж заготовки в соответствии с рисунком 9.

$\sqrt{Rz\ 200}$

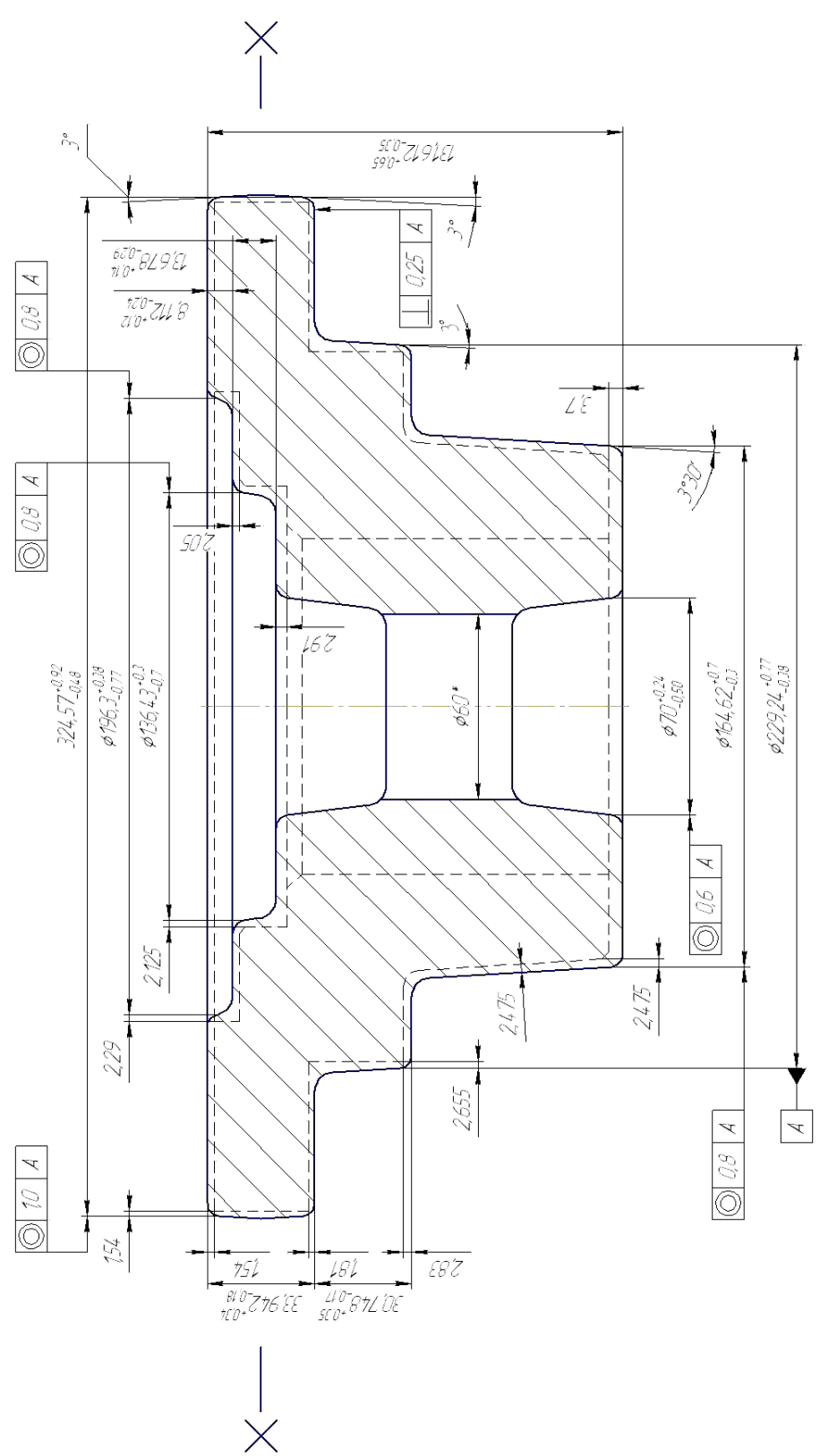


Рисунок 9 – Чертеж заготовки

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.05.2017.171.00 ПЗ	Лист
						43

2.4 Расчет режимов резания, определение сил резания, проверка оборудования по мощности

Расчет режимов резания ведется на операцию 075 вертикально-сверлильную по [3].

На вертикально-сверлильном станке модели 2С50 сверлятся одновременно 6 отверстий $\bullet 10,4$ под резьбу М12 глубиной 25 мм в соответствии с рисунком 10. Параметр шероховатости обработанной поверхности $Ra 25$. Материал заготовки сталь 34ХН1М ГОСТ 8479-70 с пределом прочности $\sigma_b = 650\text{МПа}$ и твердостью НВ 210. Заготовка - поковка штампованная. В качестве режущего инструмента применяется сверло спиральное Р6М5, диаметром 10,2 мм по ГОСТ 28320-89.

Геометрические параметры сверла: $2\varphi = 118^\circ, \alpha = 30^\circ, \psi = 55^\circ$.

Форма заточки – нормальная

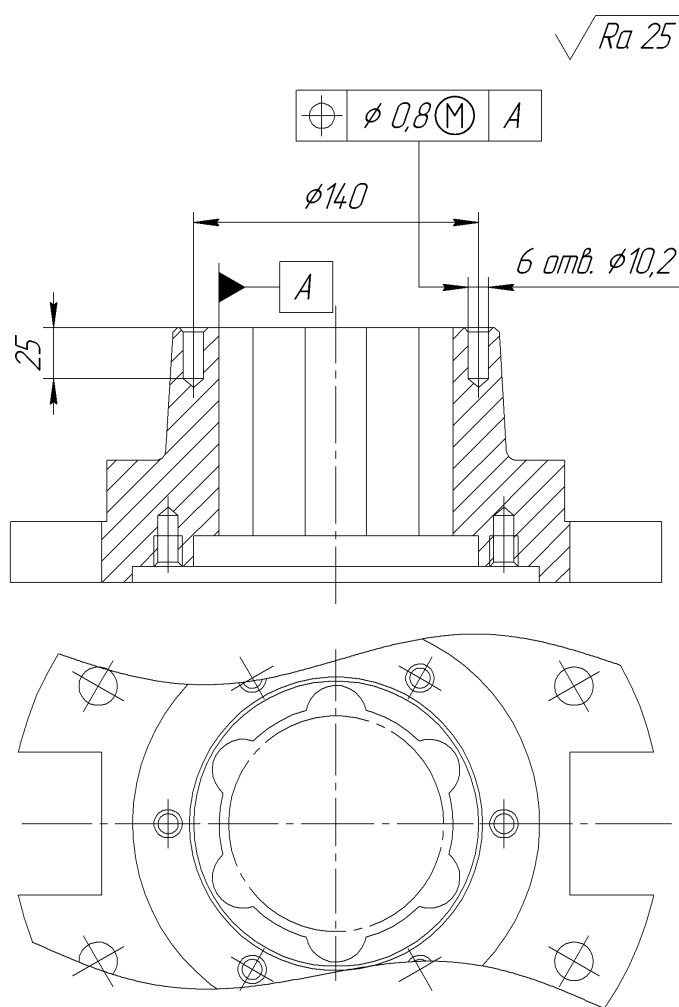


Рисунок 10 – Эскиз операции

									Лист
									45
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.05.2017.171.00 ПЗ				

Для сверления стали твердостью НВ 210 сверлом диаметром 10-12мм рекомендуемая подача $S_0 = 0,25-0,28$ мм/об, принимается $S_0 = 0,14$ мм/об.

Проверим принятую подачу по осевой составляющей силы резания, допускаемой прочностью механизма подачи станка, по формуле [3]

$$P_0 = 1,33 \cdot 10 \cdot C_p \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_{mp}, \quad (10)$$

где C_p – коэффициент табличной осевой силы, $C_p = 68$;

D – диаметр сверла, $D = 10,2$ мм;

q – показатель степени, $q = 1$;

S – величина принятой подачи, мм/об, $S = 0,14$;

y – показатель степени, $y = 0,7$;

K_{mp} – 0,89.

$$P_0 = 1,33 \cdot 10 \cdot 68 \cdot 10,2^1 \cdot 0,14^{0,7} \cdot 0,89 = 2113,8 \text{ Н.}$$

Так как обработка ведется сразу шестью сверлами, то увеличим полученное значение

$$P_0 = 2113,8 \cdot 6 = 12682,8 \text{ Н.}$$

Максимальное осевое усилие, допускаемое на шпинделе станка $P_{\max} = 15$ кН,
[4] – назначенная подача удовлетворяет условию $P_0 < P_{\max}$.

Глубина резания $t = D/2 = 5,2$ мм.

Скорость резания V , м/мин, вычисляется по формуле [3]

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} K_v \cdot 0,75, \quad (11)$$

где C_v – коэффициент скорости, $C_v = 7$;

$q = 0,4$;

T – стойкость инструмента, мин, $T = 25$;

m – показатель степени, $m = 0,2$;

$y = 0,7$;

K_v – коэффициент зависящий от ряда факторов, $K_v = 0,9$.

$$V = \frac{7 \cdot 10,2^{0,4}}{25^{0,2} \cdot 0,14^{0,7}} 0,9 \cdot 0,75 = 25,05 \text{ м/мин.}$$

Частота вращения шпинделя n , об/мин, вычисляется по формуле [3]

									Лист
									46
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

15.03.05.2017.171.00 ПЗ

$$n = \frac{1000V}{\pi D} \quad (12)$$

$$n = \frac{1000 \cdot 25,05}{3,14 \cdot 10,2} = 767.$$

Корректируется по паспорту станка $n_{ст} = 760$ об/мин.

Действительная скорость резания V , м/мин, вычисляется по формуле

$$V_D = \frac{\pi D n}{1000} \quad (13)$$

$$V_D = \frac{3,14 \cdot 10,2 \cdot 760}{1000} = 24,8 \text{ м/мин.}$$

Крутящий момент M вычисляется по формуле [3]

$$M = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p, \quad (14)$$

где C_M – коэффициент табличного момента, $C_M = 0,0345$ [3];

$q = 2$;

$y = 0,8$;

$K_p = 0,89$.

$$M = 10 \cdot 0,0345 \cdot 10,4^2 \cdot 0,14^{0,8} \cdot 0,89 = 6,8 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Крутящий момент приходящийся на наладку из шести сверл $M_{кр}$ составит

$$M_{кр} = 6 \cdot M = 6 \cdot 6,8 = 40,8 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Мощность резания $N_{рез}$, кВт, затрачиваемая на резание определяется по формуле

$$N_{рез} = \frac{M_{кр} \cdot n_{ст}}{9750} \quad (15)$$

$$N_{рез} = \frac{40,8 \cdot 760}{9750} = 3,18 \text{ кВт.}$$

Проверяем достаточно ли мощности привода станка.

$$N_{ст} = 7,5 \cdot 0,7 = 5,25 \text{ кВт.}$$

$N_{рез} \leq N_{шп}$; $3,18 < 5,25$, обработка возможна.

									Лист
									47
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.05.2017.171.00 ПЗ				

Для остальных операций режимы резания приводятся в таблице 4.
Таблица 4 – Режимы резания

№ операции	S мм/об	V м/мин	n об/мин	Станок	Net кВт
005	0.43	61,5	Изменяется поддерживая заданной скорость резания	16A20Ф3С47	11
010	0.43	61,5			
015(1)	0.2	70.6			
015(2)	0.15	70.6			
020(1)	0.2	70.6			
020(2)	0.15	70.6			
025	2,45	120	150	6P83Г	11
030	0,2	24	250	2С132	4
040	0,2	14,02	150		
045	0,2	34,4	100	16A20	11
055	0,005	47,1м/сек	120 об/мин детали	32К84СФ4	5
060(1)	0,0025	26,3 м/сек	60 об/мин детали		
060(2)					
065	0,2	24,8	760	2С50	7,5
070	1,5	3	80	2С132	4
075	0,2	24,8	760	2С50	7,5
080	1,5	3	80	2С132	4

2.5 Нормирование технологических операций

Для нормирования принимается операция 075 – вертикально-сверлильная.
Основное время T_0 , мин, вычисляется по формуле [5]

$$T_0 = \frac{L}{n \cdot S_0} i, \quad (16)$$

где L – длина резания, мм;

$$L = l + y + \Delta;$$

где l - длина обрабатываемой поверхности, мм, $l = 25$;

y - величина врезания при нормальной заточке сверла, мм, $y = 0,3D$ [5]

$$y = 0,3 \cdot 10,2 = 3,12;$$

									Лист
									48
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.05.2017.171.00 ПЗ				

Δ – перебег инструмента, $\Delta = 1 \dots 3$ мм, [5], принимаем $\Delta = 2$;

$$L = 25 + 3,12 + 2 = 30,12;$$

i – количество переходов $i = 1$.

Таким образом вычислим основное время на обработку по формуле (16)

$$T_o = \frac{30,12 \cdot 1}{760 \cdot 0,14} = 0,28.$$

Штучное время на деталь $T_{шт}$, мин, вычисляется по формуле [5]

$$T_{шт} = (t_o + t_v \cdot K_{ТВ}) \left[1 + \frac{a_{отд} + a_{обсл}}{100\%} \right], \quad (17)$$

где $K_{ТВ}$ - коэффициент, учитывающий тип производства, $K_{ТВ}=1$;

$a_{отд}$ - процент времени рабочего, затрачиваемого на отдых, %; $a_{отд}=4$;

$a_{обсл}$ - процент времени рабочего, затрачиваемого на обслуживание рабочего места, %; $a_{обсл}=4$;

t_v - вспомогательное время на операцию, вычисляется по формуле

$$t_v = t_{ву} + t_{вп} + t_{вщ} + t_{вш} \quad (18)$$

где $t_{ву}$ - вспомогательное время на установку и снятие детали, при закреплении в кондукторе, мин, $t_{ву}=0,9$ мин;

$t_{вп}$ - вспомогательное время, связанное с переходом; $t_{вп}=0,45$ мин;

$t_{вщ}$ - время на закрытие и открытие щитка ограждения; $t_{вщ}=0,07$ мин;

$t_{вш}$ - время на включение и выключение шпинделя; $t_{вш}=0,03$ мин.

$$t_v = 0,9 + 0,45 + 0,07 + 0,03 = 1,45.$$

$$T_{шт} = (0,28 + 1,45 \cdot 1) \cdot \left(1 + \frac{0,07 + 0,07}{100\%} \right) = 1,97 \text{ мин.}$$

Для всех операций нормы времени представлены в таблице 5.

									Лист
									49
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.05.2017.171.00 ПЗ				

Таблица 5 – Нормы времени

№ операции	to	tb	tшт	тпз
005	7,4	4,64	13,0	19
010	5,73	4,04	10,55	19
015	22,6	6,44	31,36	19
020	23,49	6,44	32,32	19
025	1,84	4,36	6,7	18
030	3,84	1,51	5,77	12
035	9,6	2,21	12,75	12
040	1,6	1,4	3,24	12
045	25,75	2,41	30,41	14
050	5	5	10,8	10
055	3,16	4,56	8,34	14
060	37,2	13,16	54,38	20
065	0,28	1,45	1,97	14
070	2,8	1,53	4,67	14
075	0,28	1,45	1,97	14
080	2,8	1,53	4,67	14

Выводы по разделу два

В данном разделе проведен анализ технологичности конструкции детали по качественной и количественной оценке. Результаты анализа по качественной оценке говорят о том, что конструкция детали средней технологичности, а количественная оценка указывает на то, что деталь технологична.

Для операций технологического процесса рассчитаны режимы резания и нормы времени.

3 КОНСТРУКТОРСКИЙ РАЗДЕЛ

3.1 Проектирование кондуктора скальчатого

Необходимо спроектировать кондукторное приспособление для установки и закрепления заготовки на операции 075 вертикально-сверлильной.

3.1.1 Разработка теоретической схемы базирования

Необходимо составить схему базирования для обработки шести отверстий. Чтобы исключить погрешность базирования или свести ее к минимуму необходимо наличие шести опорных точек. Так базирясь за торец Б, мы совместим измерительную и конструкторскую базу. Теоретически схема базирования соответствует рисунку 11.

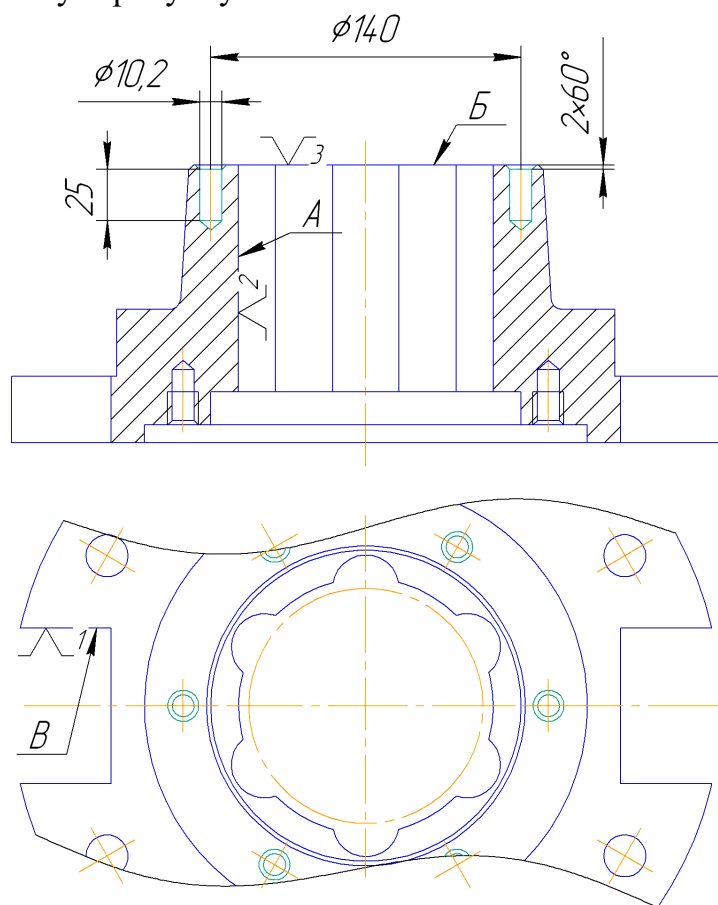


Рисунок 11 – Теоретическая схема базирования детали

Базирование по внутренней цилиндрической поверхности - А лишает деталь 2-х степеней свободы, по боковой поверхности паза - В, 1-ой степени свободы. По торцевой поверхности - Б заготовка лишается 3-х степеней свободы. При этом заготовка лишена всех - шести степеней свободы.

					15.03.05.2017.171.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		51

3.1.2 Проектирование схемы приспособления

Исходя из схемы базирования очевидно, что деталь будет устанавливаться на плиту корпуса 1, совмещенную с поршнем и при подаче давления в камеру цилиндра кондукторная плита 4 закрепит деталь нижним торцом. При этом на кондукторной плите должна быть цилиндрическая оправка для центрирования заготовки, а на подвижной плите упор для фиксирования расположения угловых размеров. Зажим будет механизированным и осуществляться с помощью гидропривода. Схема приспособления показана в соответствии с рисунком 12.

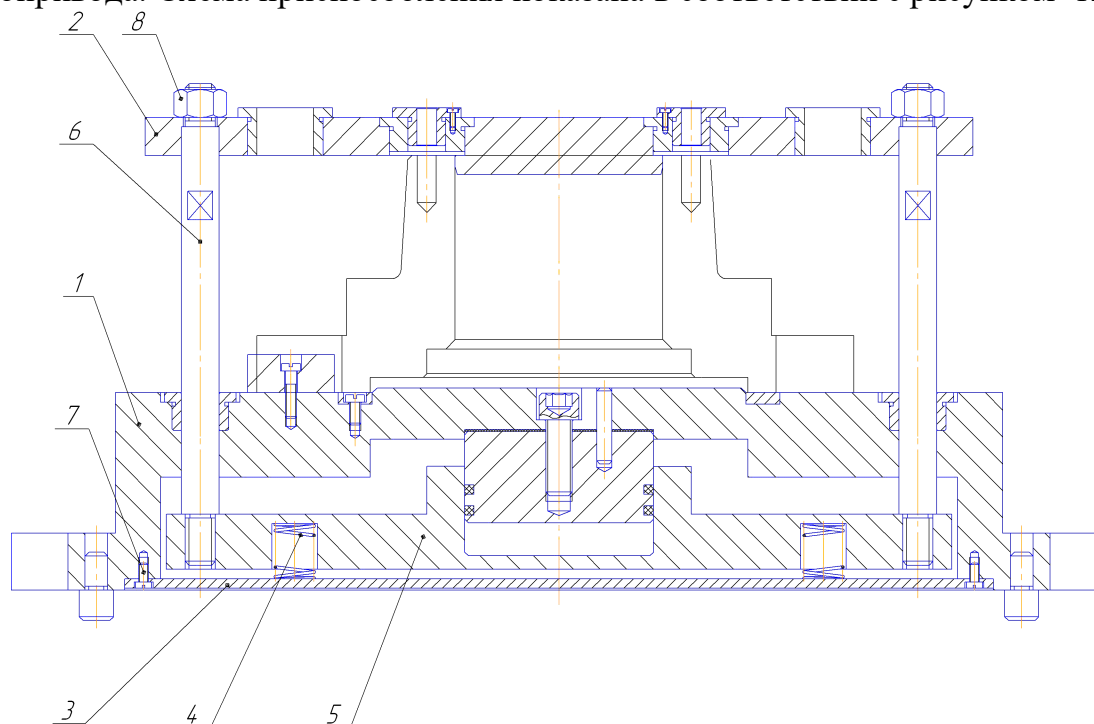


Рисунок 12 – Схема приспособления

3.1.3 Силовой, кинематический, прочностной расчет основных элементов приспособления.

Силовой расчет приспособления сводится к определению усилия зажима заготовки

При обработке отверстий $\varnothing 10,2H14$ необходимое усилие зажима вычисляется по формуле [6]

$$W = K \cdot M_{кр} \cdot \mu, \quad (19)$$

где K - коэффициент запаса зажимной силы;

$M_{кр}$ - крутящий момент на сверлах головки; $M_{кр} = 40,8 \text{ Н} \cdot \text{м}$

μ - коэффициент трения на гладкой поверхности: $\mu = 0,15$, [6].

Определим величину коэффициента, зависящего от условий обработки детали на станке [6],

						15.03.05.2017.171.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			52

$$K = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3,$$

где K_1 - гарантированный коэффициент запаса при всех случаях обработки $K = 1,5$;

K_2 - коэффициент учитывающий увеличение сил резания от прогрессирующего затупления режущего инструмента: $K = 1,0 \dots 1,9$, [6], принимаем $K = 1,6$;

K_3 - коэффициент, характеризующий зажимное устройство по постоянству развиваемой им силы: $K = 1,0$ [6].

$$K = 1,5 \cdot 1,6 \cdot 1,0 = 2,4.$$

$$W = 2,4 \cdot 40,8 \cdot 0,15 = 14,69 \text{ Н.}$$

Сила зажима Q , развиваемая камерой вычисляется по формуле [6]

$$Q = \frac{\pi \cdot D^2}{4} P \cdot \eta, \quad (20)$$

где D – диаметр пневмокамеры, см, $D = 10$;

P - удельное давление воздуха в сети: $P = 4 \text{ кгс/см}^2$;

η – КПД, учитывающий потери на трение в пневмоцилиндре, $\eta = 0,9$, [6].

$$Q = \frac{3,14 \cdot 10^2}{4} 4 \cdot 0,9 = 282,6 \text{ кг} = 2826 \text{ Н.}$$

Необходимо выполнить условие $W < Q$

$$14,7 \text{ Н} < 2826 \text{ Н.}$$

Таким образом, деталь при обработке будет надежно закреплена.

3.1.4 Компоновка кондуктора

В соответствии с рисунком 13 кондуктор состоит из литого корпуса поз. 1 на котором закреплены базирующие элементы и установлены направляющие втулки в которых перемещаются штанги 6 с кондукторной плитой 2. На внутренней стороне корпуса имеется полость в которой расположен поршень, на который устанавливается плита совмещенная с цилиндром. Возврат поршня в исходное положение осуществляется под действием пружин 4. Уплотнение поршня производится двумя резиновыми кольцами круглого сечения. Подвод воздуха в рабочую полость камеры производится через штуцер.

Базирование приспособления на столе станка 2С50 производится шпонкой, входящей в паз стола станка. Крепление осуществляется "Т" образными болтами, входящими в пазы корпуса.

Работа приспособления.

									Лист
									53
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.05.2017.171.00 ПЗ				

Обрабатываемая деталь устанавливается на установочную плиту корпуса 1 приспособления, и шпонку. Затем воздух с помощью распределителя подается в рабочую полость пневмоцилиндра. Цилиндр выдвигается, центрируя заготовку по цилиндрической части кондукторной плиты 2 до полного закрепления.

Рисунок 15 – Кондуктор

После обработки, воздух из рабочей полости стравливается в атмосферу, под действием пружин цилиндр 5 возвращается в исходное положение. Затем, обработанная деталь свободно снимается с приспособления.

3.1.5 Расчет приспособления на точность

Точность установки детали в приспособлении из условия обеспечения размера детали 10,4Н14 с позиционным допуском равным 0,8 мм на диаметр, вычисляется по формуле расчетной суммарной погрешности установки в приспособлении

$$\Delta_{уст} \leq 1,2\sqrt{\Delta_B^2 + \Delta_{пр}^2 + \Delta_3^2}, \quad (21)$$

где Δ_B - погрешность базирования детали, мм $\Delta_B = 0,109$;

$\Delta_{пр}$ – погрешность координирующих размеров приспособления, мм,
 $\Delta_{пр} = 0,062$;

Δ_3 – погрешность возникающая при закреплении заготовки, мм, $\Delta_3 = 0,05$ [11].

$$\Delta_{уст} = 1,2\sqrt{0,109^2 + 0,062^2 + 0,05^2} = 0,162\text{мм}$$

Погрешность установки заготовки в приспособлении меньше требуемой точности изготовления, что удовлетворяет условию $0,162 \cdot 0,8$

									Лист
									55
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.05.2017.171.00 ПЗ				

3.2 Проектирование приспособления для контроля симметричности шпоночного паза

3.2.1 Разработка схемы замера

Схема замера показана на рисунке 14. Установочная шпонка 4 устанавливается в паз детали 1 далее контроль симметричности производят путем измерения расстояний между поверхностями призмы 3. Полуразность этих расстояний, измеренных индикаторами часового типа 2 по обе стороны базовой оси, равна отклонению от симметричности.

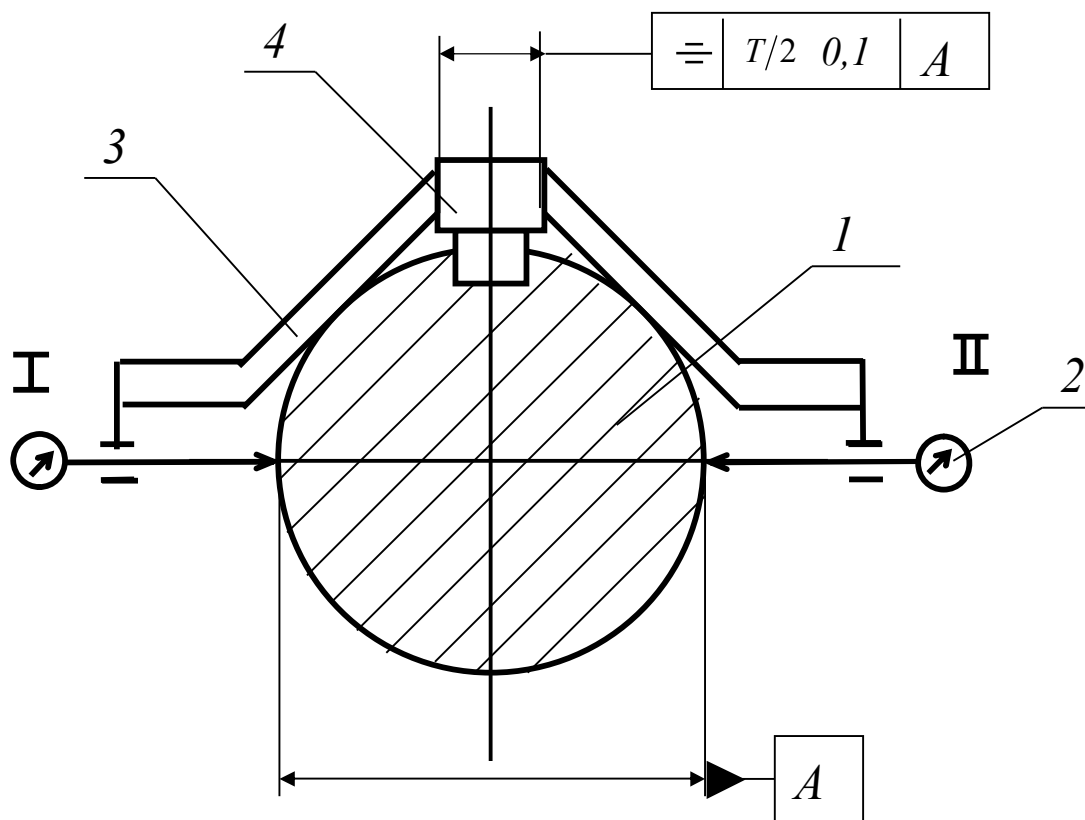


Рисунок 14 – Схема замера

3.2.2 Разработка схемы приспособления

Из схемы замера видно, что базирующими элементами в приспособлении будут являться боковые поверхности шпонки, измерительные элементы являются ножками индикатора с наконечником. Индикаторы будут располагаться во втулках на призматических стойках, закрепленных на шпонке, в соответствии с рисунком 15.

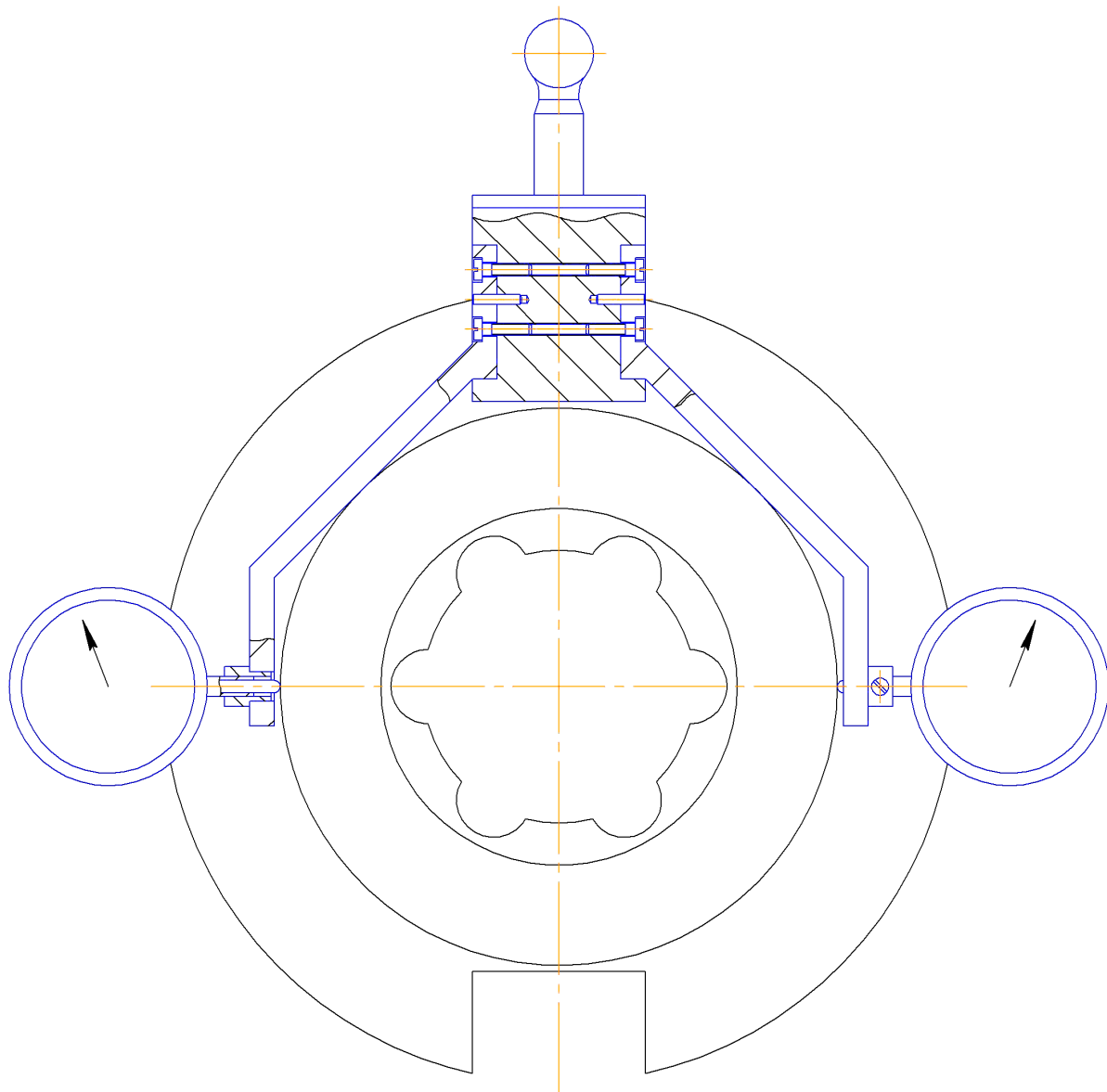


Рисунок 15 – Схема контрольного приспособления

3.2.3 Компоновка контрольного приспособления

Приспособление приведено на рисунке 16. Для замера деталь укладывается на контрольную плиту торцом большего диаметра. Оттягивая рукоятку 4, плунжеры 6 задвигаются в корпус 3 под действием пружин 9. Далее корпус приспособления вводится в шпоночный паз, после чего, рукоятка отпускается и под действием пружины 8 клиновидный толкатель 10, равномерно перемещает плунжеры, которые выходя из корпуса шпонки центрируют приспособление относительно оси паза. Ножки индикаторных головок 14 смещаются, изменяя показания на циферблате.

						15.03.05.2017.171.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			57

3.2.4 Расчет контрольного приспособления на точность

На точность измерения контролируемого параметра, в данном приспособлении будет влиять погрешность индикатора, точность базирования шпонки приспособления в пазу.

Совокупность этих погрешностей должна быть меньше контролируемого параметра, который составляет 0,1 мм.

Погрешность индикатора ИЧ-02 составляет 0,02 мм.

Точность базирования шпонки приспособления в пазу равна нулю так как обеспечивается ее беззазорная установка.

$$\delta = 1,2\sqrt{0,02^2} = 0,024 < 0,1$$

Таким образом, заданная точность обеспечивается.

3.3 Проектирование многошпиндельной головки

Головка многошпиндельная сверлильная предназначена для сверления шести равномерно расположенных по окружности глухих отверстий под нарезание резьбы.

Головка будет устанавливаться на гильзу суппорта сверлильного станка. В данном случае будет принят станок 2С50, как имеющийся в наличии и обеспечивающий необходимую мощность.

Схема передачи крутящего момента в проектируемой головке представлена в соответствии с рисунком 17.

Из рисунка 17 следует, что передача крутящего момента осуществляется от центральной шестерни наружного зацепления через паразитные колеса. Используется одно паразитное колесо для привода двух шпинделей.

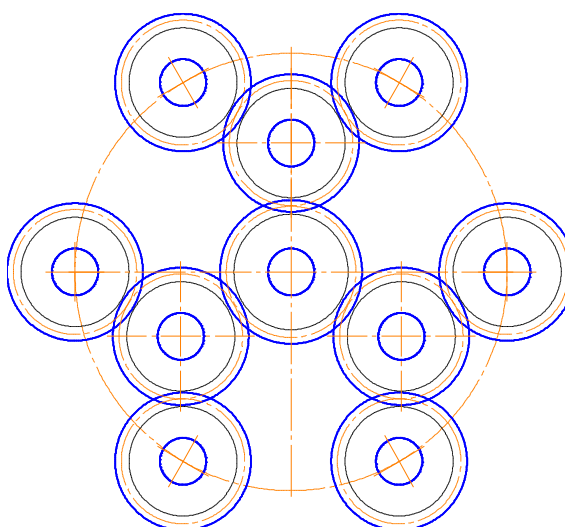


Рисунок 17 – Схема передачи крутящего момента

						15.03.05.2017.171.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			60

Спроектирована головка в соответствии с рисунком 18, которая устанавливается на гильзу шпинделя станка, от которого она получает вращение, через приводной вал 6. Вал 6 соединен с шестеренкой 24, шпонкой 15. Вращение от вала 6, через систему шестерен 8 и 23, передается на шпиндели 7 с установленными на них цанговыми патронами 16. Центрирование головки и приспособления осуществляется двумя штангами, запрессованными в отверстия боковых кронштейнов. Расчет зубчатой передачи многошпиндельной головки проводится по [7]

3.3.1 Расчет диаметров ведущего и рабочих шпинделей и промежуточных валиков

Диаметр ведущего валика определяется по величине передаваемого крутящего момента, который шпиндель должен передавать при сверлении.

Крутящий момент на шпинделе вычисляется по формуле, [7]

$$M_{кр} = \frac{\pi \cdot d_1^3 \cdot [\tau_{кр}]}{16}, \quad (22)$$

где d_1 – диаметр шпинделя, см;

$[\tau_{кр}]$ – допускаемое напряжение кручения, кг/см².

Крутящий момент при рассчитанной выше мощности вычисляется по формуле:

$$M_{кр} = \frac{97400 \cdot N_{ст}}{n_{max}}, \quad (23)$$

$$M_{кр} = \frac{97400 \cdot 5,25}{4000} = 127,8 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

В качестве материала для ведущего валика примем сталь 45 по ГОСТ 1050-88 с допускаемым напряжением кручения $[\tau_{кр}] = 150 \text{ МПа}$ [8], тогда:

$$d_1 = \sqrt[3]{\frac{16 \cdot M_{кр}}{\pi \cdot [\tau_{кр}]}} = \sqrt[3]{\frac{16 \cdot 127,8}{3,14 \cdot 1500}} = 0,757 \text{ см} \approx 7,6 \text{ мм}$$

При соединении зубчатого колеса с ведущим валиком при помощи сегментных шпонок расчетный диаметр увеличивают на удвоенную глубину шпоночного паза. Тогда:

$$d = d_1 + 2t_1, \quad (24)$$

где: t_1 – глубина шпоночного паза, мм, $t_1 = 2,7$, [8];

									Лист
									61
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.05.2017.171.00 ПЗ				

$$d = 7,6 + 2 \cdot 2,7 = 13, \text{ принимаем } d = 15 \text{ мм.}$$

Диаметры осей промежуточных колес принимаем равными диаметру шпинделя головки.

3.3.2 Проверочный расчет зубчатых колес

Прочность зубьев проверяется по величине действующих контактных напряжений в поверхностном слое зубьев и напряжений у их оснований.

Из условий усталости поверхностного слоя металла зубьев модуль вычисляется по формуле

$$m_{\text{пов}} = \sqrt[3]{\frac{i+1}{i \cdot \varphi} \left(\frac{180000}{z \cdot [\sigma]_k} \right)^2 \frac{N \cdot K}{n \cdot K_v}}, \quad (25)$$

где i – передаточное число; $i = 0,95$;

φ – отношение ширины колеса к модулю, $\varphi = 8 \dots 12$, [7], принимаем 10;

z – число зубьев меньшего колеса; $z = 20$;

$[\sigma]_k$ – допускаемое напряжение смятия, МПа, $[\sigma]_k = 210$, [8];

N – мощность которую передает колесо, л.с, $N = 1,06 \text{ кВт} = 1,44 \text{ л.с}$;

n – число оборотов колеса, об/мин, $n = 760$;

K – коэффициент долговечности по контактным напряжениям, $K = 1$, [7];

K_v – коэффициент скорости, вычисляется по формуле [7]

$$K_v = \frac{6}{v + 6}, \quad (26)$$

где v – окружная скорость колеса, м/сек, $v = 1,75$.

$$K_v = \frac{6}{1,75 + 6} = 0,77.$$

$$m_{\text{пов}} = \sqrt[3]{\frac{0,95+1}{0,95 \cdot 10} \left(\frac{180000}{20 \cdot 210} \right)^2 \frac{1,44}{760} \frac{1}{0,77}} = 0,975 \text{ мм.}$$

Из условий прочности зуба на изгиб модуль вычисляется по формуле [7]

$$m_{\text{изг}} = 10 \sqrt[3]{\frac{455}{z \cdot \varphi \cdot y \cdot [\sigma]_{\text{и}}} \frac{N \cdot K_{\text{и}}}{n \cdot K_v}}, \quad (27)$$

где y – коэффициент формы зуба, при $z = 20$, $y = 0,102$ [7];

$[\sigma]_{\text{и}}$ – допускаемое напряжение изгиба, МПа, $[\sigma]_{\text{и}} = 175$ [8];

$K_{\text{и}}$ – коэффициент долговечности по напряжениям изгиба, $K_{\text{и}} = 1$ [7].

									Лист
									63
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.05.2017.171.00 ПЗ				

$$m_{\text{изг}} = 10 \cdot \sqrt[3]{\frac{455}{20 \cdot 10 \cdot 0,102 \cdot 175} \cdot \frac{1,44}{760} \cdot \frac{1}{0,77}} = 0,979 \text{ мм.}$$

Таким образом, выбранный модуль $m = 2$ мм удовлетворяет заданным условиям и по контактным напряжениям и по напряжениям изгиба.

3.3.3 Расчет ресурса подшипников

Рассчитаем ресурс установленных упорных подшипников рабочих шпинделей, так как радиальные подшипники менее нагружены и подбирались из конструктивных соображений и по своей работоспособности они значительно превосходят подшипники, которые требуются в данной головке.

Расчетным показателем долговечности подшипника служит базовый ресурс L_{10} , в миллионах оборотов, соответствующий 90%-й надежности. Он вычисляется по формуле [10]

$$L_{10} = \left(\frac{C}{P}\right)^k, \quad (28)$$

где C - базовая динамическая грузоподъемность подшипника 8202 по ГОСТ 7872-89, $C = 13800$ [9];

P - эквивалентная динамическая нагрузка, $P = 2113$;

k - показатель степени, для шариковых подшипников $k = 3$ [10].

$$L_{10} = \left(\frac{13800}{2113}\right)^3 = 278,5.$$

Скорректированный расчетный ресурс подшипника в часах вычисляется по формуле [10]

$$L_{10\text{аh}} = \frac{10^6 \cdot L_{10} \cdot a_1 \cdot a_2 \cdot a_3}{60n}, \quad (29)$$

где a_1 - коэффициент, корректирующий ресурс в зависимости от надежности, при 90 % надежности $a_1 = 1$, [10];

a_2 - коэффициент, корректирующий ресурс в зависимости от особых свойств подшипника, $a_2 = 1$, [10];

a_3 - коэффициент корректирующий ресурс в зависимости от условий работы подшипника, $a_3 = 1$, [10].

$$L_{10\text{аh}} = \frac{10^6 \cdot 278,5 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1}{60 \cdot 760} = 6109.$$

Расчетная долговечность подшипников 6202 удовлетворяет нормальной, принятой для многошпиндельных головок равной 3000 часам.

									Лист
									64
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.05.2017.171.00 ПЗ				

Подшипники подобраны верно с запасом на последующее увеличение режимов резания.

3.4 Автоматизация поворота заготовки при сверлении неравномерно расположенных отверстий диаметром 19H13

3.4.1 Назначение проектируемого приспособления и его компоновка

Стол поворотный предназначен для модернизации вертикально-сверлильного станка 2С132 и установки зажимного приспособления при обработке 8-ми отверстий $\text{Ø}19\text{H}13$ в детали, приведенной на рисунке 19, и поворота приспособления на 90° .

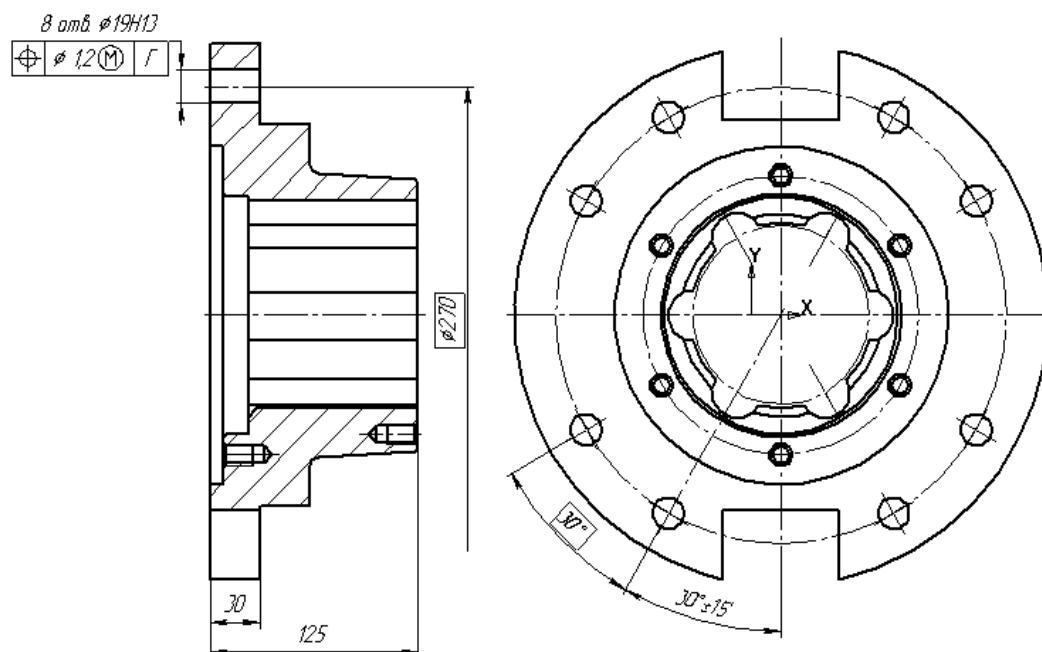


Рисунок 19 – Обрабатываемая деталь

Обработка отверстий производится двухшпindelной сверлильной головкой.

Приспособление представлено в соответствии с рисунком 20.

В корпусе 1 помещен гидравлический цилиндр 12. Поршень 18 цилиндра выполнен в виде зубчатой рейки, находящейся в зацеплении с зубчатым колесом 7 с внутренними храповыми зубьями. Зубчатое колесо помещается на участке вертикального вала 8, на котором отфрезерован паз. В него установлена подпружиненная собачка. Таким образом зубчатое колесо и участок вала образуют храповую обгонную муфту.

Ведущим звеном муфты является зубчатое колесо, а ведомым вал 8. Вал соединен через шпонку 39 с поворотным диском 6. Зубчатое колесо опирается на два упорных подшипника. Нижняя часть вала соединяется через подшипник 35

									Лист
									65
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.05.2017.171.00 ПЗ				

с корпусом 1. Замыкается кинематическая связь вала с диском гайкой 33. Для легкого и плавного перемещения диск 6 опирается на упорный подшипник, выполненный в виде шариков помещенных в кольца 3 на корпусе и диске.

Поворот диска производится при подаче давления в левую полость цилиндра. Шток-рейка 18 при движении вправо поворачивает зубчатое колесо по часовой стрелке. При этом сработавшая собачка упирается в уступ храповика и вал 8 вместе с диском 6 поворачивается на 90°.

При подаче давления в правую полость цилиндра шток-рейка движется влево. Зубчатое колесо поворачивается против часовой стрелки, собачка скользит по наклонной поверхности зуба храпового колеса и не поворачивает диск.

Для фиксирования положения диска при обработке служит фиксатор 16, помещенный в корпус 19 и поджимаемый пружиной 15. Конусный конец фиксатора входит в паз втулки 10, соединенной через шпонку с валом.

3.4.2 Определение длины хода штока рейки

Зажимное приспособление устанавливается на диск 6 и закрепляется с помощью шпильки 5. Число зубьев колеса $Z=51$. Модуль $m=2$.

Делительный диаметр d_2 вычисляется по формуле

$$d_2 = m \cdot z. \quad (30)$$

$$d_2 = 2 \cdot 51 = 102 \text{ мм.}$$

Величина хода штока рейки, мм, вычисляется по формуле

$$L = \frac{\pi \cdot d_2}{n}, \quad (31)$$

где n - число позиций поворотного диска, $n = 4$

$$L = \frac{3,14 \cdot 102}{4} = 80,07.$$

Ход штока рейки регулируется болтами 24, установленными в крышках 13 цилиндра в соответствии с рисунком 21.

									Лист
									67
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.05.2017.171.00 ПЗ				

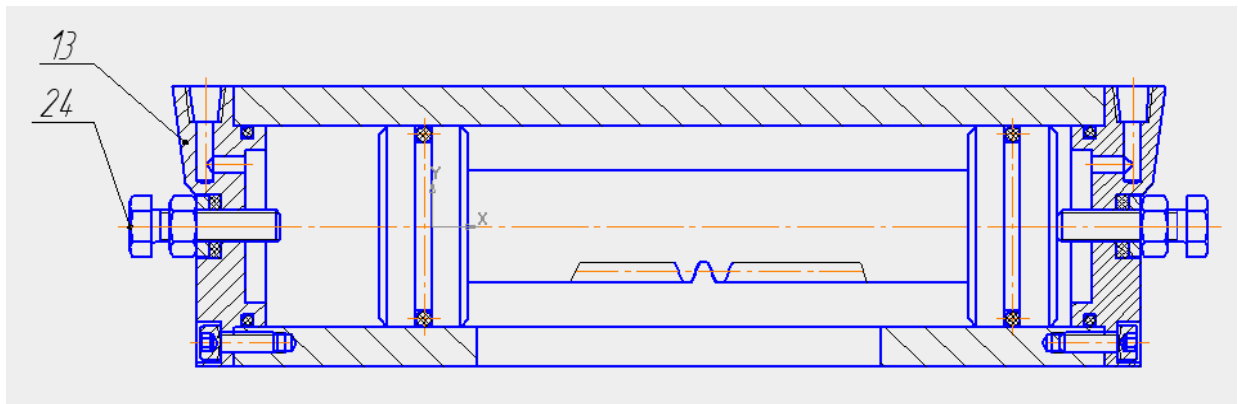


Рисунок 21 – Регулировка хода штока

3.4.3 Определение момента затяжки гайки

Усилие прижима диска к корпусу для его плавного поворота установлен не более $Q=150\text{Н}$. Усилие регулируется закручиванием гайки 33 динамометрическим ключом.

Момент затяжки резьбового соединения $M30 \times 1,5$ при установленном усилии $Q=150\text{Н}$ на рукоятке динамометрического ключа вычисляется по формуле

$$M_{\text{кл}} = \frac{Q}{2} \left(\frac{S}{\pi} + f \cdot d_2 + f_0 \cdot d_{\text{ср}} \right), \quad (32)$$

где S – шаг резьбы, мм, $S=1,5$;

f – коэффициент трения в витках резьбы, $f=0,23$;

d_2 - средний диаметр резьбы, мм;

$$d_2 = d - 0,0825 \cdot S = 30 - 0,0825 \cdot 1,5 = 29,8;$$

f_0 - коэффициент трения на опорной поверхности гайки, $f_0=0,16$;

$d_{\text{ср}}$ - средний диаметр опорной поверхности гайки, мм, $d_{\text{ср}}=40\text{мм}$.

$$M_{\text{кл}} = \frac{150}{2} \left(\frac{1,5}{3,14} + 0,23 \cdot 29,8 + 0,16 \cdot 40 \right) = 1029\text{Н} \cdot \text{мм} = 1,029\text{Н} \cdot \text{м}.$$

3.4.4 Определение крутящего момента для поворота диска и диаметра гидроцилиндра

Для расчета потребного крутящего момента составим схему приложения усилий на диск в соответствии с рисунком 22

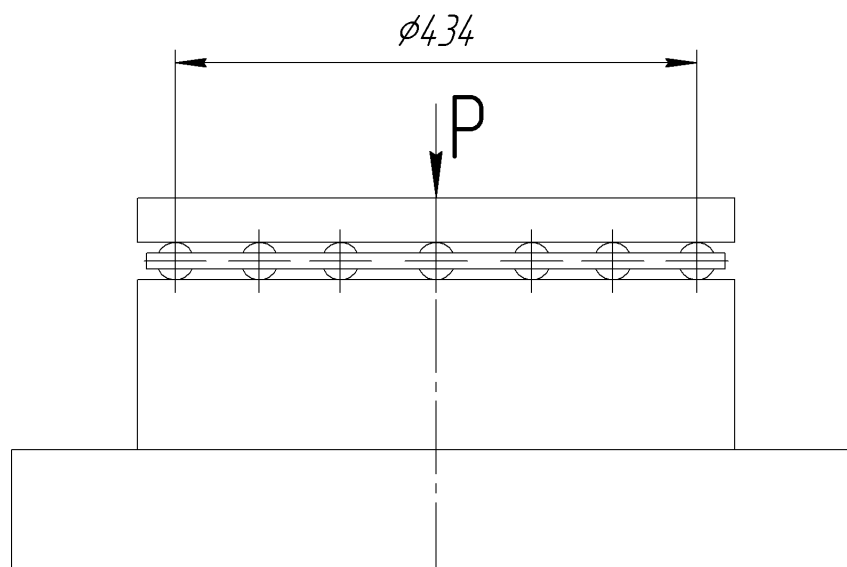


Рисунок 22 – Схема приложения усилий на диск

Сила действующая на диск вычисляется по формуле

$$P = m_n \cdot g + m_g \cdot g, \quad (33)$$

где m_n - масса зажимного приспособления, кг, $m_n = 25$;

m_g - масса диска, кг, $m_g = 8$.

$$P = 25 \cdot 9,81 + 8 \cdot 9,81 = 324 \text{ Н}.$$

Радиус трения вычисляется по формуле

$$r = \frac{d}{2} = \frac{434}{2} = 217 \text{ мм}.$$

Момент сопротивления вращения диска, вычисляется по формуле

$$M = P \cdot r \cdot f, \quad (34)$$

где f - коэффициент трения, $f=0,1$.

$$M = 324 \cdot 217 \cdot 0,1 = 7030,8 \text{ Н} \cdot \text{мм} = 7,03 \text{ Н} \cdot \text{м}.$$

Усилие Q на штоке-рейке, для преодоления момента сопротивления вычисляется по формуле

$$Q = \frac{2M}{d_e}, \quad (35)$$

где d_e - делительный диаметр зубчатого колеса, мм, $d_e = 102$.

$$Q = \frac{2 \cdot 7030,8}{102} = 137,8 \text{ Н} = 14 \text{ кгс}.$$

Диаметр поршня гидроцилиндра вычисляется по формуле

$$D = \sqrt{\frac{4Q}{\pi p}}, \quad (36)$$

где Q - Усилие на штоке-рейке, кгс, $Q = 14$;

p – рабочее давление жидкости в системе, , $p = 0,4 \text{ МПа} = 4 \text{ кгс/см}^2$.

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 14}{3,14 \cdot 4}} = 2,1 \text{ см} = 21 \text{ мм}.$$

Принимаем диаметр поршня $D=50$ мм с учетом коэффициента запаса $n = 2,5$.

3.4.5 Расчет храпового механизма

В качестве исходных данных необходимо знать требуемый угол поворота храпового колеса α и передаваемый крутящий момент $M_{кр}$. Схема обозначения размеров для расчета храпового механизма приведена на рисунке 23.

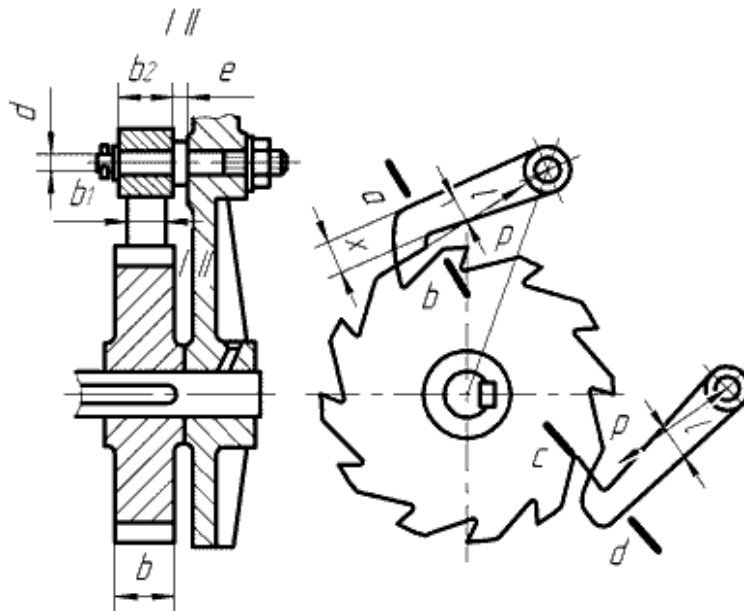


Рисунок 23 – Обозначение размеров при расчете храповика

						15.03.05.2017.171.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			69

Угол поворота храпового колеса α вычисляется по формуле

$$\alpha = \frac{360^\circ}{z}, \quad (37)$$

где z - число зубьев храпового колеса принимают $z = 8 \dots 48$, предпочтительно $z = 12 \dots 20$. Принимаем $z = 16$, из-за необходимости деления на 90° .

$$\alpha = \frac{360^\circ}{16} = 22,5.$$

Модуль храпового колеса для внутреннего зацепления, мм, вычисляется по формуле

$$m = 1,1 \cdot 3 \sqrt{\frac{M_{кр}}{z \cdot \psi \cdot [\sigma_u]}}, \quad (36)$$

где ψ - отношение ширины колеса b к модулю, принимаем 10;

$[\sigma_u]$ - допускаемое напряжение на изгиб для материала колеса, МПа, для стали 45 ГОСТ 1050-88, $[\sigma_u] = 12$.

$$m = 1,1 \cdot 3 \sqrt{\frac{7,03}{16 \cdot 10 \cdot 12}} = 0,15, \text{ принимаем стандартный } m = 0,6.$$

Проверку линейного давления производят по формуле

$$\frac{2 \cdot M_{кр}}{m \cdot z \cdot b} \leq q, \quad (37)$$

где b – ширина зуба, мм, $b = 10$;

q - допускаемое давление на единицу длины зуба, Н/мм, для стали 45 ГОСТ 1050-88, $q = 400$.

$$\frac{2 \cdot 7,03}{0,6 \cdot 16 \cdot 10} = 0,14 \leq 400 \text{ - условие выполнено.}$$

Напряжение в опасном сечении собачки вычисляется по формуле

$$\sigma_u = \frac{M_u}{W} + \frac{P}{F} \leq [\sigma_u], \quad (38)$$

					15.03.05.2017.171.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		70

где M_u - изгибающий момент, вычисляется по формуле

$$M_u = P \cdot l, \quad (39)$$

где P – окружная сила, H , вычисляется по формуле

$$P = \frac{2M_{кр}}{m \cdot z} = \frac{2 \cdot 7,03}{0,6 \cdot 16} = 1,46;$$

l – плечо изгиба, мм, $l = 27$.

$$M_u = 1,46 \cdot 27 = 39,42.$$

W – момент инерции, mm^3 вычисляется по формуле

$$W = \frac{b_1 \cdot x^2}{6}, \quad (40)$$

где b_1 – ширина собачки в опасном сечении, мм, $b_1 = 5$;

x – высота собачки в опасном сечении, мм, $x = 6$.

$$W = \frac{5 \cdot 6^2}{6} = 30.$$

F – площадь опасного сечения собачки, mm^2 , вычисляется по формуле

$$F = b_1 \cdot x = 5 \cdot 6 = 30.$$

$[\sigma_u]$ - допускаемое напряжение на изгиб для материала собачки, Н·мм, для стали 45 ГОСТ 1050-88, $[\sigma_u] = 120$.

$$\sigma_u = \frac{39,42}{30} + \frac{1,46}{30} = 1,36 \leq 120 \text{ - условие выполнено.}$$

Диаметр оси собачки вычисляется по формуле

$$d = \sqrt[3]{\frac{P}{0,1[\sigma_u]} \frac{b_2}{2}}, \quad (41)$$

где b_2 – высота ступицы собачки, мм, $b_2 = 8$;

$[\sigma_u]$ - допускаемое напряжение на изгиб для материала оси собачки, Н·мм, для стали 45 ГОСТ 1050-88, $[\sigma_u] = 120$.

						15.03.05.2017.171.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			71

$$d = \sqrt[3]{\frac{1,46}{0,1 \cdot 120} \frac{8}{2}} = 0,78 \text{ мм}.$$

Принятый диаметр оси 8 мм удовлетворяет расчетному значению.

3.4.6 Расчет точности поворота стола приспособления

Расчет точности поворота стола приспособления проводится в соответствии с рисунком 24.

Расчет погрешности поворота приспособления производится по формуле

$$\delta = S_1 + S_2 + \delta_1 / 2, \quad (42)$$

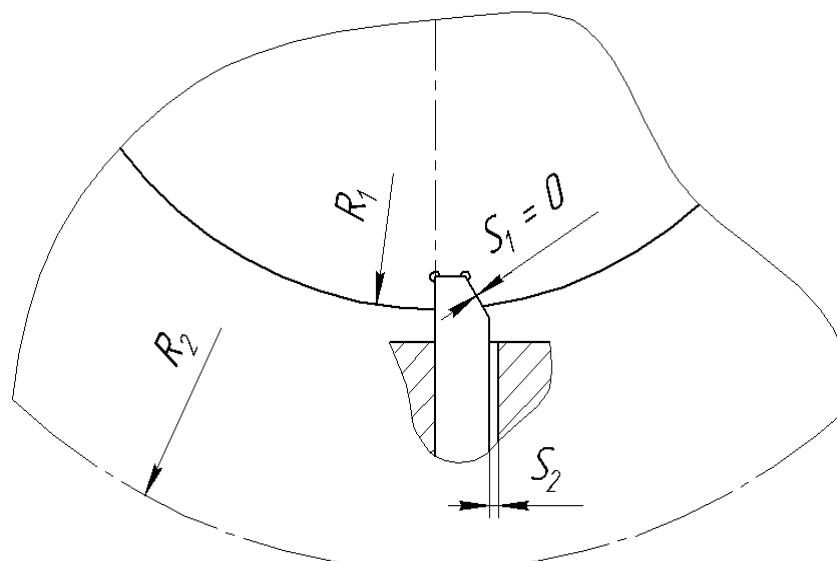


Рисунок 24 - Схема делительного механизма

где S_1 – зазор между фиксатором и пазом делительного диска, мм, $S_1 = 0$;

S_2 – зазор между фиксатором и направляющей втулкой фиксатора, мм, $S_2 = 0,02$;

δ_1 – допуск на шаг пазов делительного диска, мм, $\delta_1 = \pm 1'15''$;

R_1 – радиус делительного диска, мм, $R_1 = 55$.

Выразим зазор между фиксатором и направляющей втулкой фиксатора - S_2 в градусах по формуле

$$\alpha = \text{arctg}\left(\frac{S_2}{R_1}\right), \quad (43)$$

$$\alpha = \text{arctg}\left(\frac{0,02}{55}\right) = 0^\circ 0' 10''.$$

$$\delta = 0 + 10'' + 1'15'' = 1' 25''.$$

Погрешность поворота диска приспособления составляет $\pm 1' 25''$.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

15.03.05.2017.171.00 ПЗ

Лист

72

3.4.7 Расчет диаметра трубопроводов гидроцилиндра

Гибкие шланги являются наиболее слабым звеном гидросистемы приспособлений, так как они работают со знакопеременными нагрузками, что может вызвать их усталостное разрушение.

Внутренний диаметр шланга вычисляется по формуле

$$d = \sqrt{\frac{21,22Q}{v}}, \quad (44)$$

где Q – количество масла, протекающего по трубопроводу при времени поворота диска $t = 2$ с, л/мин, $Q = 4,2$;

v – скорость перемещения жидкости в трубопроводе, м/с, для нагнетательных трубопроводов, $v = 4$.

$$d = \sqrt{\frac{21,22 \cdot 4,2}{4}} = 4,72.$$

Принимаем внутренний диаметр шланга $d = 5$ мм.

Выводы по разделу три

В соответствии с заданием проекта:

- спроектированы кондуктор скальчатый и шестишпindleвая сверлильная головка, предназначенные для совместной работы;
- спроектировано контрольное приспособление для измерения несимметричности паза.

									Лист
									73
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.05.2017.171.00 ПЗ				

4 СТРОИТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ

4.1 Состав оборудования и количество производственных рабочих на участке

Данные, которые могут быть использованы по необходимости, такие как число рабочих, количество оборудования, принимаются из раздела 5.

Выполнение раздела производится в соответствии с [13].

Состав оборудования и количество производственных рабочих на участке принимаются в соответствии с таблицей 6.

Таблица 6 – Состав оборудования и количество производственных рабочих на участке

№ опер	Тип и модель станка	Габаритные размеры, м	Кол-во станков, шт	Численность рабочих, чел.
005	Токарный с ЧПУ 16А20Ф3С47	3,7x2,26	6	4
010	Горизонтально-фрезерный 6Р82Г	2,3x1,95	1	1
015	Вертикально-сверлильный 2С132	0,77x1,25	2	4
020	Токарный 16А20	2,5x1,19x1,5	2	4
025	Координатно-шлифовальный 3К84СФ4	4,38x2,94	4	8
030	Вертикально-сверлильный 2С50	0,87x1,1	1	1

4.2 Выбор типа и определение количества транспортных средств

Так как данная деталь не относится к крупногабаритным, то в качестве транспортного средства принимаем электротележку грузоподъемностью 1,5 т.

Потребное количество электротележек в зависимости от веса деталей, перевозимых в течение года, времени пробега и времени на загрузку и разгрузку вычисляется по формуле

$$K_T = \frac{Q \cdot i}{q \cdot 60 \cdot \Phi \cdot m \cdot K_p} \left(\frac{l_{cp}}{v_{cp}} + t_z + t_p \right), \quad (45)$$

где Q – вес деталей, транспортируемых в год, т, $Q = 336$;

i – среднее количество транспортных операций на одну деталь $i=18$;

q – заполнение электротележки за один рейс, т, $q = 1,2$;

Φ – номинальный годовой фонд времени электротележки, ч., $\Phi=2070$;

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

									Лист
									75
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.05.2017.171.00 ПЗ				

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

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

t_z, t_p – время на загрузку и разгрузку электротележки, 90 мин.

$$K_m = \frac{336 \cdot 18}{1,2 \cdot 60 \cdot 2070 \cdot 2 \cdot 0,97} \left(\frac{36000}{150} + 90 \right) = 1,88.$$

В качестве транспортировщика заготовок, полуфабрикатов и готовых деталей принимаем две электротележки грузоподъемностью 1,5т.

4.3 Расчет количества мостовых кранов

Расчет необходимого количества мостовых кранов проводится на основе веса перемещаемых грузов и количества крановых операций.

Потребное количество мостовых кранов K , шт, вычисляется по формуле

$$K = \frac{n \cdot i \cdot T_{кр}}{m \cdot T_{см}}, \quad (46)$$

где n – число деталей, транспортируемых в смену;

i – среднее число транспортных операций на одну деталь;

$T_{кр}$ – общее время пробега крана, мин;

$T_{см}$ – время работы в смену, мин.

$$K = \frac{20 \cdot 2 \cdot 10}{2 \cdot 480} = 0,41.$$

Таким, образом принимается 1 мостовой кран грузоподъемностью 5 т, использующийся для монтажа и демонтажа оборудования.

4.4 Расчет площадей для складирования заготовок и деталей

Площадь цехового склада материалов и заготовок вычисляется по формуле

$$F_z = Q \cdot t / (250 \cdot q \cdot K_i), \quad (47)$$

где F_z - площадь цехового склада материалов и заготовок, м².;

Q – масса заготовок годового объема выпуска, т, $Q = 525$;

q – средняя допустимая нагрузка на 1 квадратный метр, т/м², $q = 3$;

t – среднее количество рабочих дней, в течении которых заготовки хранятся на складе до поступления на обработку, $t = 6$;

									Лист
									76
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.05.2017.171.00 ПЗ				

Ки - коэффициент использования площади складирования, Ки = 0,3.

$$F_{сз} = \frac{525 \cdot 6}{250 \cdot 3 \cdot 0,3} = 14 \text{ м}^2.$$

Местом накопления и хранения окончательно обработанных деталей, ожидающих поступления на сборку, является промежуточный склад деталей.

Потребная площадь для промежуточного склада деталей рассчитывается по формуле

$$F_{д} = Q_{д} \cdot t / (260 \cdot q \cdot K_{и}), \quad (48)$$

где Q_д – масса деталей годового объема выпуска, т, Q_д = 336.

$$F_{д} = \frac{336 \cdot 6}{250 \cdot 3 \cdot 0,3} = 8,96 \text{ м}^2.$$

4.5 Выбор способа транспортирования стружки

В результате механической обработки детали на участке площадью 648 м² образуется 189 т стружки в год или 46,5 кг. в час.

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 [13], но с учетом возможности увеличения объема выпуска изделий принимаем шнековый конвейер.

4.6 Планировка производственного участка

Планировка производственного участка будет выполняться в масштабе 1:100.

Построение планировки будет осуществлено в соответствии с [13].

Планировка производственного участка для обработки детали "Полумуфта" показана в соответствии с рисунком 25.

При составлении планировки оборудование располагалось по ходу производственного процесса по замкнутому маршруту в 2 ряда. На участке расположены консольно-поворотные кранбалки для загрузки и разгрузки станков, мостовой кран для монтажа оборудования, перемещения деталей со склада и на склад. Также на участке предусмотрены кафедра мастера, питьевая и техническая вода, централизованный подвод СОЖ, и сжатого воздуха к станкам.

4.7 Выбор типа, формы и определение размеров здания

Выбор основных параметров здания - определяется технологическим процессом и рациональным размещением производства.

Основными параметрами здания являются:

- ширина пролета L – расстояние между продольными осями колонн;

									Лист
									77
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.05.2017.171.00 ПЗ				

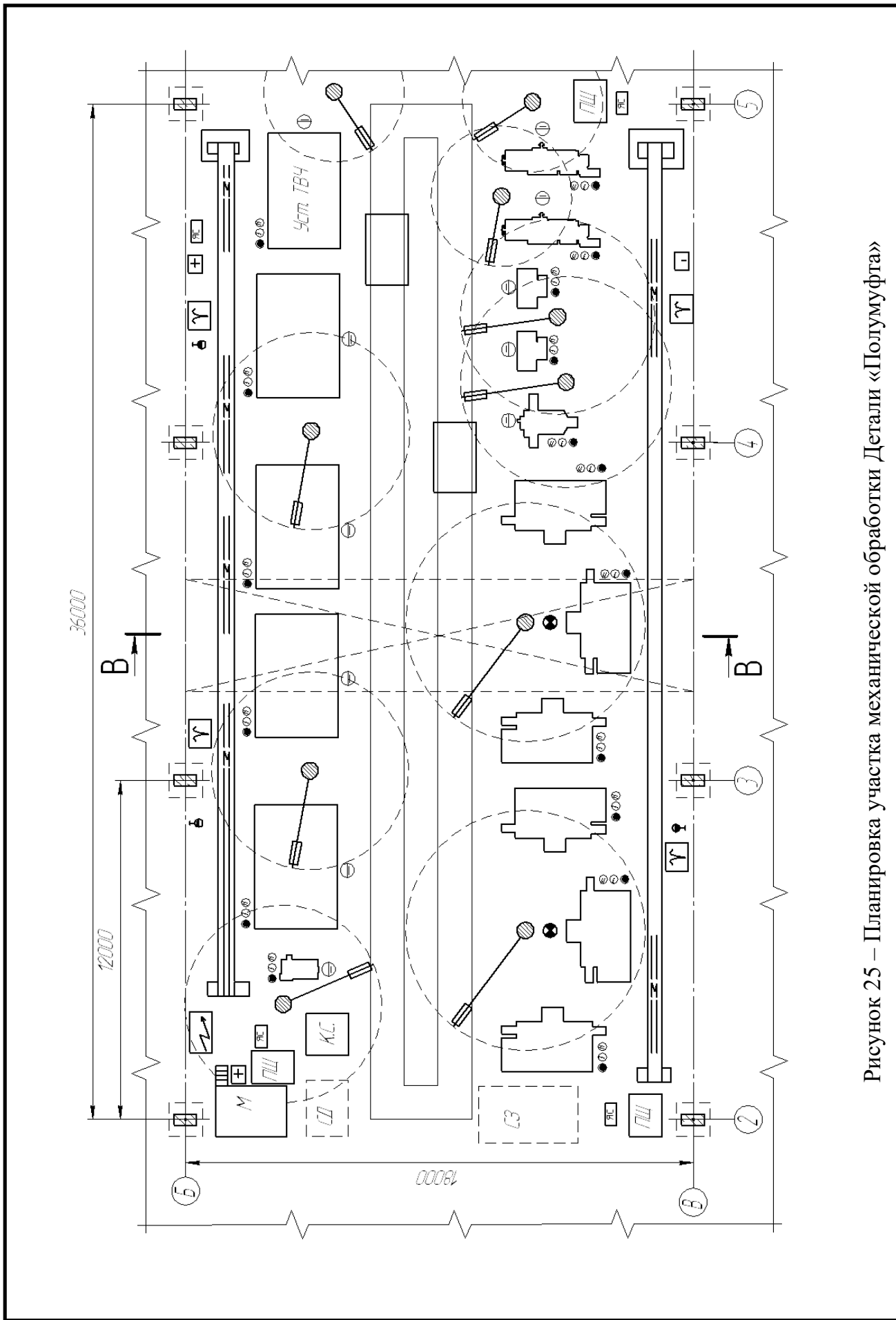


Рисунок 25 – Планировка участка механической обработки Детали «Полумуфта»

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

15.03.05.2017.171.00 ПЗ

- шаг колонн t – расстояние между их поперечными осями.
- высота пролета H – расстояние от уровня пола до нижней части несущей конструкции.

Ширину пролета выбираем из стандартизованного ряда, чтобы можно было разместить кратное число рядов оборудования - 18 метров.

Шаг колонн t - для данной ширины пролета принимаем 12 метров.

Высота пролета H определяется, исходя из высоты до головки подкранового рельса H_1 , которая определяется по формуле

$$H_1 = k + z + e + f + c, \quad (49)$$

где k – высота станка с наибольшим вертикальным габаритом, м, $k = 3,16$;

z – промежуток между транспортируемым предметом, поднятым в верхнее положение, и верхней точкой наиболее высокого станка, м, $z = 0,5$;

e – высота наибольшего транспортируемого предмета $e = 3,16$;

f – высота стропильных устройств, м, $f = 1,0$;

c – расстояние от предельного верхнего положения крюка до линии, проходящей через головки подкрановых рельсов, м, $c = 0,5$.

$$H_1 = 3,16 + 0,5 + 3,16 + 1 + 0,5 = 8,32 \text{ м.}$$

Принимаем $H_1 = 9,65$ м, а высоту пролета здания $H = 12,6$ м.

Колонны одноэтажных промышленных зданий преимущественно делают железобетонными прямоугольного сечения. При высоте пролетов 8,4...10,8 м, оборудованных мостовыми кранами принимаем колонны прямоугольного сечения 600x800 серии КЭ-01-49.

Основные размеры колонн приведены на рисунке 26.

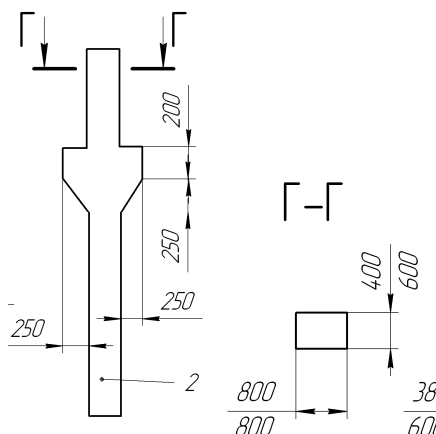


Рисунок 26 - Колонны для зданий прямоугольного сечения серии КЭ-01-49

К несущей конструкции одноэтажных промышленных зданий относятся фермы, которые изготавливаются сборными, железобетонными или стальными.

Габаритные размеры железобетонных ферм приведены на рисунке 27.

					15.03.05.2017.171.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		79

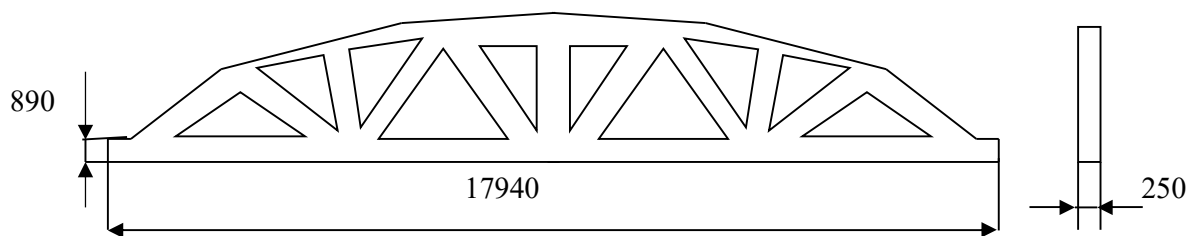


Рисунок 27 - Габаритные размеры железобетонных ферм

Полы в соответствии с рисунком 28 представляют собой многослойную конструкцию, заключающую утрамбованный грунт 5, надежную бетонную подготовку толщиной 200-300 мм 4, песчано-цементную стяжку для выравнивания 3, слой гидроизоляции 2, а также покрытие пола 1.

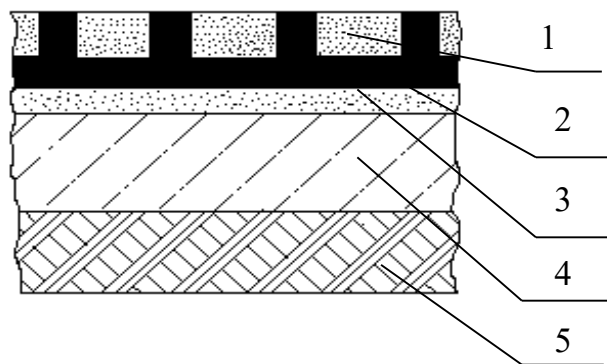


Рисунок 28 - Схема конструкции пола

Фундаменты под колонны зданий представляют собой отдельно стоящие железобетонные конструкции, приведенные на рисунке 29, на которые устанавливаются железобетонные фундаментные балки под стены. Верхняя плоскость фундамента располагается на 150 мм ниже уровня пола, отметка подошвы фундамента $-1,95$ м.

Кровля в соответствии с рисунком 30 является ограждающим покрытием строений и для машиностроительных цехов является утепленной и многослойной. Кровля производственных зданий состоит из сборных настилов, укладываемым по балкам или фермам. Наибольшее распространение получили железобетонные плиты, применяемые как в неотапливаемых, так и в отапливаемых помещениях. Несущий настил выполняется из унифицированных железобетонных плит 8, на которые укладывается песчано-цементная стяжка 7 и битумная гидроизоляция 6.

На гидроизоляцию укладываются плиты пароизоляционного материала 5. Затем укладывается утеплитель 4 (пено-, газобетон).

Чтобы создать достаточно ровное и жесткое основание для гидроизоляционного ковра 2 накладывают песчано-цементную стяжку 3. Поверх всех слоев наносится защитный слой гравия.

Гидроизоляция выполняется из 3,4 слоев рулонных гидроизоляционных материалов.

									Лист
									80
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.05.2017.171.00 ПЗ				

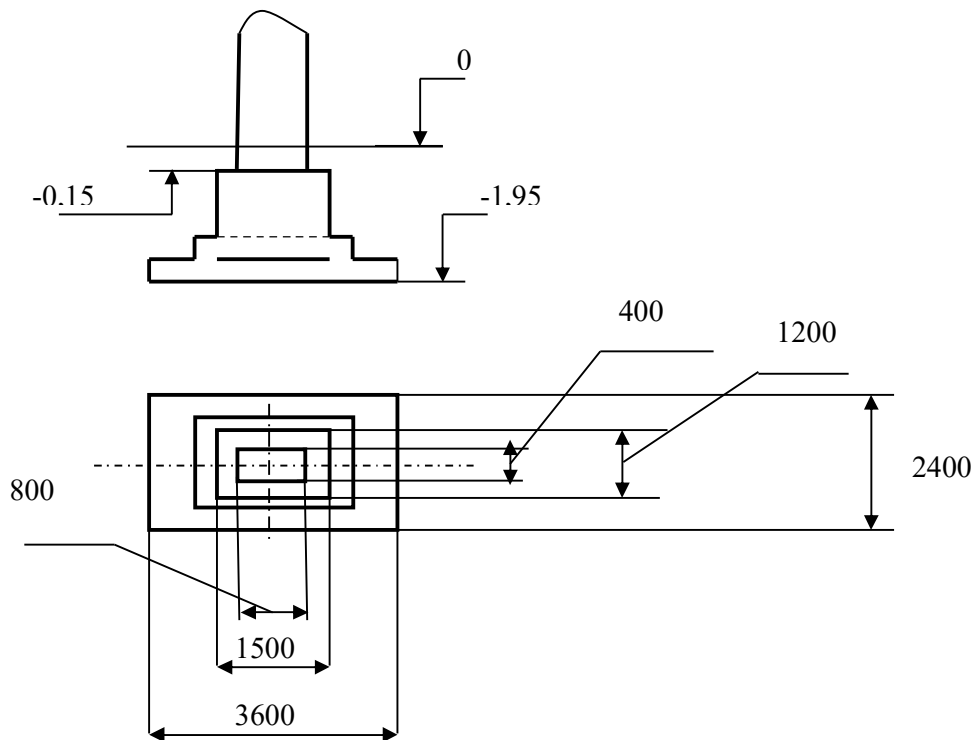


Рисунок 29 - Фундамент под колонны серии КЭ-01-49

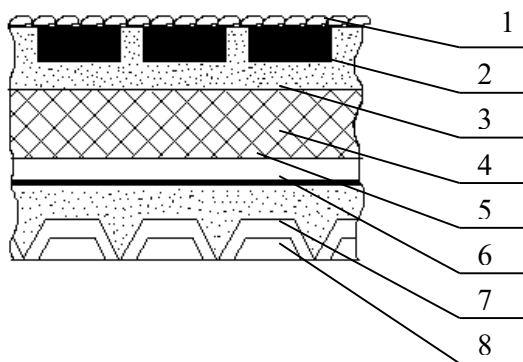


Рисунок 30 - Схема конструкции кровли

Выводы по разделу четыре

В строительном разделе спроектирован участок размерами 18 x 36 м, с высотой пролета 9,65 м. Рассмотрена конструкция полов и кровли. Выбрана система уборки стружки, рассчитано количество электротележек для перемещения заготовок и готовых деталей, а так же рассчитана потребность в мостовом крану.

					15.03.05.2017.171.00 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		81

5 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

5.1. Разработка мероприятий по снятию психологических перегрузок

Конечной целью контроля и диагностики состояния оператора является его нормализация (управление состоянием). Она представляет собой систему воздействий, направленных на предотвращение неблагоприятного состояния оператора, и имеет целью предупреждение ошибок оператора и сохранение его здоровья.

Множество воздействий на человека может включать в себя коррекцию режимов труда и отдыха, воздействие внешними раздражителями, различные виды саморегуляции состояния (психическая саморегуляция). Коррекция режимов труда и отдыха заключается в предоставлении перерывов для отдыха в зависимости от возникновения неблагоприятного состояния. Время назначения перерыва должно приходиться на начальные периоды изменения состояния, то есть предшествовать появлению выраженного сдвига на кривой работоспособности. Важным является также определение продолжительности перерыва и способа его проведения.

Воздействие внешними раздражителями является наиболее эффективным способом нормализации состояния. К числу таких воздействий относятся зрительные образы, функциональная музыка, применение специально подобранных фармакологических средств. Для снятия возникающей в процессе работы нервно-психической нагрузки и утомления используются методы индивидуальной и групповой психотерапии. Одним из способов реализации такого подхода является создание на предприятиях комнат психологической разгрузки. В основу их создания положена идея имитации естественно-природного окружения. Для этого используются рекомендации по целенаправленному психофизиологическому воздействию на человека с помощью картин природы, света, динамического цвета и музыки. В методах психической саморегуляции важное место занимает психологическая подготовка. Под ней понимается целенаправленное формирование индивидуальных приемов, обеспечивающих сохранение заданных параметров выполнения деятельности в сложных ситуациях. Одним из способов такой подготовки является моделирование в процессе тренировок различного рода необычных производственных ситуаций и отработка при этом необходимых действий оператора. В эту же группу методов входит специальная производственная гимнастика, нервно-мышечная релаксация (расслабление), самовнушение (аутогенная тренировка). Повышению эффективности применения рассмотренных методов способствует введение биологической обратной связи. Она основана на регистрации изменения состояния оператора и предоставлении ему информации об этом. Это дает возможность человеку произвольно управлять некоторыми психологическими и физиологическими процессами и состоянием в целом. Рассмотренные методы управления состоянием являются составной частью более общей системы психологической поддержки оператора.

									Лист
									85
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.05.2017.171.00 ПЗ				

5.2 Расчет устройства молниезащиты

Участок имеет размеры 18 х 36 х 15м, при этом оборудование подключено к сети с напряжением питания 380В, напряжение линии освещения 220В.

Подсчет ожидаемого количества N поражений молнией в год для прямоугольных зданий производится по формуле

$$N = [(S + 6h)(L + 6h) - 7.7h^2] p \cdot 10^{-6}, \quad (52)$$

где S – ширина здания, м, $S = 18$;

h – наибольшая высота здания или сооружения, м, $h = 15$;

L – длина здания, м, $L = 36$;

p – среднегодовое число ударов молнии в 1 км^2 земной поверхности в месте нахождения здания или сооружения, при среднегодовой продолжительности гроз от 60 до 80 часов, $p = 5,5$.

$$N = [(18 + 6 \cdot 15)(36 + 6 \cdot 15) - 7.7 \cdot 15^2] 5,5 \cdot 10^{-6} = 0,065.$$

Согласно [17] для участка относящегося к зоне П – I и огнестойкости конструкций • степени в местностях со средней продолжительностью гроз 20 ч в год и более при $N < 0,1$, устройство молниезащиты не обязательно, а при $N > 0,1$ здание относится к III категории. Так как на участке находятся люди, то примем III категорию молниезащиты.

Для защиты от прямых ударов молнии зданий III категории с неметаллической кровлей при уклоне кровли не более 1:8 может быть использована молниеприемная сетка, выполненная из стальной проволоки диаметром не менее 6 мм и уложена на кровлю. Шаг ячеек сетки должен быть не более 12 х 12 м. Узлы сетки соединены сваркой. Токоотводы от молниеприемной сетки проложены к заземлителям через 12 м в соответствии с рисунком 31 (по [17] не реже чем через 25 м по периметру здания). В качестве заземлителей защиты от прямых ударов молнии использованы железобетонные фундаменты здания [17]. Токоотводы молниезащитной сетки соединяются с заземлителями при помощи сварки.

Для защиты от заноса высокого потенциала по внешним наземным металлическим коммуникациям их на вводе в здание или сооружение присоединить к заземлителю электроустановок или защиты от прямых ударов молний.

									Лист
									85
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.05.2017.171.00 ПЗ				

радиоактивного заражения длится несколько часов, это позволяет использовать данные прогноза для организации ряда мероприятий по защите населения, личного состава формирований, сельскохозяйственных животных и ориентировочной оценки последствий заражения. Определенные мероприятия можно провести и за время подхода облака зараженного воздуха к объекту. Исходные данные для осуществления прогнозирования на объекте получают, как правило, от вышестоящих штабов гражданской обороны.

С другой стороны, знание радиационной обстановки может основываться на данных разведки. Обстановка, выявленная по данным разведки, называется фактической обстановкой. Выявление фактической радиационной обстановки включает сбор и обработку данных о радиоактивном заражении (уровень радиации, тип ОБ, время и место обнаружения) и нанесение по этим данным зон заражения на карту местности или план объекта.

Окончательное решение на ведение спасательных работ и установление режимов работы объекта в условиях радиоактивного заражения принимается, как правило, после выявления и оценки фактической радиационной обстановки. Поэтому выявление обстановки, сбор и обработка данных разведки являются важнейшими задачами штаба, служб и командиров формирований ГО.

На объектах в городском и сельском районах выявление фактической радиационной обстановки производится постами радиационного химического наблюдения (ПРХН), звеньями и группами радиационной и химической разведки, разведчиками-дозиметристами формирований ГО. Разведывательные формирования оснащаются средствами радиационной разведки.

Степень, глубина и форма лучевых поражений, развивающихся среди биологических объектов при воздействии на них ионизирующего излучения, в первую очередь зависит от величины поглощенной энергии излучения. Для характеристики этого показателя используется понятие поглощенной дозы, т. е. энергии, поглощенной массой облученного вещества. За единицу поглощенной дозы излучения принимается джоуль на килограмм (Дж/кг).

Определить в полевых условиях радиоактивность в единицах кюри довольно сложно. Поэтому в настоящее время степень радиоактивного заражения измеряют в единицах мощности дозы по гамма-излучению в миллирентгенах в час. Часто достаточно определить не абсолютное значение радиоактивного заражения, а установить лишь, как заражен объект – выше или ниже допустимого значения. Поэтому в качестве допустимых норм зараженности пользуются мощностями доз, соответствующих безопасным плотностям заражения. По степени опасности зараженную местность на следе выброса и распространения радиоактивных веществ принято делить на следующие 5 зон:

- зона М (радиационной опасности) – 14 мрад/ч;
- зона А (умеренного заражения) – 140 мрад/ч;
- зона Б (сильного заражения) – 1,4 рад/ч;
- зона В (опасного заражения) – 4,2 рад/ч;
- зона Г (чрезвычайно опасного заражения) – 14 рад/ч.

Мощность дозы естественного радиоактивного фона на территории РФ составляет 0,01–0,02 мР/ч.

									Лист
									87
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.05.2017.171.00 ПЗ				

В РФ установлены следующие допустимые пределы радиационного фона:
15–19 мР/ч – безопасно;
20–60 мР/ч – относительно безопасно;
61–120 мР/ч – зона повышенного внимания;
121 мР/ч и более – опасная зона.

Последствия ядерных аварий необходимо устранять профессионально, быстро и решительно. А для этого необходимо знание методик оценки радиационной обстановки. Знание этих методик позволит точно оценить серьезность ЧС, спрогнозировать будущее развитие ситуации, оценить зону поражения, определить время начала и продолжительность ведения спасательных и неотложных аварийно-восстановительных работ на зараженной местности, соблюсти установленный режим, который не допустит облучения людей сверх установленных доз и обеспечит производственную деятельность объекта с минимальным временем прекращения его работы при различных уровнях радиации.

Выводы по разделу пять

Были разработаны мероприятия по снятию психологических перегрузок.
Рассчитано и оборудовано устройство молниезащиты участка. Приведены основные методы определения радиационного заражения при возможной чрезвычайной ситуации.

									Лист
									88
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	15.03.05.2017.171.00 ПЗ				

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1 Методика обработки конструкций и оценки уровня технологичности изделий машиностроения и приборостроения. М.: Издательство стандартов, 1973. – 56 с.
- 2 Матвеев, В.В. Проектирование экономичных технологических процессов в машиностроении / В.В. Матвеев, Ф.И. Бойков, Ю.Н. Свиридов. - Челябинск: Юж.-Урал. кн. изд-во, 1979. – 111 с.
- 3 Косилова, А.Г. Справочник технолога машиностроителя. В 3 т. / под ред. А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова. – изд. перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1986. – Т.1. – 656 с.
- 4 Общемашиностроительные нормативы времени вспомогательного, на обслуживание рабочего места и подготовительно-заключительного при работе на металлорежущих станках. – М.: Центральное бюро нормативов по труду при НИИ труда Государственного комитета СССР по труду и социальным вопросам, 1982. – 311 с.
- 5 Белоусов, А.П. Проектирование станочных приспособлений: Учебное пособие для учащихся техникумов / А.П. Белоусов. - изд. перераб. и доп. – М.: Высш. школа, 1980. – 240 с.
- 6 Зависляк, Н.И. Современные приспособления к металлорежущим станкам / Н.И. Зависляк. - М.: Машиностроение, 1966. – 260 с.
- 7 Анурьев, В.И. Справочник конструктора – машиностроителя. В 3 т. / В.И. Анурьев. – М.: Машиностроение, 2000. – Т.1. – 920 с.
- 8 Подшипники: справочный материал для конструкторов. – М.: Мосгорсовнархоз, 1962. – 97 с.
- 9 Анурьев, В.И. Справочник конструктора – машиностроителя. В 3 т. / В.И. Анурьев. – М.: Машиностроение, 2000. – Т.2. – 900 с.
- 10 Ансеров, М.А. Приспособления для металлорежущих станков / М.А. Ансеров. – изд четвертое испр. и доп. Л.: Машиностроение, 1975. – 651 с.
- 11 Базров, Б.М. Альбом по проектированию приспособлений: учебное пособие для студентов машиностроительных вузов. / Б.М. Базров, А.И. Сорокин, В.А. Губарь и др. – М.: Машиностроение, 1991. – 121 с.
- 12 Решетников, Б.А. Проектирование механосборочных цехов : Учебное пособие по курсовой работе. /Б.А. Решетников, В.Ю. Рогинский, С.В. Сергеев. – Челябинск - Издательство ЮУрГУ, 1999. – 82 с.
- 13 Нормы пожарной безопасности НПБ 105-03. – М.: Государственная противопожарная служба, 2003. – 47 с.
- 14 Буканин, В.А. Безопасность жизнедеятельности. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Пожарная безопасность.: учебное пособие. /В.А. Буканин, В.Н. Павлов, А.О. Трусков. – СПб.: СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2001. – 84 с.
- 15 Собурь, С.В. Пожарная безопасность предприятия. Курс пожарно-технического минимума: Справочник./ С.В. Собурь. – 7-е изд., доп. – М.: Спецтехника, 2003. – 496 с.

									Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					113

15.03.05.2017.171.00 ПЗ

