

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

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ
Заведующий кафедрой,
_____ К.М. Виноградов
_____ 03 июля _____ 2020 г.

Проектирование участка механической обработки детали "Корпус"

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ
ЮУрГУ–15.03.05.2020.140.00.000 ПЗ ВКР

Строительный раздел,
ст. преподаватель
_____ А.А. Дериглазов
_____ 2020 г.

Руководитель работы,
доцент, к.т.н.
_____ Б. А. Решетников
_____ 2020 г.

Автор работы
студент группы ДО-505
_____ Т. В. Дроздова
_____ 2020 г.

Нормоконтролер,
преподаватель
_____ О.С. Микерина
_____ 2020 г.

Челябинск 2020

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	7
1 АНАЛИЗ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ.....	8
1.1 Описание узла изделия. Служебное назначение детали.....	8
1.2 Анализ соответствия требований чертежа детали требованиям ее назначения.....	9
1.3 Сравнение отечественных и передовых зарубежных технологий и решений.....	9
2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ.....	13
2.1 Анализ технологичности детали и существующего технологического процесса.....	13
2.2 Разработка предлагаемого варианта технологического процесса	14
2.2.1 Выбор вида и метода получения заготовки.....	15
2.2.2 Определение последовательности обработки поверхностей детали.....	16
2.2.3 Выбор метода и определение количества переходов для обработки поверхностей детали.....	16
2.2.4 Формирование операций.....	21
2.3 Размерный анализ разработанного технологического процесса....	22
2.3.1 Преобразование и кодирование чертежа детали.....	22
2.3.2 Составление таблицы технологического маршрута обработки детали.....	23
2.3.3 Составление размерных цепей.....	32
2.3.4 Проверка точности разработанного технологического процесса	35
2.3.5 Расчет межоперационных размеров и размеров заготовки.....	36
2.3.6 Оформление чертежа заготовки.....	39
2.4 Расчёт режимов резания, определение сил резания, проверка оборудования по мощности.....	39
2.5 Нормирование технологических операций.....	43
3 КОНСТРУКТОРСКИЙ РАЗДЕЛ.....	45
3.1 Проектирование клинового трехкулачкового пневматического патрона.....	45
3.1.1 Разработка теоретической схемы базирования.....	45
3.1.2 Проектирование схемы приспособления.....	46
3.1.3 Силовой, кинематический, прочностной расчет основных элементов приспособления.....	46
3.1.4 Компоновка патрона.....	48
3.1.5 Расчет приспособления на точность.....	49
3.2 Расчет и проектирование головки резьбонакатной.....	50

3.3	Проектирование приспособления для контроля торцевого биения.....	51
3.3.1	Разработка схемы замера.....	51
3.3.2	Разработка схемы приспособления.....	52
3.3.3	Компоновка приспособления.....	52
3.3.4	Расчет приспособления на точность.....	53
4	СТРОИТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ.....	56
4.1	Выбор и определение количества оборудования.....	56
4.2	Определение необходимого состава работающих и их численности.....	58
4.2.1	Определение количества производственных рабочих.....	58
4.2.2	Многостаночное обслуживание.....	60
4.2.3	Определение количества вспомогательных рабочих.....	61
4.2.4	Определение количества инженерно-технических работников.....	61
4.2.5	Определение количества служащих.....	62
4.2.6	Определение количества работников технического контроля.....	62
4.3	Определение площади складов.....	62
4.4	Расчёт потребного количества подъёмно – транспортного оборудования.....	63
4.5	Выбор способа транспортирования стружки.....	64
4.6	Планировка участка, определение его основных размеров.....	65
4.7	Выбор типов формы и определение размеров здания.....	66
5	БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....	71
5.1	Идентификация опасных и вредных производственных факторов на проектируемом участке.....	71
5.2	Меры по снижению или устранению воздействия опасных и вредных производственных факторов.....	72
5.3	Расчет общего искусственного освещения рабочих мест в производственном помещении.....	73
5.4	Обеспечение безопасности при чрезвычайных ситуациях.....	76
6	ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ.....	79
6.1	Расчёт себестоимости механической обработки детали.....	79
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	80
	БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	81

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы

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.

Необходимо создавать экономически выгодные технологические процессы, позволяющие эффективно использовать материальные средства и время; повышать производительность труда; уменьшать долю ручного труда и т.д.

Цель работы – проектирование участка механической обработки детали «Корпус».

Задачи работы:

- разработать технологический процесс механической обработки;
- разработать клиновой трехкулачковый пневматический патрон;
- разработать приспособление для контроля торцевого биения;
- разработать головку резьбонакатную;
- выполнить планировку участка механической обработки детали «Корпус»;
- определить мероприятия и оптимальные параметры по безопасной работе на данном участке;
- произвести ориентировочный расчет себестоимости.

Объект работы – участок механической обработки детали «Корпус».

Предмет работы – процесс проектирования участка механической обработки детали «Корпус». Результаты работы рекомендуется использовать при изготовлении детали «Корпус».

					15.03.05.2020.184.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		7

1 АНАЛИЗ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ

1.1 Описание узла изделия. Служебное назначение детали

«Корпус» относится к деталям тел вращения, у которых длина не превышает диаметр. Деталь простой формы, достаточно прочная и жёсткая. Состоит из цилиндрических наружных и внутренних поверхностей и плоских торцевых поверхностей. Это позволяет спроектировать заготовку не сложной формы, с небольшими припусками на механическую обработку. Деталь «Корпус» входит в сборку мембранного устройства в соответствии с рисунком 1.1, при помощи которого производится настройка давления срабатывания защитного устройства на заданную величину.

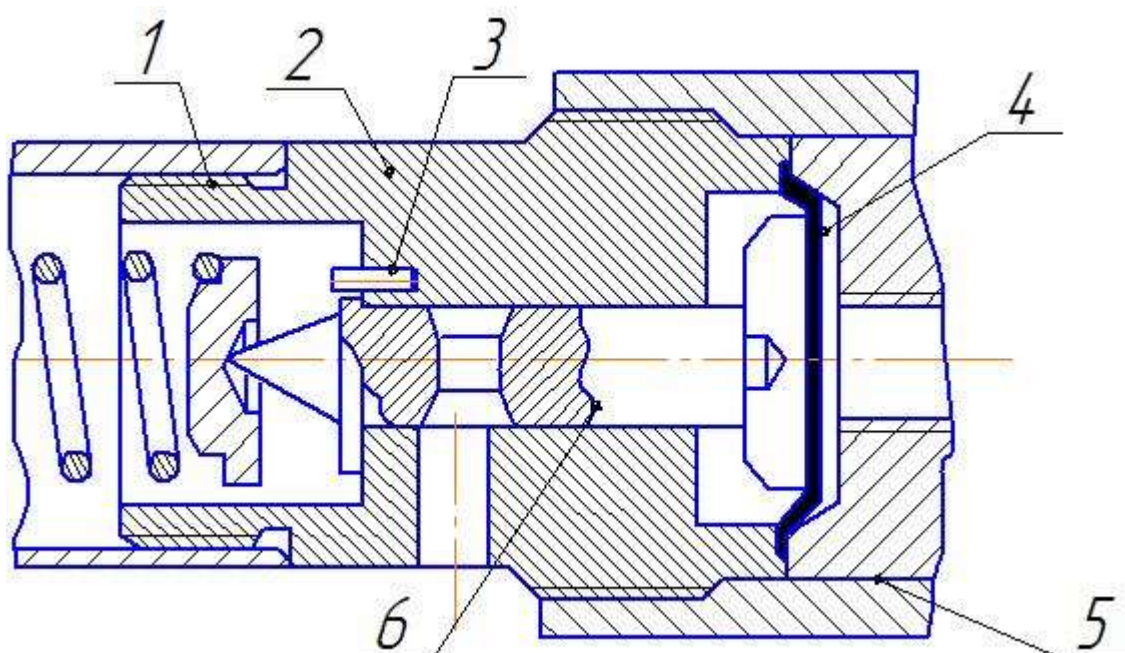


Рисунок 1.1 – Схема устройства

Деталь «Корпус» в соответствии с рисунком 1.2, служит для установки в нем мембраны 4 с тарелью и толкателем 6, предающие перемещение мембраны 4 на крючок замка защитного устройства. Толкатель 6 устанавливается в отверстие $\text{Ø}12\text{H}9$. Высокие требования по точности предъявляются к отверстию $\text{Ø}2\text{H}7$, в который устанавливается штифт 3, фиксирующий исполнение толкателя 6. В отверстие $\text{Ø}36\text{H}11$ размещается тарель, в отверстие $\text{Ø}46$ устанавливается мембрана 4, которая поджимается крышкой при помощи гайки 5 по резьбе $\text{M}52\text{x}1,5\text{--}6\text{g}$, через которую подается под давлением воздух. В канавку, ограниченную $\text{Ø}50\text{d}11$ вставляется мембрана. На резьбовую поверхность $\text{M}42\text{x}1,5\text{--}6\text{g}$ устанавливается деталь 2, предназначена для соединения «Корпуса»

со станком мембранного устройства. Через отверстие $\varnothing 6$ корпус крепится к защитному устройству при помощи винтов.

Деталь «Корпус» изготавливается из стали 45 ГОСТ 1050 – 88, которая относится к качественной углеродистой стали. Сталь 45 предназначена для изготовления деталей, к которым предъявляются требования высокой прочности: корпуса, змеевики печей и т.д., деталей, работающих при температурах от $-40\dots+75^{\circ}\text{C}$ под давлением.

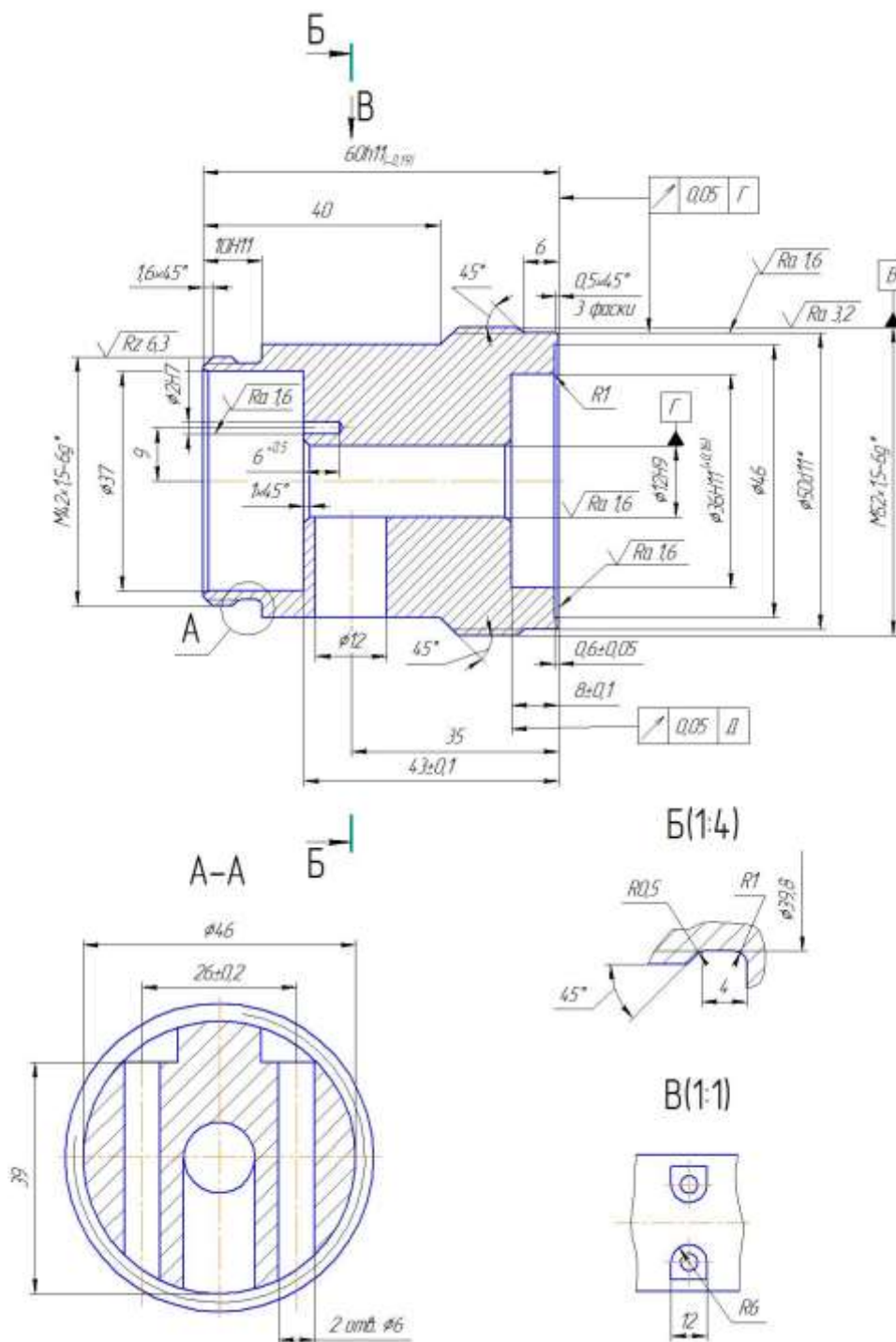


Рисунок 1.2 – Чертеж детали

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

15.03.05.2020.184.00.000 ПЗ

Лист

9

Химический состав стали 45:

Углерод – 0,42 – 0,5%;

Кремний – 0,17 – 0,37%;

Марганец – 0,5 – 0,8%;

Хром – не более 0,2%;

Сера – не более 0,04%;

Медь – не более 0,2%;

Фосфор – не более 0,035%;

Никель – не более 0,3%.

Механические свойства стали:

Предел прочности при растяжении (σ_B) – 600 Н/мм²;

Предел текучести (σ_T) – 355 Н/мм²;

Относительное удлинение на образцах – 16%;

Относительное сужение поперечного сечения – 40%;

Твердость по Бринеллю – 229;

Закалка при 820° – 860°С, среда охлаждения – вода;

Отпуск 550° – 600°С, охлаждение на воздухе.

1.2 Анализ соответствия требований чертежа детали требованиям ее назначения

Для обеспечения надежности и точности работы изделия и длительной работоспособности детали «Корпус» заданы допускаемые отклонения формы и расположения поверхностей. Заданные величины соответствуют ГОСТ 24643-81.

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 концевоего режущего инструмента: бор-фрезы, концевые и дисковые фрезы, сверла, центровочные сверла.

Результаты использования инструмента SGS:

					15.03.05.2020.184.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		10

– высокопроизводительная обработка жаропрочных, нержавеющей сталей, титана, закаленной инструментальной стали до 65 HRCэ, 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 нетермообработанной стали.

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.

Очень важной задачей 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 до модернизации и дооснащения существующего оборудования, позволяющих существенно расширить возможности этого оборудования.

					15.03.05.2020.184.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		11

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, 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, ММПШ «Салют», Иркутское АПО, РКК «Энергия» и другие машиностроительные предприятия.

1.4 Задачи проектирования

Задачи выпускной квалификационной работы:

- разработать технологический процесс механической обработки;
- выполнить размерный анализ детали;
- разработать клиновой трехкулачковый пневматический патрон;
- разработать приспособление для контроля торцевого биения;
- разработать головку резьбонакатную;
- спроектировать участок механической обработки;
- рассчитать ориентировочную себестоимость изготовления детали;
- определить мероприятия и оптимальные параметры по безопасной работе на данном участке.

					15.03.05.2020.184.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		12

2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

2.1 Анализ технологичности детали и существующего технологического процесса

В существующем на предприятии техпроцессе для изготовления детали используется заготовка – пруток, из-за этого появляется много операций обработки детали.

К повышению трудоемкости и себестоимости приводит увеличение допусков на обработку и высоты шероховатостей обработанных поверхностей. Это объясняется тем что:

- с появлением дополнительных ходов возрастает основное время;
- увеличивается вспомогательное время, связанное с установкой, выверкой положения детали на станке, установкой режущего инструмента;
- увеличиваются затраты на режущий инструмент.

Чем меньше производительность и себестоимость изготовления детали, тем более она технологична.

Технологичная конструкция детали должна также предусмотреть наиболее рациональный способ получения заготовки с размерами и формами возможно более близкими к готовой детали, то есть обеспечивающий наиболее высокий коэффициент использования материала и наименьшую трудоемкость механической обработки.

Общая технологичность конструкции детали оценивается по следующим показателям:

- коэффициент использования материала;
- себестоимость изготовления;
- трудоемкость, то есть время, затрачиваемое на изготовление детали;
- возможность нормального входа и выхода режущего инструмента.

Технологичность заготовки предусматривается:

отсутствие резких переходов в поперечных сечениях;

закругление острых кромок;

должны иметь уклон поверхности, расположенные перпендикулярно к плоскости разъема штампа.

Проводя анализ существующего технологического процесса по обработке детали «Корпус», в соответствии с рисунком 1.2, ее можно отнести к не технологичности, так как не соответствуют шероховатости. Поэтому мы делаем больше переходов, чтобы допуски соответствовали шероховатости. Таким образом, делает деталь технологичной.

Технологичным процесс можно считать низким по следующим причинам:

- использование заготовки пруток, из-за этого появляются много операций обработки детали;

					15.03.05.2020.184.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		13

- сверление, растачивания отверстий и отрезка детали занимает очень большое количество времени на обработку;
- применение механических зажимных приспособлений;
- для притупления острых кромок на обрабатываемой поверхности используется напильник, что приводит погрешности;
- очень много операций из-за которых увеличивается погрешность;
- сверление отверстия Ø6Н14 и фрезерование пазов происходит в две операции разными станками, настольно-сверлильным модели 2М112 и вертикально-фрезерным модели 6Н13П.

Эти причины приводят к увеличению основного времени, вспомогательного времени, что в свою очередь приводит к повышению трудоемкости и себестоимости детали.

При отработке на технологичность конструкции изделия были проанализированы общие требования к технологичности конструкции [1].

1) Конструкция детали состоит из стандартных и унифицированных конструктивных элементов.

2) Деталь изготавливаться из стандартных и унифицированных заготовок – отливка.

3) Размеры детали имеют оптимальны параметры, но деталь не технологична по шероховатости поверхностей.

4) Физико-химические и механические свойства материала соответствуют требованиям технологии изготовления, хранения и транспортировки. Деталь маложёсткая т.к. имеет большой диаметр и малую толщину.

5) Показатели базовой поверхности детали обеспечивают точность установки, обработки и контроля.

6) Конструкция детали обеспечивает возможность применения типовых и стандартных технологических процессов для ее изготовления.

2.2 Разработка предлагаемого варианта технологического процесса

После анализа чертежа детали «Корпус» и организационно-технических возможностей производства можно провести корректировку базового технологического процесса.

За оптимальный способ получения заготовки взять метод горячей штамповки, так как форма и размеры будут близки к формам и размерам детали, что существенно снизит припуски и обеспечит высокий коэффициент использования материала.

В ходе определения маршрута изготовления детали и проектирования принципиально схемы выполнения технологических операций необходимо соблюдать принцип единства баз.

В качестве базовых поверхностей детали «Корпус» используем наружные цилиндрические поверхности.

					15.03.05.2020.184.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		14

2.2.1 Выбор вида и метода получения заготовки

При выборе технологических методов и процессов получения заготовок учитываются прогрессивные тенденции развития машиностроения. Главным при выборе заготовки является обеспечение заданного качества готовой детали при ее минимальной себестоимости.

При выборе заготовки для данной детали назначаем метод ее получения, определяем конфигурацию, размеры, допуски, припуски на механическую обработку и формируем технические условия на изготовление. Условно годовая партия составляет 7000 штук деталей. Возможное изготовление может осуществляться при использовании в качестве заготовки круглого прутка или наиболее приближенной к размерам заготовки – поковки.

Данную заготовку получаем на горячештамповочном кривошипном прессе. Этот метод получения заготовки для данной детали является оптимальным, в связи с наименьшими припусками на механическую обработку по сравнению с другими методами получения заготовок, в качестве исходной заготовки принимается горячая штамповка по ГОСТ 7505-89.

Способ изготовления – штамповка на кривошипном горячештамповочном прессе, в закрытых штампах;

Степень сложности – С2;

Группа стали – М2;

Класс точности поковки – Т2;

Конфигурация разъема – П – плоская;

Радиусы закругления R- 2,0 мм;

Штамповочный уклон для наружных поверхностей – 5°, для внутренних – 7°;

Расчет припусков на механическую обработку ведется в размерном анализе детали;

Смещение по линии разъема штампа – 0,2 мм;

Допускаемая величина торцевого заусенца – 3,0 мм;

Изогнутость и отклонение от плоскости и прямолинейности – 0,2 мм;

Выбираем предельные отклонения заготовки по IT 14, шероховатость Rz 200.

Заготовка имеет форму, в соответствии с рисунком 2.1.

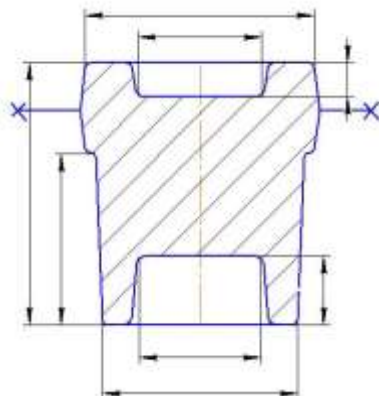


Рисунок 2.1 – Форма заготовки

2.2.2 Определение последовательности обработки поверхностей

Основной базовой поверхностью детали является поверхность $\varnothing 46$ (см. рисунок 1.1). Функциональной является M52x1,5 – 6g и M42x1,5 – 6g резьбовые поверхности. Все остальные поверхности вспомогательные.

На первой операции необходимо произвести обработку торца и наружной поверхности $\varnothing 46$. Этим достигается соблюдение принципа единства баз, т.к. относительно этих поверхностей будет осуществляться вся дальнейшая обработка.

На последующей операции предполагается обработка другого торца и предварительная обработка $\varnothing 52$ и внутренних поверхностей сверление $\varnothing 12$ и фрезерование пазов.

После этого выполняется чистовая обработка наружных и внутренних поверхностей с другой стороны детали.

Далее обрабатывать в чистовые размеры отверстие $\varnothing 12H9$, наружные поверхности и нарезать резьбу M52.

После этого черновая и чистовая обработка отверстия $\varnothing 2H7$.

В следующей операции – нарезание резьбы M42. Резьбовые поверхности обрабатываются в последнюю очередь во избежание смятия резьбы.

2.2.3 Выбор методов и определение количества переходов для обработки поверхностей детали

Расчётный метод используется для определения количества переходов при обработке отверстия $\varnothing 12H9$, Ra1,6.

Определяем величину уточнения по диаметральной точности и шероховатости поверхности [4]:

$$E_{\phi} = \frac{T_3}{T_d} \quad (2.1)$$

$$E_{Ra} = \frac{Ra_3}{Ra_d} \quad (2.2)$$

где T_3 – допуск заготовки для данной поверхности (IT14 – 1,25 мм.);

T_d – допуск детали;

Ra_3 – шероховатость заготовки (Ra25);

Ra_d – шероховатость детали;

$$E_{\phi} = \frac{1,25}{0,062} = 20,16$$

$$E_{Ra} = \frac{50}{1,6} = 31,25$$

Выбираем способы обработки которые позволяют обеспечить заданную точность данной поверхности – Н9, Ra1,6: протягивание чистовое 7 кв., Ra1,6; растачивание чистовое 9 кв., Ra1,6; шлифование чистовое 7 кв., Ra0,8.

Принимаем в качестве способа окончательной обработки растачивание чистовое, которое позволяет обеспечить 9 кв. и Ra1,6.

Определяем допуск предшествующего перехода

$$T_{i-1} = \frac{Z_n}{2...4}, \text{ мм} \quad (2.3)$$

где $Z_n = 0,2$ – номинальный припуск для растачивания чистового [5];

$$T_{i-1} = \frac{0,2}{2...4} = 0,1...0,05, \text{ мм}$$

Принимаем $T_{i-1} = 0,1$ (IT10).

Определяем величину уточнения, которую обеспечивает растачивание чистовое:

$$E_i = \frac{T_{i-1}}{T_d} \quad (2.4)$$

$$E_i = \frac{0,1}{0,062} = 1,613 \text{ мм}$$

В качестве первого способа обработки отверстия принимаем растачивание черновое, которое обеспечивает IT12, Ra25.

Допуск растачивания черногого $T_1 = 0,25$.

Определяем величину уточнения

$$E_1 = \frac{T_3}{T_1} \quad (2.5)$$

где T_3 – допуск заготовки для данной поверхности;

T_1 – допуск, обеспечиваемый способом обработки на первом переходе (операции).

$$E_1 = \frac{0,25}{0,25} = 1$$

Проверка:

$$E_i \cdot E_1 \geq E_d^{\phi}; \quad (2.6)$$

$$1,613 \cdot 1,0 = 1,613 \leq 4,032$$

Условие не выполняется. Назначаем промежуточные способы обработки, начиная от окончательного способа обработки с учетом принятого значения T_{i-1} .

По принятому значению $T_{i-1} = 0,1$ назначаем растачивание получистовое и определяем величину уточнения, которую обеспечит данный способ

					15.03.05.2020.184.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		17

$$E_2 = \frac{0,25}{0,1} = 2,5$$

Проверка:

$$E_i \cdot E_1 \cdot E_2 \geq E_{\text{д}}^{\phi}; \quad (2.7)$$

$$1,613 \cdot 1,0 \cdot 2,5 = 4,0325 \geq 4,032$$

Условие выполняется.

Проверка по обеспечению шероховатость поверхности:

Растачивание чистовое

$$E_{\text{ч}}^{\text{Ra}} = \frac{\text{Ra}_{\text{пч}}}{\text{Ra}_{\text{ч}}} \quad (2.8)$$

$$E_{\text{ч}}^{\text{Ra}} = \frac{6,3}{1,6} = 3,9375;$$

Растачивание получистовое

$$E_{\text{пч}}^{\text{Ra}} = \frac{\text{Ra}_{\text{чер}}}{\text{Ra}_{\text{пч}}} \quad (2.9)$$

$$E_{\text{пч}}^{\text{Ra}} = \frac{25}{6,3} = 3,968;$$

Растачивание черновое

$$E_{\text{чер}}^{\text{Ra}} = \frac{\text{Ra}_3}{\text{Ra}_{\text{чер}}} \quad (2.10)$$

$$E_{\text{чер}}^{\text{Ra}} = \frac{25}{25} = 1;$$

Проверка:

$$E_{\text{ч}}^{\text{Ra}} \cdot E_{\text{пч}}^{\text{Ra}} \cdot E_{\text{чер}}^{\text{Ra}} \geq E_{\text{д}}^{\text{Ra}}; \quad (2.11)$$

$$3,9375 \cdot 3,969 \cdot 1 = 15,624 \approx 15,625$$

Условие выполняется.

Таким образом, для обработки отверстия $\varnothing 12\text{H}9$, $\text{Ra} 1,6$ необходимы следующие способы обработки и количество переходов:

- растачивание черновое: $T_1 = 0,25$ (H12), $\text{Ra} 25$;
- растачивание получистовое: $T_2 = 0,1$ (H10), $\text{Ra} 6,3$;
- растачивание чистовое: H9, $\text{Ra} 1,6$.

Табличный метод.

Для всех остальных поверхностей детали способы обработки и количество переходов выбираем по рекомендации [5].

1) Обработка наружных поверхностей $\text{M}42 \times 1,5 - 6g \text{ Ra} 3,2$:

- а) точение черновое IT12, $\text{Rz} 100$;
- б) точение получистовое IT11, $\text{Rz} 50$;

					15.03.05.2020.184.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		18

- в) нарезка резьбы головкой.
- 2) Обработка внутренних поверхностей Ø37H14, Ra6,3:
 - а) растачивание черновое IT12, Rz100;
 - б) растачивание получистовое IT10, Rz25.
- 3) Обработка внутренних поверхностей Ø12H9, Ra1,6:
 - а) сверление IT12, Rz100;
 - б) зенкерование IT10, Rz25;
 - в) развертывание IT9, Rz6,4.
- 4) Обработка внутренних поверхностей Ø36H11, Ra6,3:
 - а) растачивание черновое IT12, Rz100;
 - б) растачивание получистовое IT10, Rz25.
- 5) Обработка внутренних поверхностей Ø46H14, Ra6,3:
 - а) растачивание черновое IT12, Rz100;
 - б) растачивание получистовое IT10, Rz25.
- 6) Обработка наружных поверхностей M52×1,5 – 6g, Ra3,2:
 - а) точение черновое IT12, Rz100;
 - б) точение получистовое IT11, Rz50;
 - в) нарезка резьбы головкой.
- 7) Обработка наружных поверхностей Ø50d11, Ra1,6:
 - а) точение черновое IT12, Rz100;
 - б) точение получистовое IT11, Rz50;
 - в) точение чистовое IT8, Rz12,5;
 - г) точение тонкое IT7, Rz6,4;
- 8) Обработка наружных поверхностей Ø46, Ra6,3:
 - а) точение черновое IT12, Rz100;
 - б) точение получистовое IT11, Rz50.
- 9) Обработка внутренних поверхностей Ø6H14, Ra6,3:
 - а) сверление IT12, Rz50;
 - б) зенкерование IT10, Rz25.
- 10) Обработка канавки (выноска Б) в размеры Ø39,8, 4, R0.5, R1, угол 45°
Ra6,3:
 - а) точение черновое IT12, Rz100;
 - б) точение получистовое IT11, Rz25.
- 11) Обработка внутренних поверхностей Ø12H14, Ra6,3:
 - а) сверление IT12, Rz50.
 - б) зенкерование IT10, Rz25.
- 12) Обработка внутренних поверхностей Ø2H7, Ra1,6:
 - а) сверление IT12, Rz50;
 - б) развертывание нормальное IT9, Rz25;
 - в) развертывание тонкое IT7, Rz6,3.
- 13) Обеспечение линейного размера 10H11:
Обработка левого торца Ra6,3:
 - а) торцевое точение черновое IT14, Rz200;

- б) торцевое точение получистовое IT12, Rz100;
 в) торцевое точение чистовое IT9, Rz25.
- Обработка правого торца Ra6,3:
 а) торцевое точение черновое IT14, Rz200;
 б) торцевое точение получистовое IT12, Rz100;
 в) торцевое точение чистовое IT9, Rz25.
- 14) Обеспечение линейного размера 40H14:
 Обработка левого торца Ra6,3 (см. пункт 13);
 Обработка правого торца Ra6,3;
 а) торцевое точение черновое IT14, Rz100;
 б) торцевое точение получистовое IT12, Rz50.
- 15) Обеспечение линейного размера 60h11:
 Обработка левого торца Ra6,3 (см. пункт 13);
 Обработка правого торца Ra6,3;
 а) торцевое точение черновое IT14, Rz200;
 б) торцевое точение получистовое IT12, Rz100;
 в) торцевое точение чистовое IT9, Rz25.
- 16) Обеспечение линейного размера 43±0,1:
 Обработка левого торца Ra6,3;
 а) торцевое точение черновое IT14, Rz200;
 б) торцевое точение получистовое IT12, Rz100;
 в) торцевое точение чистовое IT9, Rz25.
- Обработка правого торца Ra6,3 (см. пункт 15).
- 17) Обеспечение линейного размера 8±0,1:
 Обработка левого торца Ra6,3;
 а) торцевое точение черновое IT14, Rz200;
 б) точение торцевое точение получистовое IT12, Rz100;
 в) торцевое точение чистовое IT9, Rz25.
- Обработка правого торца Ra6,3 (см. пункт 15).
- 18) Обеспечение линейного размера 0,6±0,05:
 Обработка левого торца Ra1,6:
 а) торцевое точение чистовое IT9, Rz25;
 б) торцевое точение тонкое IT7, Rz6,4.
- Обработка правого торца Ra6,3 (см. пункт 14).
- 19) Обеспечение линейного размера 39±0,3; 12±0,2:
 Обработка верхней поверхности Ra6,3;
 а) фрезерование чистовое IT10, Rz25.
- Обеспечение линейного размера 4±0,1:
 а) обработка правого торца Ra6,3 (см. пункт 13).
- 20) Обработка канавки (вид В) в размеры 6, 39, R3 Ra6,3;
 а) фрезерование черновое IT11, Rz25.
 б) фрезерование чистовое IT10, Rz12,5

2.2.4 Формирование операций и составление маршрутной технологии

Наметив последовательность обработки поверхностей, количество переходов, способы их выполнения, приступаем к формированию операций и технологического маршрута изготовления детали [1,2,4,6].

Формирование операции и составление маршрутной технологии с одновременным выбором оборудования.

000 – заготовительная (2171)

Получение штамповки на КГШП

005 – токарно-револьверная с ЧПУ (4233)

Данная операция производится на токарно-револьверном станке с ЧПУ 1В340Ф30. В этой операции производится черновая подрезка правого торца в размер 61h11, черновая обточка Ø50d11 с получением размеров: 6 и $\angle 45^{\circ}$; черновое сверление Ø12Н9 и черновое растачивание Ø36Н11 с получением размера $8 \pm 0,1$.

010 – токарно-револьверная (4233)

Выполняется на токарно-револьверном станке с ЧПУ 1В340Ф30. Производится черновая подрезка левого торца в размер 61h11; черновое точение Ø46h14 с получением размеров 40 и $\angle 45^{\circ}$; также черновое точение диаметра под резьбу М42х1,5-6g с получением размера 10Н11 и черновое растачивание Ø34Н14 с получением размера 43.

015 – токарно-револьверная (4233)

Данная операция обрабатывается на токарно-револьверном станке с ЧПУ 1В340Ф30. Производится получистовая и чистовая подрезка левого торца размера 60h11; получистовое точение Ø46h14 с получением размера 40 и $\angle 45^{\circ}$; чистовое точение под резьбу М42х1,5-6g с получением размера 10Н11; получистовое и чистовое растачивание Ø37Н14 с получением размера 43; точение за резьбовой канавки в размеры Ø39; 8; 4 с подрезкой торца в размер 10Н11.

020 – сверлильная (4210)

Обрабатывается на вертикально-сверлильном станке 2Н118. Сверление отверстия Ø12Н12 в размер 35.

025 – фрезерно-сверлильная (4273)

Оборудование фрезерно-сверлильный станок с ЧПУ 400V – E. Производится чистовое фрезерование; центрование и сверление двух отверстий Ø6Н12.

030 – токарная (4233)

Данная операция выполняется на токарном станке с ЧПУ СТП – 220АП (ТЛ–1) Получистовое и чистовое точение правого торца размера 60h11; зенкерование и развертывания отверстия 12Н9; получистовое точение под резьбу М52х1,5-6g; получистовое и чистовое точение Ø50d11; получистовое растачивание Ø36Н11; получистовое и чистовое растачивание Ø46 и нарезка резьбы М52х1,5-6g.

035 – сверлильная (4214)

Обрабатывается на вертикально-сверлильном станке СН 16. Черновое сверление и развертывание Ø2Н7 и чистовое развертывание Ø2Н7.

					15.03.05.2020.184.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		21

040 – резьбонакатная (4105)

Оборудование токарный станок 1К62. Накатывание резьбы М42х1,5-6g.

045 – слесарная(0108)

Оборудование – верстак.

050 – контрольная (0260)

Стол контроля.

2.3 Размерный анализ разработанного технологического процесса

2.3.1 Преобразование и кодирование чертежа детали

Для разработанного варианта технологического процесса выполняем размерный анализ, который позволяет определить межоперационные размеры, припуски на механическую обработку[7].

Исходя из составленного технологического процесса пункта 2.2.4 и кодирования чертежа детали: рисунок 2.2 – кодирование линейных размеров; рисунок 2.3 – кодирование диаметральных размеров.

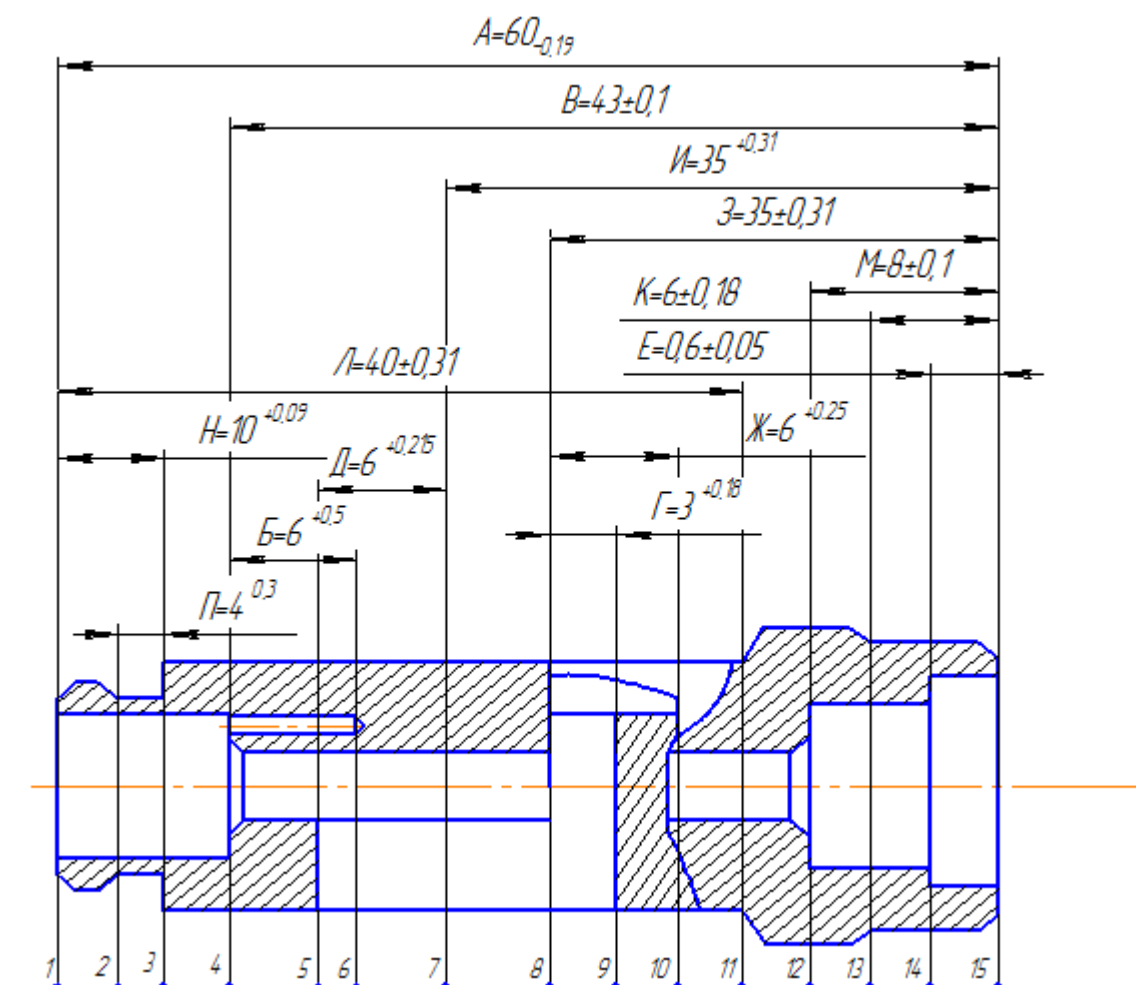


Рисунок 2.2 – Преобразованный чертеж линейных размеров

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

15.03.05.2020.184.00.000 ПЗ

Лист

22

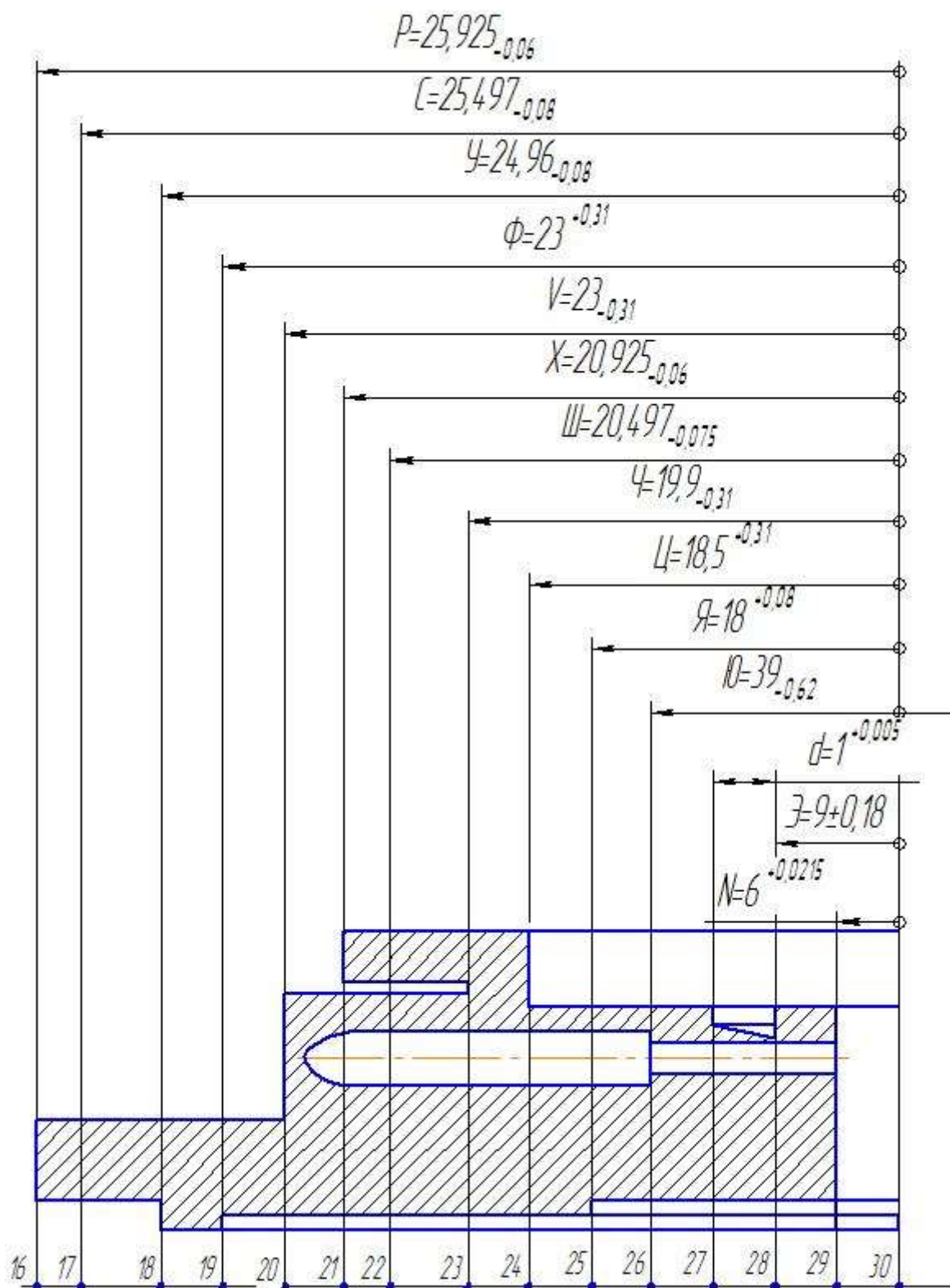


Рисунок 2.3 – Преобразованный чертеж диаметральных размеров

2.3.2 Составление таблицы технологического маршрута обработки детали

Составляем маршрут обработки детали, с выбором баз, назначением допусков на размеры, технических требований, сводим в таблицу 2.1.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

15.03.05.2020.184.00.000 ПЗ

Лист

23

Составляем схему линейных размеров, схему диаметральных размеров, проводим размерный анализ.

Таблица 2.1 – Маршрут изготовления детали

№ опер	Эскизы	Допуски и технические требования
00 – Заготовительная		$TQ^0 = 0,6^{(+0,2)_{-0,4}}$; $TЛ^0 = 1,0^{(+0,7)_{-0,3}}$; $ТА^0 = 1,2^{(+0,8)_{-0,4}}$; $ТМ^0 = 0,7^{(+0,2)_{-0,5}}$; $T2P^0 = 1,2^{(+0,8)_{-0,4}}$; $T2V^0 = 1,0^{(+0,7)_{-0,3}}$; $T2Я^0 = 1,0^{(+0,3)_{-0,7}}$; $T2Ц^0 = 0,9^{(+0,3)_{-0,6}}$; $\perp 15^0, 30^0 = 0,6$; $\odot 16^0, 20^0 = 1,0$; $\odot 24^0, 20^0 = 1,0$.
05 – Токарная		$ТА^{5(1)} = ТА_{таб}^{5(1)} + \Delta 15^0$; $ТА^{5(1)} = 0,74 + 0,6 = 1,34$; $ТМ^{5(4)} = ТМ_{таб}^{5(4)} = 0,36$; $ТК^{5(2)} = 0,36$; $T2N^{5(3)} = 0,18$; $T2Я^{5(4)} = 0,25$; $T2Y^{5(2)} = 0,3$; $T2P^{5(2)} = 0,3$; $\odot 20^0 16^{5(2)} = 0,2$; $\odot 16^{5(2)} 18^{5(2)} = 0,25$; $\odot 16^{5(2)} 25^{5(4)} = 0,2$; $\odot 20^0 29^{5(3)} = 0,12$; $\perp 15^0, 16^{5(2)} = 0,25$.

Продолжение таблицы 2.1

№ опер	Эскизы	Допуски и технические требования
010 - Токарная		$TA^{10(1)} = TA_{\text{таб}}^{10(1)} + \Delta 15^{5(1)};$ $TA^{10(1)} = 0,74 + 0,25 = 0,99;$ $TЛ^{10(2)} = 0,62;$ $TН^{10(2)} = 0,36;$ $TQ^{10(3)} = 0,43;$ $T2Ц^{10(3)} = 0,25;$ $T2X^{10(2)} = 0,25;$ $T2V^{10(2)} = 0,25;$ $\odot 24^{10(3)} 16^{5(2)} = 0,2;$ $\odot 21^{10(2)} 16^{5(2)} = 0,2;$ $\odot 20^{10(2)} 16^{5(2)} = 0,2;$ $\perp 1^{10(1)} 20^{10(2)} = 0,16.$
015 – Токарная (1 переход)		$TA^{15(1)} = TA_{\text{таб}}^{15(1)} + \Delta 15^{5(1)};$ $TA^{15(1)} = 0,3 + 0,25 = 0,55.$

Продолжение таблицы 2.1

№ опер	Эскизы	Допуски и технические требования
015 – Токарная (2, 3, 4 переход)		$T_A^{15(2)} = 0,046 + 0,25 = 0,296;$ $T_Q^{15(4)} = 0,18;$ $T_H^{15(3)} = 0,15;$ $T_L^{15(3)} = 0,25;$ $T_{2Ц}^{15(4)} = 0,1;$ $T_{2X}^{15(3)} = 0,16;$ $T_{2V}^{15(3)} = 0,16;$ $\odot 20^{15(3)} 16^{5(2)} = 0,12;$ $\odot 21^{15(3)} 16^{5(2)} = 0,12;$ $\odot 24^{15(4)} 16^{5(2)} = 0,12;$ $\perp 1^{15(2)} 20^{15(3)} = 0,04.$
015 – Токарная (5,6 переход)		$T_Q^{15(5)} = 0,07;$ $T_H^{15(6)} = 0,1;$ $T_H^{15(6)} = 0,036;$ $T_{2Ц}^{15(5)} = 0,062;$ $T_{2Ч}^{15(6)} = 0,16;$ $\odot 24^{15(5)} 16^{5(2)} = 0,05;$ $\odot 23^{15(5)} 16^{5(2)} = 0,08.$

Продолжение таблицы 2.1

№ опер	Эскизы	Допуски и технические требования
020 – Сверлильная		$TF^{20} = TF_{таб}^{20} + \Delta I^{15(2)};$ $TF^{20} = 0,21 + 0,04 = 0,25;$ $T2D^{20} = 0,18.$
025 – Фрезерно-сверлильная		$TБ^{25(3)} = TБ_{таб}^{25(1)} + TД^{20};$ $TБ^{25(3)} = 0,18 + 0,09 = 0,27;$ $T2Г^{25} = 0,12;$ $T2Ж^{25} = 0,18;$ $TБ^{25} = 0,18;$ $T2Б^{25} = 0,3;$ $ПЮ^{25(1)} = 0,1.$

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

Продолжение таблицы 2.1

№ опер	Эскизы	Допуски и технические требования
030 – Токарная (1,2 переход)		$TA^{30(1)} = TA_{\text{таб}}^{30(1)} + \Delta I^{15(2)};$ $TA^{30(1)} = 0,3 + 0,04 = 0,34;$ $T2N^{30(2)} = 0,07;$ $\odot 20^{15(3)} 29^{30(2)} = 0,05.$
030 – Токарная (3,4,5 переход)		$TA^{30(1)} = TA_{\text{таб}}^{30(3)} + \Delta I^{15(2)};$ $TA^{30(2)} = 0,074 + 0,04 = 0,114;$ $TK^{30(4)} = 0,12;$ $T2N^{30(5)} = 0,043;$ $T2Y^{30(4)} = 0,19;$ $T2P^{30(4)} = 0,19;$ $\odot 20^{15(3)} 16^{30(4)} = 0,16;$ $\odot 20^{15(3)} 18^{30(4)} = 0,12;$ $\odot 20^{15(3)} 29^{30(5)} = 0,03;$ $\perp 15^{30(3)} 18^{30(4)} = 0,04.$

Продолжение таблицы 2.1

№ опер	Эскизы	Допуски и технические требования
035 – Сверлильная (1 переход)		$TЭ^{35(1)} = 0,15;$ $T2d^{35(1)} = 0,1;$ $TБ^{35(1)} = 0,25 + 0,05 = 0,3.$
035 – Сверлильная (2 переход)		$TЭ^{35(2)} = 0,1;$ $T2d^{35(2)} = 0,025;$ $TБ^{35(2)} = 0,16 + 0,05 = 0,21.$

Продолжение таблицы 2.1

№ опер	Эскизы	Допуски и технические требования
035 – Сверлильная (3 переход)	<p>Technical drawing of a drill bit showing a cross-section. Dimensions include: $35^{(3)}$ (total length), $2d^{35(3)}$ (length of the cutting edge), $Rz12,5$ (surface roughness), $6^{35(3)}$ (width of the cutting edge), $Rz12,5$ (surface roughness of the cutting edge), $15^{30(3)}$ (length of the cutting edge), and $7^{35(3)}$ (width of the cutting edge).</p>	<p> $T_3^{35(3)} = 0,08;$ $T_{2d}^{35(3)} = 0,01;$ $T_b^{35(3)} = 0,05 + 0,05 = 0,1.$ </p>
040 – Резьбонакатная	<p>Technical drawing of a threaded part showing a cross-section. Dimensions include: $Rz6,3$ (surface roughness), $29^{30(5)}$ (length of the thread), 22^{40} (length of the thread), and $2Ш60$ (thread specification).</p>	<p> $T_{Ш}^{40} = 0,2;$ $◎29^{30(5)}22^{40} = 0,02.$ </p>

2.3.3 Составление размерных цепей

Исходя из схемы диаметральных размеров, соответствующей рисунку 2.4 по каждому переходу в соответствующей операции составляется уравнение размерной цепи с целью определения номинального межоперационного размера, где замыкающим звеном является припуск на обработку.

$$[Z_6^{35(3)}] = B^{35(2)} - B^{35(3)}$$

$$[Z_6^{35(2)}] = B^{35(1)} - B^{35(2)}$$

$$[Z_{14}^{30(8)}] = E^{30(8)} - E^{30(7)}$$

$$[Z_{12}^{30(7)}] = M^{30(7)} - A^{30(3)} + A^{15(2)} - M^{5(4)}$$

$$[Z_{13}^{30(6)}] = K^{30(6)} - K^{30(4)}$$

$$[Z_{13}^{30(4)}] = K^{30(4)} - A^{30(3)} + A^{15(2)} - K^{5(2)}$$

$$[Z_{15}^{30(3)}] = A^{30(1)} - A^{30(3)}$$

$$[Z_{15}^{30(1)}] = A^{15(2)} - A^{30(1)}$$

$$[Z_3^{15(6)}] = H^{15(6)} - H^{15(3)}$$

$$[Z_4^{15(5)}] = Q^{15(5)} - Q^{15(4)}$$

$$[Z_4^{15(4)}] = Q^{15(4)} - A^{15(2)} + A^{10(1)} - Q^{10(3)}$$

$$[Z_3^{15(3)}] = H^{15(3)} - A^{15(2)} + A^{10(1)} - H^{10(2)}$$

$$[Z_{11}^{15(3)}] = L^{15(3)} - A^{15(2)} + A^{10(1)} - L^{10(2)}$$

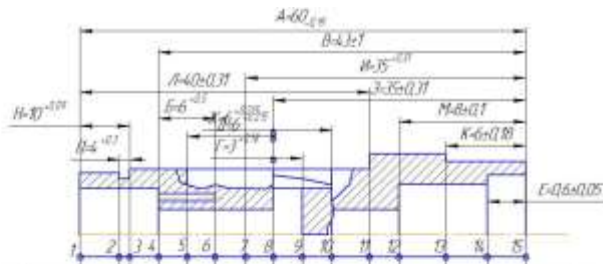
$$[Z_1^{15(2)}] = A^{15(1)} - A^{15(2)}; [Z_1^{15(1)}] = A^{10(1)} - A^{15(1)}$$

$$[Z_4^{15(3)}] = Q^{10(3)} - A^{10(1)} + A^{5(1)} - Q^0$$

$$[Z_{11}^{10(2)}] = L^{10(2)} - A^{10(1)} + A^{5(1)} - L^0; [Z_1^{10(1)}] = A^{5(1)} - A^{10(1)}$$

$$[Z_{12}^{5(4)}] = M^{5(2)} - A^{5(1)} + A^0 - M^0$$

$$[Z_{15}^{5(1)}] = A^0 - A^{5(1)}$$



№	Ø	ТА:		Условные размеры цепи	Условные размеры
025	$Z_{\text{цепь}}^{25} = 0.025$ $Z_{\text{цепь}}^{25} = 0.2$ $Z_{\text{цепь}}^{25} = 0.05$ $Z_{\text{цепь}}^{25} = 0.25$	$Tb^{25} = 0.1$ $Tb^{25} = 0.2$ $Tb^{25} = 0.3$		$Z_1^{25} = b^{25} - b^{25}$ $Z_2^{25} = b^{25} - b^{25}$ $Z_3^{25} = b^{25} - b^{25}$ $Z_4^{25} = b^{25} - b^{25}$	$b^{25} = 36.5 \pm 0.1$ $b^{25} = 36.65 \pm 0.15$
030 035 040 045 050 055 060 065 070 075 080 085 090 095 100 105 110 115 120 125 130 135 140 145 150	$Z_{\text{цепь}}^{30} = 0.025$ $Z_{\text{цепь}}^{35} = 0.06$ $Z_{\text{цепь}}^{40} = 0.2$ $Z_{\text{цепь}}^{45} = 1.0$ $Z_{\text{цепь}}^{50} = 0.2$ $Z_{\text{цепь}}^{55} = 1.05$ $Z_{\text{цепь}}^{60} = 0.1$ $Z_{\text{цепь}}^{65} = 0.55$ $Z_{\text{цепь}}^{70} = 0.2$ $Z_{\text{цепь}}^{75} = 0.9$	$Tb^{30} = 0.01$ $Tb^{35} = 0.025$ $Tb^{40} = 0.036$ $Tb^{45} = 0.01$ $Tb^{50} = 0.12$ $Tb^{55} = 0.18$ $Tb^{60} = 0.34$		$Z_1^{30} = H^{30} - H^{30}$ $Z_2^{30} = H^{30} - H^{30}$ $Z_3^{30} = H^{30} - H^{30}$ $Z_4^{30} = H^{30} - H^{30}$	$b^{30} = 36.5 \pm 0.1$ $b^{35} = 36.65 \pm 0.15$ $b^{40} = 36.8 \pm 0.2$ $b^{45} = 36.95 \pm 0.25$ $b^{50} = 37.1 \pm 0.3$ $b^{55} = 37.25 \pm 0.35$ $b^{60} = 37.4 \pm 0.4$ $b^{65} = 37.55 \pm 0.45$ $b^{70} = 37.7 \pm 0.5$ $b^{75} = 37.85 \pm 0.55$ $b^{80} = 38 \pm 0.6$ $b^{85} = 38.15 \pm 0.65$ $b^{90} = 38.3 \pm 0.7$ $b^{95} = 38.45 \pm 0.75$ $b^{100} = 38.6 \pm 0.8$ $b^{105} = 38.75 \pm 0.85$ $b^{110} = 38.9 \pm 0.9$ $b^{115} = 39.05 \pm 0.95$ $b^{120} = 39.2 \pm 1.0$ $b^{125} = 39.35 \pm 1.05$ $b^{130} = 39.5 \pm 1.1$ $b^{135} = 39.65 \pm 1.15$ $b^{140} = 39.8 \pm 1.2$ $b^{145} = 39.95 \pm 1.25$ $b^{150} = 40.1 \pm 1.3$
025		$Tb^{25} = 0.12$ $Tb^{25} = 0.25$			
020		$Tb^{20} = 0.25$ $Tb^{20} = 0.09$		$b^{20} = A^{20} - F^{20}$	
035 040 045 050 055 060 065 070 075 080 085 090 095 100 105 110 115 120 125 130 135 140 145 150	$Z_{\text{цепь}}^{35} = 0.1$ $Z_{\text{цепь}}^{40} = 0.206$ $Z_{\text{цепь}}^{45} = 0.1$ $Z_{\text{цепь}}^{50} = 0.55$ $Z_{\text{цепь}}^{55} = 0.2$ $Z_{\text{цепь}}^{60} = 1.1$ $Z_{\text{цепь}}^{65} = 0.2$ $Z_{\text{цепь}}^{70} = 2.035$ $Z_{\text{цепь}}^{75} = 0.1$ $Z_{\text{цепь}}^{80} = 1.8$ $Z_{\text{цепь}}^{85} = 0.2$ $Z_{\text{цепь}}^{90} = 1.8$	$Tb^{35} = 0.1$ $Tb^{40} = 0.036$ $Tb^{45} = 0.07$ $Tb^{50} = 0.38$ $Tb^{55} = 0.25$ $Tb^{60} = 0.35$ $Tb^{65} = 0.3$ $Tb^{70} = 0.55$		$Z_1^{35} = H^{35} - H^{35}$ $Z_2^{35} = H^{35} - H^{35}$ $Z_3^{35} = H^{35} - H^{35}$ $Z_4^{35} = H^{35} - H^{35}$	$b^{35} = 36.5 \pm 0.1$ $b^{40} = 36.65 \pm 0.15$ $b^{45} = 36.8 \pm 0.2$ $b^{50} = 36.95 \pm 0.25$ $b^{55} = 37.1 \pm 0.3$ $b^{60} = 37.25 \pm 0.35$ $b^{65} = 37.4 \pm 0.4$ $b^{70} = 37.55 \pm 0.45$ $b^{75} = 37.7 \pm 0.5$ $b^{80} = 37.85 \pm 0.55$ $b^{85} = 38 \pm 0.6$ $b^{90} = 38.15 \pm 0.65$ $b^{95} = 38.3 \pm 0.7$ $b^{100} = 38.45 \pm 0.75$ $b^{105} = 38.6 \pm 0.8$ $b^{110} = 38.75 \pm 0.85$ $b^{115} = 38.9 \pm 0.9$ $b^{120} = 39.05 \pm 0.95$ $b^{125} = 39.2 \pm 1.0$ $b^{130} = 39.35 \pm 1.05$ $b^{135} = 39.5 \pm 1.1$ $b^{140} = 39.65 \pm 1.15$ $b^{145} = 39.8 \pm 1.2$ $b^{150} = 39.95 \pm 1.25$
030	$Z_{\text{цепь}}^{30} = 0.36$ $Z_{\text{цепь}}^{30} = 1.1$ $Z_{\text{цепь}}^{30} = 0.36$ $Z_{\text{цепь}}^{30} = 4.41$ $Z_{\text{цепь}}^{30} = 0.36$ $Z_{\text{цепь}}^{30} = 2.4$	$Tb^{30} = 0.43$ $Tb^{30} = 0.36$ $Tb^{30} = 0.62$ $Tb^{30} = 0.99$		$Z_1^{30} = H^{30} - H^{30}$ $Z_2^{30} = H^{30} - H^{30}$ $Z_3^{30} = H^{30} - H^{30}$ $Z_4^{30} = H^{30} - H^{30}$	$b^{30} = 36.5 \pm 0.1$ $b^{35} = 36.65 \pm 0.15$ $b^{40} = 36.8 \pm 0.2$ $b^{45} = 36.95 \pm 0.25$ $b^{50} = 37.1 \pm 0.3$ $b^{55} = 37.25 \pm 0.35$ $b^{60} = 37.4 \pm 0.4$ $b^{65} = 37.55 \pm 0.45$ $b^{70} = 37.7 \pm 0.5$ $b^{75} = 37.85 \pm 0.55$ $b^{80} = 38 \pm 0.6$ $b^{85} = 38.15 \pm 0.65$ $b^{90} = 38.3 \pm 0.7$ $b^{95} = 38.45 \pm 0.75$ $b^{100} = 38.6 \pm 0.8$ $b^{105} = 38.75 \pm 0.85$ $b^{110} = 38.9 \pm 0.9$ $b^{115} = 39.05 \pm 0.95$ $b^{120} = 39.2 \pm 1.0$ $b^{125} = 39.35 \pm 1.05$ $b^{130} = 39.5 \pm 1.1$ $b^{135} = 39.65 \pm 1.15$ $b^{140} = 39.8 \pm 1.2$ $b^{145} = 39.95 \pm 1.25$ $b^{150} = 40.1 \pm 1.3$
025	$Z_{\text{цепь}}^{25} = 0.36$ $Z_{\text{цепь}}^{25} = 3.68$ $Z_{\text{цепь}}^{25} = 0.36$ $Z_{\text{цепь}}^{25} = 3.5$	$Tb^{25} = 0.36$ $Tb^{25} = 1.34$		$Z_1^{25} = H^{25} - H^{25}$ $Z_2^{25} = H^{25} - H^{25}$ $Z_3^{25} = H^{25} - H^{25}$ $Z_4^{25} = H^{25} - H^{25}$	$b^{25} = 36.5 \pm 0.1$ $b^{30} = 36.65 \pm 0.15$ $b^{35} = 36.8 \pm 0.2$ $b^{40} = 36.95 \pm 0.25$ $b^{45} = 37.1 \pm 0.3$ $b^{50} = 37.25 \pm 0.35$ $b^{55} = 37.4 \pm 0.4$ $b^{60} = 37.55 \pm 0.45$ $b^{65} = 37.7 \pm 0.5$ $b^{70} = 37.85 \pm 0.55$ $b^{75} = 38 \pm 0.6$ $b^{80} = 38.15 \pm 0.65$ $b^{85} = 38.3 \pm 0.7$ $b^{90} = 38.45 \pm 0.75$ $b^{95} = 38.6 \pm 0.8$ $b^{100} = 38.75 \pm 0.85$ $b^{105} = 38.9 \pm 0.9$ $b^{110} = 39.05 \pm 0.95$ $b^{115} = 39.2 \pm 1.0$ $b^{120} = 39.35 \pm 1.05$ $b^{125} = 39.5 \pm 1.1$ $b^{130} = 39.65 \pm 1.15$ $b^{135} = 39.8 \pm 1.2$ $b^{140} = 39.95 \pm 1.25$ $b^{145} = 40.1 \pm 1.3$
000		$Tb^0 = 0.7 \times 10^{-3}$ $Tb^0 = 0.7 \times 10^{-3}$ $Tb^0 = 10 \times 10^{-3}$ $Tb^0 = 1.8 \times 10^{-3}$			

Рисунок 2.4 – Схема линейных размеров

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

Исходя из схемы диаметральных размеров, соответствующей рисунку 2.5 также по каждому переходу в соответствующей операции составляются уравнения размерной цепи.

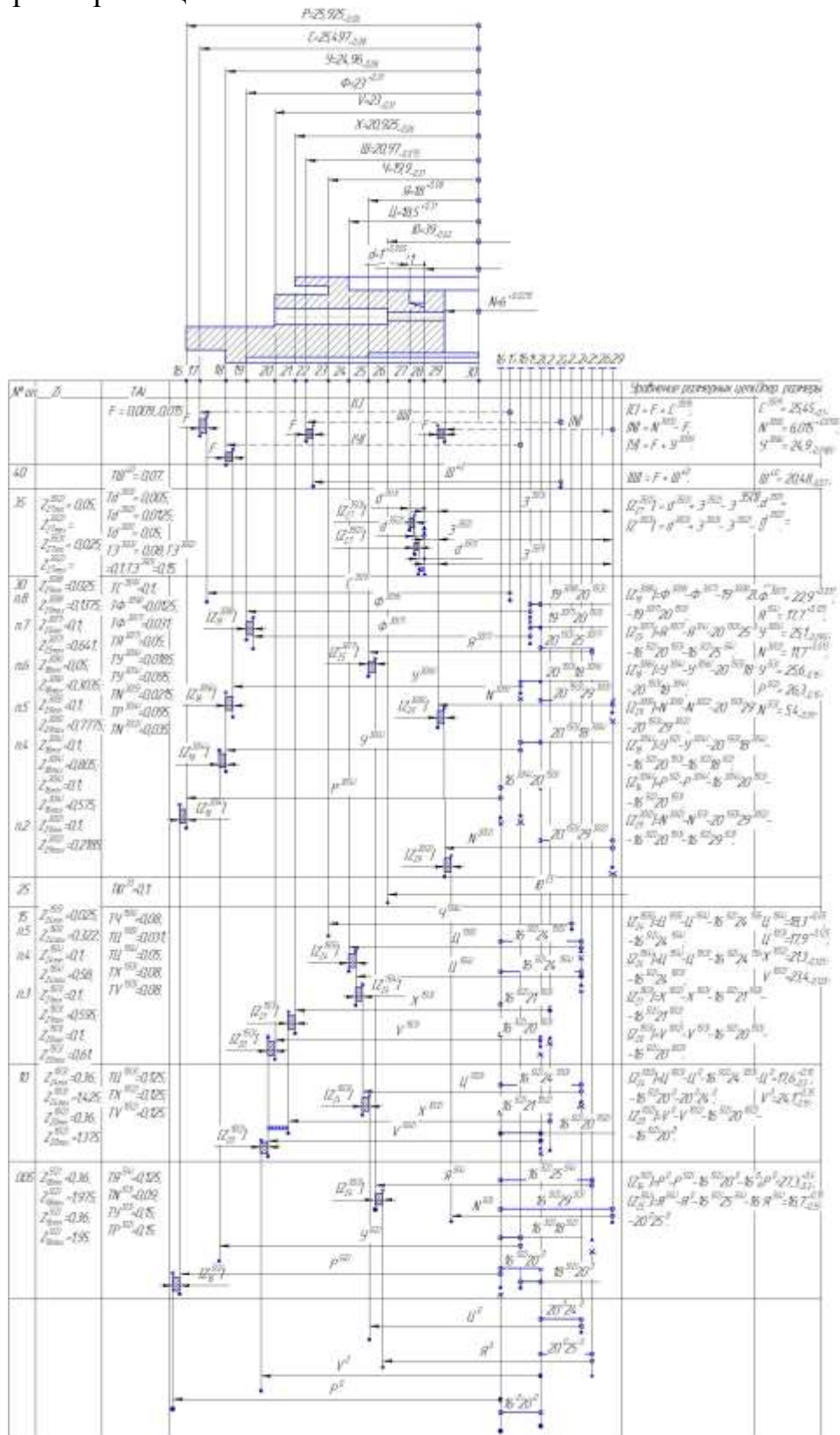


Рисунок 2.5 – Схема диаметральных размеров

$$[Z_{27}^{35(3)}] = d^{35(3)} + \mathfrak{D}^{35(3)} - \mathfrak{D}^{35(2)} - d^{35(2)}$$

$$[Z_{27}^{35(2)}] = d^{35(2)} + \mathfrak{D}^{35(2)} - \mathfrak{D}^{35(1)} - d^{35(1)}$$

$$[Z_{19}^{30(8)}] = \Phi^{30(8)} - \Phi^{30(7)} - 19^{30(8)}20^{15(3)} - 19^{30(7)}20^{15(3)}$$

$$[Z_{25}^{30(7)}] = \mathfrak{R}^{30(7)} - \mathfrak{R}^{5(4)} - 20^{15(3)}25^{30(7)} - 16^{5(2)}20^{15(3)} - 16^{5(2)}25^{5(4)}$$

$$[Z_{18}^{30(6)}] = \mathfrak{Y}^{30(4)} - \mathfrak{Y}^{30(6)} - 20^{15(3)}18^{30(6)} - 20^{15(3)}18^{30(4)}$$

$$[Z_{29}^{30(5)}] = \mathfrak{N}^{30(5)} - \mathfrak{N}^{30(2)} - 20^{15(3)}29^{30(5)} - 20^{15(3)}29^{30(2)}$$

$$[Z_{18}^{30(4)}] = \mathfrak{Y}^{5(2)} - \mathfrak{Y}^{30(4)} - 20^{15(3)}18^{30(4)} - 16^{5(2)}20^{15(3)} - 16^{5(2)}18^{5(2)}$$

$$[Z_{29}^{30(2)}] = \mathfrak{N}^{30(2)} - \mathfrak{N}^{5(3)} - 20^{15(3)}29^{30(2)} - 16^{5(2)}20^{15(3)} - 16^{5(2)}29^{5(3)}$$

$$[Z_{24}^{15(5)}] = \mathfrak{C}^{15(5)} - \mathfrak{C}^{15(4)} - 16^{5(2)}24^{15(5)} - 16^{5(2)}24^{15(4)}$$

$$[Z_{24}^{15(4)}] = \mathfrak{C}^{15(4)} - \mathfrak{C}^{10(3)} - 16^{5(2)}24^{15(4)} - 16^{5(2)}24^{10(3)}$$

$$[Z_{21}^{15(3)}] = \mathfrak{X}^{10(2)} - \mathfrak{X}^{15(3)} - 16^{5(2)}21^{15(3)} - 16^{5(2)}21^{10(2)}$$

$$[Z_{20}^{15(3)}] = \mathfrak{V}^{10(2)} - \mathfrak{V}^{15(3)} - 16^{5(2)}20^{15(3)} - 16^{5(2)}20^{10(2)}$$

$$[Z_{24}^{10(3)}] = \mathfrak{C}^{10(3)} - \mathfrak{C}^0 - 16^{5(2)}24^{10(3)} - 16^{5(2)}20^0 - 20^024^0$$

$$[Z_{20}^{10(2)}] = \mathfrak{V}^0 - \mathfrak{V}^{10(2)} - 16^{5(2)}20^{10(2)} - 16^{5(2)}20^0$$

$$[Z_{16}^{5(2)}] = \mathfrak{P}^0 - \mathfrak{P}^{5(2)} - 16^{5(2)}20^0 - 16^020^0$$

$$[Z_{16}^{30(4)}] = \mathfrak{P}^{5(2)} - \mathfrak{P}^{30(4)} - 16^{30(4)}20^{15(3)} - 16^{5(2)}20^{15(3)}$$

$$[Z_{25}^{5(4)}] = \mathfrak{R}^{5(4)} - \mathfrak{R}^0 - 16^{5(2)}25^{5(4)} - 16^{5(2)}20^0 - 20^025^0.$$

2.3.4 Проверка точности разработанного технологического процесса

Делаем проверку точности разработанного технологического процесса по схеме линейных размеров (см. рисунок 2.4).

Уравнение замыкающих звеньев:

$$a) [B] = A^{30(3)} - Q^{15(5)};$$

$$TB \geq TA^{30(3)} + TQ^{15(5)};$$

$$2 \geq 0,114 + 0,07 = 0,184;$$

$$2 \geq 0,184 \text{ обеспечивается.}$$

					15.03.05.2020.184.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		35

$$\begin{aligned}
\text{б) } [Б] &= A^{30(3)} - Q^{15(5)} - Б^{35(3)}; \\
ТБ &\geq ТА^{30(3)} + ТQ^{15(5)} + ТБ^{35(3)}; \\
0,5 &\geq 0,114 + 0,07 + 0,1 = 0,284; \\
0,5 &\geq 0,284 \text{ обеспечивается.} \\
\text{в) } [З] &= A^{30(3)} - Щ^{25}; \\
ТЗ &\geq ТА^{30(3)} + ТЩ^{25}; \\
0,62 &\geq 0,114 + 0,25 = 0,364; \\
0,62 &\geq 0,364 \text{ обеспечивается.} \\
\text{г) } [И] &= A^{30(3)} - F^{20}; \\
ТИ &\geq ТА^{30(3)} + ТF^{20}; \\
0,4 &\geq 0,114 + 0,25 = 0,364; \\
0,4 &\geq 0,364 \text{ обеспечивается.}
\end{aligned}$$

2.3.5 Расчет межоперационных размеров и размеров заготовки

Решение уравнение размерных цепей по схеме линейных размеров

$$1) [Z_6^{35(3)}] = Б^{35(2)} - Б^{35(3)}$$

Дано:

$$Z_{6\min}^{35(3)} = 0,025 \text{ мм.}$$

$$Б^{35(3)} = 36,7 \pm 0,05$$

$$ТБ^{35(2)} = 0,2 (\pm 0,1)$$

$$Z_{6\min}^{35(3)} = Б_{\min}^{35(2)} - Б_{\max}^{35(3)}$$

$$Б_{\min}^{35(2)} = 36,75 + 0,025 = 36,775 \text{ мм.}$$

$$Б^{35(2)} = 36,75 \pm 0,1$$

$$Z_{6\max}^{35(3)} = Б_{\max}^{35(2)} - Б_{\min}^{35(3)} = 36,85 - 36,65 = 0,2 \text{ мм.}$$

$$Б_{\min}^{35(2)} = Б_{\max}^{35(3)} + Z_{6\min}^{35(3)}$$

Номинальный размер

$$Б_{\text{ном}}^{35(2)} = Б_{\min}^{35(2)} - \Delta_{\text{н}} Б^{35(2)} = 36,65 - (-0,1) = 36,75 \text{ мм}$$

$$Z_{6\max}^{35(3)} = 0,2 \text{ мм.}$$

Ответ: $Б_{\text{ном}}^{35(2)} = 36,75 \text{ мм}; Z_{6\max}^{35(3)} = 0,2 \text{ мм.}$

Найдем остальные межоперационные размеры аналогично и сведем их в таблицу 2.2.

Таблица 2.2 – Межоперационные размеры и припуски линейных размеров

Уравнение размерной цепи	Межоперационный размер, мм	Припуск, мм
$[Z_6^{35(2)}] = Б^{35(1)} - Б^{35(2)}$	$Б^{35(1)} = 36,85 \pm 0,15$	$Z_{6\max}^{35(2)} = 0,25$
$[Z_{14}^{30(8)}] = E^{30(8)} - E^{30(7)}$	$E^{30(7)} = 0,575$	$Z_{14\max}^{30(8)} = 0,06$
$[Z_{12}^{30(7)}] = M^{30(7)} - A^{30(3)} + A^{15(2)} - M^{5(4)}$	$M^{5(4)} = 8,3 \pm 0,18$	$Z_{12\max}^{30(7)} = 1,03$
$[Z_{13}^{30(6)}] = K^{30(6)} - K^{30(4)}$	$K^{30(4)} = 5,8^{+0,12}$	$Z_{13\max}^{30(6)} = 0,23$

Продолжение таблицы 2.2.

Уравнение размерной цепи	Межоперационный размер, мм	Припуск, мм
$[Z_{13}^{30(4)}] = K^{30(4)} - A^{30(3)} + A^{15(2)} - K^{5(2)}$	$K^{30(4)} = 5,8^{+0,12}$	$Z_{13\max}^{30(4)} = 1,054$
$[Z_{15}^{30(3)}] = A^{30(1)} - A^{30(3)}$	$A^{30(1)} = 60,44_{-0,34}$	$Z_{15\max}^{30(3)} = 0,554$
$[Z_{15}^{30(1)}] = A^{15(2)} - A^{30(1)}$	$A^{15(2)} = 61_{-0,3}$	$Z_{15\max}^{30(1)} = 0,9$
$[Z_3^{15(6)}] = H^{15(6)} - H^{15(3)}$	$H^{15(3)} = 9,75^{+0,15}$	$Z_{3\max}^{15(6)} = 0,286$
$[Z_4^{15(5)}] = Q^{15(5)} - Q^{15(4)}$	$Q^{15(4)} = 16,7_{-0,18}$	$Z_{4\max}^{15(5)} = 0,55$
$[Z_4^{15(4)}] = Q^{15(4)} - A^{15(2)} + A^{10(1)} - Q^{10(3)}$	$Q^{10(3)} = 17,8^{+0,43}$	$Z_{4\max}^{15(4)} = 1,1$
$[Z_3^{15(3)}] = H^{15(3)} - A^{15(2)} + A^{10(1)} - H^{10(2)}$	$H^{10(2)} = 10,1^{+0,36}$	$Z_{3\max}^{15(3)} = 2,1$
$[Z_{11}^{15(3)}] = Л^{15(3)} - A^{15(2)} + A^{10(1)} - Л^{10(2)}$	$Л^{10(2)} = 40,6 \pm 0,31$	$Z_{11\max}^{15(3)} = 2,035$
$[Z_1^{15(2)}] = A^{15(1)} - A^{15(2)}$	$A^{15(1)} = 61,65_{-0,55}$	$Z_{1\max}^{15(2)} = 0,95$
$[Z_1^{15(1)}] = A^{10(1)} - A^{15(1)}$	$A^{10(1)} = 62,9_{-1,0}$	$Z_{1\max}^{15(1)} = 1,8$
$[Z_4^{15(3)}] = Q^{10(3)} - A^{10(1)} + A^{5(1)} - Q^0$	$Q^0 = 20^{(+0,2)_{-0,5}}$	$Z_{4\max}^{15(3)} = 1,13$
$[Z_{11}^{10(2)}] = Л^{10(2)} - A^{10(1)} + A^{5(1)} - Л^0$	$Л^0 = 39,6^{(+0,7)_{-0,3}}$	$Z_{11\max}^{10(2)} = 4,41$
$[Z_1^{10(1)}] = A^{5(1)} - A^{10(1)}$	$A^{5(1)} = 64,3_{-1,0}$	$Z_{1\max}^{10(1)} = 2,4$
$[Z_{12}^{5(4)}] = M^{5(2)} - A^{5(1)} + A^0 - M^0$	$M^0 = 7,9^{(+0,8)_{-0,4}}$	$Z_{12\max}^{5(4)} = 3,48$
$[Z_{15}^{5(1)}] = A^0 - A^{5(1)}$	$A^0 = 65^{(+0,8)_{-0,4}}$	$Z_{15\max}^{5(1)} = 3,5$

Решение размерных цепей по схеме диаметральных размеров

$$1) [Z_{27}^{35(3)}] = d^{35(3)} + \mathfrak{E}^{35(3)} - \mathfrak{E}^{35(2)} - d^{35(2)}$$

Дано:

$$Z_{27\min}^{35(3)} = 0,025 \text{ мм}$$

$$d^{35(3)} = 1^{+0,005}$$

$$\mathfrak{E}^{35(3)} = 9 \pm 0,005$$

$$\Delta \text{вд}^{35(2)} = 0,0125$$

$$\mathfrak{E}^{35(2)} = 9 \pm 0,001$$

$$Z_{27\min}^{35(3)} = d_{\min}^{35(3)} + \mathfrak{E}_{\min}^{35(3)} - \mathfrak{E}_{\max}^{35(2)} - d_{\max}^{35(2)}$$

$$d_{\max}^{35(2)} = d_{\min}^{35(3)} + \mathfrak{E}_{\min}^{35(3)} - \mathfrak{E}_{\max}^{35(2)} - Z_{27\min}^{35(3)}$$

$$d_{\max}^{35(2)} = 1 + 8,995 - 9,01 - 0,025 = 0,96 \text{ мм}$$

$$d^{35(2)} = 0,95^{+0,0125}$$

$$2d^{35(2)} = 1,9^{+0,025}$$

$$Z_{27\max}^{35(3)} = 1,005 + 9,005 - 8,99 - 0,9475 = 0,0725 \text{ мм}$$

Номинальный размер

$$d_{\text{ном}}^{35(2)} = 0,96 - 0,0125 = 0,9475 \text{ мм.}$$

					15.03.05.2020.184.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		37

Ответ: $2d^{35(2)} = 1,9^{+0,025}$; $Z_{27\max}^{35(3)} = 0,0725$ мм.

Найдем остальные межоперационные размеры аналогично и сведем их в таблицу 2.3.

Таблица 2.3 – Межоперационные размеры и припуски диаметральных размеров

Уравнение размерной цепи	Межоперационный размер, мм	Припуск, мм
$[Z_{27}^{35(2)}] = d^{35(2)} + \mathfrak{E}^{35(2)} - \mathfrak{E}^{35(1)} - d^{35(1)}$	$d^{35(1)} = 0,86^{+0,05}$	$Z_{27\max}^{35(2)} = 0,162$
$[Z_{19}^{30(8)}] = \Phi^{30(8)} - \Phi^{30(7)} - 19^{30(8)}20^{15(3)} - 19^{30(7)}20^{15(3)}$	$\Phi^{30(7)} = 22,9^{+0,031}$	$Z_{19\max}^{30(8)} = 0,375$
$[Z_{25}^{30(7)}] = \mathfrak{Я}^{30(7)} - \mathfrak{Я}^{5(4)} - 20^{15(3)}25^{30(7)} - 16^{5(2)}20^{15(3)} - 16^{5(2)}25^{5(4)}$	$\mathfrak{Я}^{5(4)} = 17,7^{+0,125}$	$Z_{25\max}^{30(7)} = 0,641$
$[Z_{18}^{30(6)}] = y^{30(4)} - y^{30(6)} - 20^{15(3)}18^{30(6)} - 20^{15(3)}18^{30(4)}$	$y^{30(4)} = 25,1_{-0,095}$	$Z_{18\max}^{30(6)} = 0,3035$
$[Z_{29}^{30(5)}] = N^{30(5)} - N^{30(2)} - 20^{15(3)}29^{30(5)} - 20^{15(3)}29^{30(2)}$	$N^{30(2)} = 5,85^{+0,0215}$	$Z_{29\max}^{30(5)} = 0,2185$
$[Z_{18}^{30(4)}] = y^{5(2)} - y^{30(4)} - 20^{15(3)}18^{30(4)} - 16^{5(2)}20^{15(3)} - 16^{5(2)}18^{5(2)}$	$y^{5(2)} = 25,6_{-0,15}$	$Z_{18\max}^{30(4)} = 0,805$
$[Z_{29}^{30(2)}] = N^{30(2)} - N^{5(3)} - 20^{15(3)}29^{30(2)} - 16^{5(2)}20^{15(3)} - 16^{5(2)}29^{5(3)}$	$N^{5(3)} = 5,4_{-0,09}$	$Z_{29\max}^{30(2)} = 0,7775$
$[Z_{24}^{15(5)}] = \Pi^{15(5)} - \Pi^{15(4)} - 16^{5(2)}24^{15(5)} - 16^{5(2)}24^{15(4)}$	$\Pi^{15(4)} = 18,3^{+0,05}$	$Z_{24\max}^{15(5)} = 0,322$
$[Z_{24}^{15(4)}] = \Pi^{15(4)} - \Pi^{10(3)} - 16^{5(2)}24^{15(4)} - 16^{5(2)}24^{10(3)}$	$\Pi^{10(3)} = 17,9^{+0,125}$	$Z_{24\max}^{15(4)} = 0,58$
$[Z_{21}^{15(3)}] = X^{10(2)} - X^{15(3)} - 16^{5(2)}21^{15(3)} - 16^{5(2)}21^{10(2)}$	$X^{10(2)} = 21,3_{-0,125}$	$Z_{21\max}^{15(3)} = 0,595$
$[Z_{20}^{15(3)}] = V^{10(2)} - V^{15(3)} - 16^{5(2)}20^{15(3)} - 16^{5(2)}20^{10(2)}$	$V^{10(2)} = 23,4_{-0,125}$	$Z_{20\max}^{15(3)} = 0,61$
$[Z_{24}^{10(3)}] = \Pi^{10(3)} - \Pi^0 - 16^{5(2)}24^{10(3)} - 16^{5(2)}20^0 - 20^024^0$	$\Pi^0 = 17,6_{(-0,3)}^{(+0,15)}$	$Z_{24\max}^{10(3)} = 1,425$
$[Z_{20}^{10(2)}] = V^0 - V^{10(2)} - 16^{5(2)}20^{10(2)} - 16^{5(2)}20^0$	$V^0 = 24,1_{(-0,15)}^{(+0,35)}$	$Z_{20\max}^{10(2)} = 1,375$
$[Z_{16}^{5(2)}] = P^0 - P^{5(2)} - 16^{5(2)}20^0 - 16^020^0$	$P^0 = 27,3_{(-0,2)}^{(+0,4)}$	$Z_{16\max}^{5(2)} = 1,95$
$[Z_{16}^{30(4)}] = P^{5(2)} - P^{30(4)} - 16^{30(4)}20^{15(3)} - 16^{5(2)}20^{15(3)}$	$P^{5(2)} = 26,3_{-0,15}$	$Z_{16\max}^{30(4)} = 0,575$
$[Z_{25}^{5(4)}] = \mathfrak{Я}^{5(4)} - \mathfrak{Я}^0 - 16^{5(2)}25^{5(4)} - 16^{5(2)}20^0 - 20^025^0$	$\mathfrak{Я}^0 = 16,7_{(-0,35)}^{(+0,15)}$	$Z_{25\max}^{5(4)} = 1,975$

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

15.03.05.2020.184.00.000 ПЗ

Лист

38

2.3.6 Оформление чертежа заготовки

Исходя из результатов размерного анализа, оформляем чертеж заготовки в соответствии с рисунком 2.6.

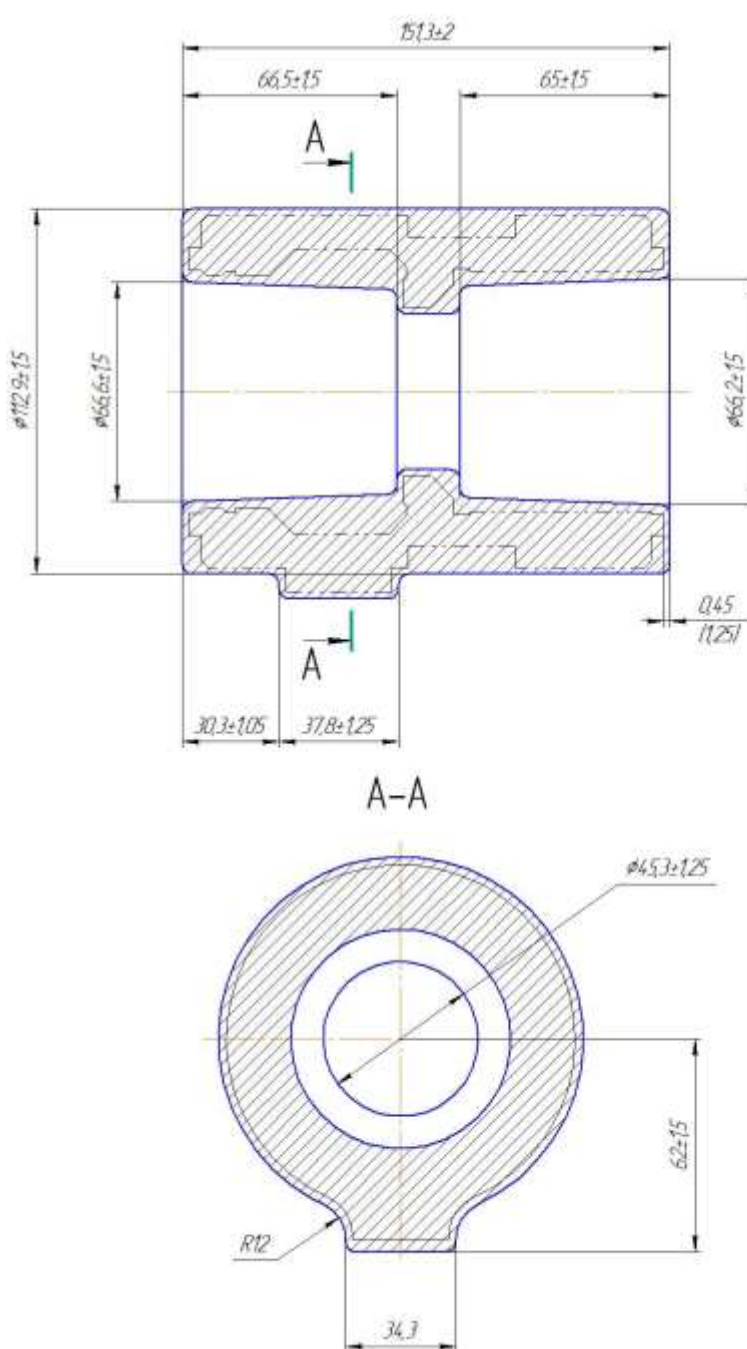


Рисунок 2.6 – Чертеж заготовки

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

Расчет режимов резания ведется на на 005 операцию, 2 – переход[3].

					15.03.05.2020.184.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		39

Необходимо выбрать режущий инструмент, рассчитать режимы резания и скорость по паспортным данным станка 1В340Ф30.

Исходные данные:

Станок токарный с ЧПУ – 1В340Ф30

Параметры шероховатости обрабатываемой поверхности $R_a = 12,5$;

Заготовка – горячая штамповка;

Материал – сталь 45 ГОСТ 1050 – 88 ($\sigma_B=500$ Н/мм²);

Система станок – приспособление – инструмент – заготовка средней жесткости СОЖ – укринол 1...3% ТУ38-101-197-82.

Производится точение в размеры: 6,1; $\angle 45^\circ$ и точение поверхности $\varnothing 52,6h12$;

Выбираем проходной прямой и правый резец с пластинкой из твердого сплава Т15К6 ГОСТ 25400 – 82;

Определение группы обрабатываемости стали 45 ГОСТ 1050 – 88:

Данная сталь относится к 5-ой группе обрабатываемости;

Определение допустимого износа и периода стойкости резца:

T – период стойкости – 90 мин.;

H_z – допустимый износ резца – 0,8 мм.

Определение геометрических параметров режущей части станка:

$\varphi=60^\circ$; $\varphi_1=10^\circ$; $\alpha=8^\circ$; $\gamma=10^\circ$; $f=0,1$ мм; $\gamma_\varphi=0$; $r=0,5$ мм.

Назначение режимов резания:

Глубина резания $t = 0,7$;

Определение подачи S_o – предел допускаемых подач – 0,4...0,7 мм/об.;

По паспортным данным станка принимаем $S_{ст}=0,4$ мм/об.

Определяем скорость резания

$$V_{и} = \frac{C_v}{T^m \cdot t^{X_v} \cdot S^{Y_v}} \cdot K_v, \text{ м/мин.} \quad (2.12)$$

где C_v – 350 коэффициент, характеризующий вид обрабатываемого материала:

$m=0,2$;

$X_v=0,15$;

$Y_v=0,35$.

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{nv} \cdot K_{uv} \cdot K_{tu} \quad (2.13)$$

Поправочные коэффициенты на скорость резания при точение углеродистых сталей.

$$\text{где } K_{mv}=K_k \cdot \left(\frac{750}{\delta b}\right)^{nv} = 1 \cdot \left(\frac{750}{500}\right)^1 = 1,5$$

$K_{nv}=0,8$;

$K_{uv}=1$;

$K_{tu}=1$;

$K_{\phi u} = 0,7$.

$$K_v=1,5 \cdot 0,8 \cdot 1 \cdot 1 = 1,2 \cdot 0,7 = 0,96$$

					15.03.05.2020.184.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		40

Следовательно:

$$V_{и} = \frac{350}{60^{0,2} \cdot 0,7^{0,15} \cdot 0,4^{0,35}} \cdot 1,2 = 238 \text{ м/мин.}$$

Определяем частоту вращения шпинделя

$$n = \frac{1000 V}{\pi D}, \text{ об/мин.} \quad (2.14)$$

$$n = \frac{1000 \cdot 238}{3,14 \cdot 55} = 1370 \text{ об/мин.}$$

Частоту вращения шпинделя корректируем по паспортным данным станка 1В340Ф30 и принимаем

$$n_{ст} = 1370 \text{ об/мин.}$$

Определяем действительную скорость резания

$$V_{д} = \frac{\pi D n}{1000}, \text{ м/мин.} \quad (2.15)$$

$$V_{д} = \frac{3,14 \cdot 55 \cdot 1370}{1000} = 236 \text{ м/мин.}$$

Проверка выбранного режима

Определение силы резания:

$$P_z = 10 C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p, \text{ Н} \quad (2.16)$$

где $C_p = 300$

$$x = 1$$

$$y = 0,75$$

$$n = -0,15$$

$$K_p = \left(\frac{\delta}{750} \right)^n \quad (2.17)$$

$$K_p = \left(\frac{500}{750} \right)^{0,75} = 0,74$$

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 0,7^1 \cdot 0,4^{0,75} \cdot 138^{-0,15} \cdot 0,74 = 375 \text{ Н}$$

Проверка по прочности механизма подач

$$P_x \leq [P_x]$$

где $[P_x]$ – сила допускаемая механизмом подач станка, выбирается из паспортных данных станка модели 16К20Ф3С5 – 600 Н.

					15.03.05.2020.184.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		41

Условие $P_x \leq [P_x]$ выполняется, значит механизм подачи станка обеспечивает выбранный режим резания.

Определяем мощность резания

$$N_p = \frac{P_z \cdot V_D}{60 \cdot 120}, \text{ кВт} \quad (2.18)$$

$$N_p = \frac{375 \cdot 138}{60 \cdot 120} = 0,846 \text{ кВт.}$$

$$N_{\text{шп}} = N_{\text{дв}} \cdot \eta \quad (2.19)$$

где $N_{\text{дв}}$ – мощность двигателя – 10 кВт

η – коэффициент полезного действия – 0,75

$$N_{\text{шп}} = 10 \cdot 0,75 = 7,5 \text{ кВт}$$

Следовательно $N_{\text{рез}} < N_{\text{шп}}$ неравенство выполнено, значит станок обеспечивает выбранный режим резания.

Для остальных операций режимы резания приводятся в таблице 2.4.

Таблица 2.4 – Режимы резания

№ операции	Станок	S мм/об	V м/мин	n об/мин	N _{ст} кВт
005	Токарно-револьверный станок с ЧПУ 1В340Ф30	0,4	236	1370	11
010	Токарно-револьверный станок с ЧПУ 1В340Ф30	0,4	121	1370	11
015	Токарно-револьверный станок с ЧПУ 1В340Ф30	0,15	107	800	11
020	Вертикально-сверлильный станок 2Н118	0,1	75	400	4,5
025	Фрезерно-сверлильный станок с ЧПУ 400V-E	20	15	400	10
030	Токарный станок с ЧПУ СТП -220АП (TL-1)	0,2	132	800	10
035	Вертикально-сверлильный станок СН-16	1,5	7,9	60	4,5

2.5 Нормирование технологических операций

Для нормирования принимается операция 005 – токарная с ЧПУ 1 позиция. Основное время T_o , мин, вычисляется по формуле [5]

$$T_o = \frac{L}{n \cdot S_o} i, \text{ мин} \quad (2.20)$$

где L – длина резания, мм;

$$L = l + y + \Delta; \text{ мм} \quad (2.21)$$

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

y – величина врезания, мм, $y = 0,2$ [5]

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

$$L = 25 + 3,12 + 2 = 30,12, \text{ мм};$$

i – количество переходов $i = 1$.

Таким образом вычислим основное время на обработку по формуле (2.20)

$$T_o = \frac{30,12 \cdot 1}{800 \cdot 0,4} = 0,09 \text{ мин}$$

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

$$T_{шт} = (t_o + t_v \cdot K_{тв}) \left[1 + \frac{a_{отд} + a_{обсл}}{100\%} \right], \text{ мин.} \quad (2.22)$$

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

$$t_v = t_{ву} + t_{вп} + t_{вщ} + t_{вш}, \text{ мин.} \quad (2.23)$$

где $t_{ву}$ – вспомогательное время на установку и снятие детали, при закреплении в кондукторе, мин, $t_{ву} = 0,67$ 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.

					15.03.05.2020.184.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		43

$$t_b = 0,67 + 0,45 + 0,07 + 0,03 = 1,22 \text{ мин.}$$

$$T_{шт} = (2,5 + 1,22 \cdot 1) \cdot \left(1 + \frac{0,07 + 0,07}{100\%}\right) = 4,13 \text{ мин.}$$

Для всех операций нормы времени представлены в таблице 2.5.

Таблица 2.5 – Нормы времени

№ операции	T ₀	T _в	T _{пз}	T _{шт}
005	2,5	1,22	20	4,13
010	0,94	1,2	17	2,38
015	2,13	1,81	25	4,4
020	0,53	0,33	10	1
025	3,96	0,64	15	5,3
030	3,2	3,6	30	7,6
035	0,56	0,7	15	1,4
040	0,23	0,43	10	0,74

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.

Произведен размерный анализ предложенного технологического процесса в результате, которого была спроектирована заготовка, и рассчитаны межоперационные припуски и размеры.

Для операций технологического процесса рассчитаны режимы резания и нормы времени.

ЗКОНСТРУКТОРСКИЙ РАЗДЕЛ

3.1 Проектирование клинового трехкулачкового пневматического патрона

Необходимо спроектировать клиновой трехкулачковый пневматический патрон на операции 005 токарную с ЧПУ.

3.1.1 Разработка теоретической схемы базирования

Деталь при установке базируется по наружной поверхности $\varnothing 46$ мм и торцу. Теоретически схема базирования соответствует рисунку 3.1.

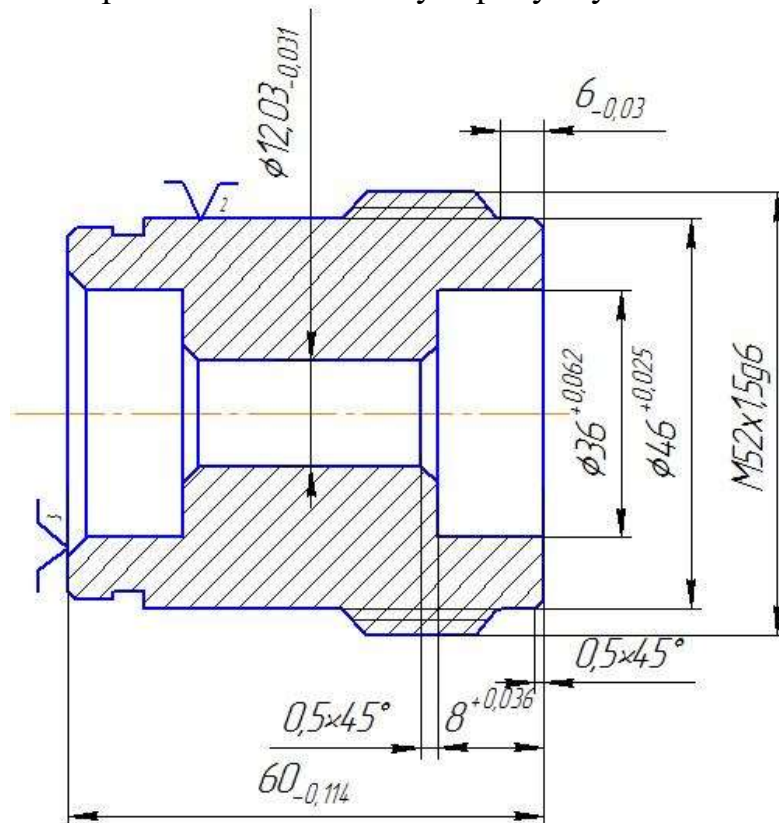


Рисунок 3.1 – Теоретическая схема базирования детали

Упорная база

При базировании данной детали по торцу она лишается в пространстве 3-х степеней свободы: движение вдоль оси Y, вращение вокруг осей X и Z.

Центрирующая база

Базирование детали по $\varnothing 46h14$ лишает ее 2-х степеней свободы: движение вдоль осей X и Z.

Шестая степень свободы, вращение вокруг оси Y она не лишена. Провороту детали вокруг оси в процессе обработки препятствует сила трения между установочными и зажимными элементами приспособления и деталью при положении зажимной силы W.

					15.03.05.2020.184.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		45

3.1.2 Проектирование схемы приспособления

В производстве применяют патроны с пневматическим приводом для закрепления и снятия обрабатываемой детали в целях повышения производительности труда. Схема приспособления показана в соответствии с рисунком 3.2.

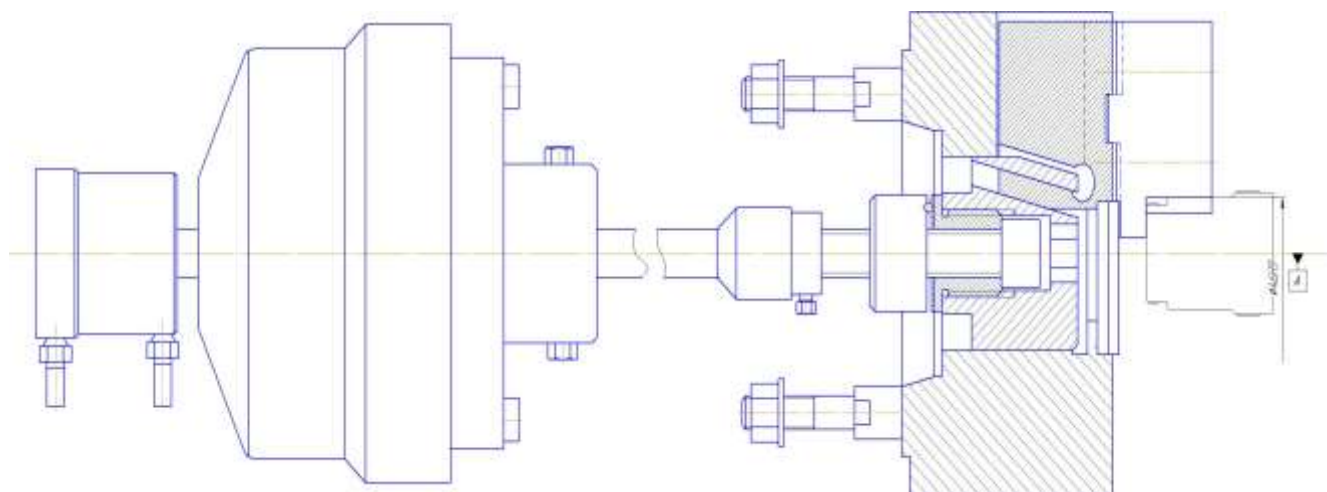


Рисунок 3.2 – Схема приспособления

Для реализации приведенной выше схемы базирования принимаем токарный 3-х кулачковый клиновой патрон с механизированным приводом от вращающегося стандартного пневмацилиндра. Сам патрон крепится на переднем конце шпинделя станка 16К20Ф3С5, вращающийся пневмацилиндр крепится на заднем конце шпинделя с помощью переходного фланца. Перемещение поршня пневмацилиндра к исполнительному механизму патрона специальной тягой.

Преимущества клинового патрона является компактность, жесткость, износоустойчивость, возможность получения значительных зажимных усилий при минимальных габаритах.

Недостатки: нет возможности обрабатывать деталь из прутка, необходима тщательная балансировка приспособлений.

3.1.3 Силовой, кинематический, прочностной расчет основных элементов приспособления

Находим потребную силу зажима в соответствии с рисунком 3.3.

$$W = K_1 \cdot P_z \cdot R_0 / (f \cdot R), \text{ кгс} \quad (3.1)$$

где P_z – сила резания;

$K_1 = 1,2 \dots 1,4$ – коэффициент запаса;

$R_0 = 26$ мм – обрабатываемый размер детали;

$R = 23$ мм – зажатый размер детали;
Находим силу резания

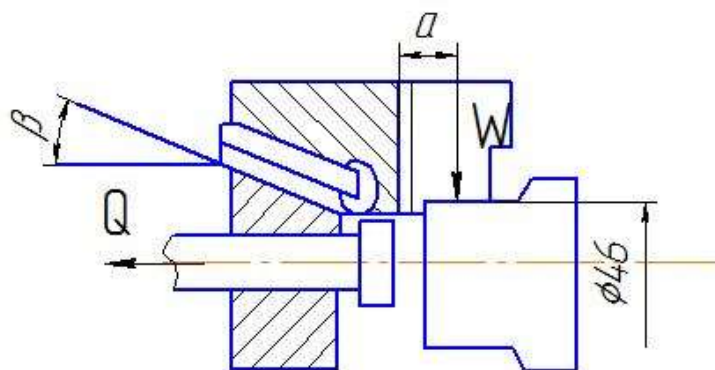


Рисунок 3.3 – Схема зажима

$$P_z = C_{pz} \cdot t^{xp} \cdot S^{yp} \cdot V^n \cdot K_p, \text{ кгс.} \quad (3.2)$$

где C_{pz} , x_p , y_p , n , K_p – коэффициенты определения силы резания;

$$P_z = 300 \cdot 1,75^1 \cdot 0,32^{0,75} \cdot 1/96^{0,15} \cdot 0,95 \cdot 0,94 \cdot 1 = 94,9 \text{ кгс.}$$

Тогда:

$$W = 1,3 \cdot 94,9 \cdot 26 / (0,5 \cdot 23) = 271,4 \text{ кг.}$$

Исходная сила на штоке пневмацилиндра:

$$Q = K \cdot \left(1 + \frac{3 \cdot a \cdot M}{h}\right) \cdot \text{tg}(\beta + \varphi) \cdot W \quad (3.3)$$

где a – вылет кулачка от его опоры до приложения силы (W);

h – длина направляющей части кулачка;

$M = 0,15$ – коэффициент трения;

$\varphi = 5^\circ$ – угол трения в клиновом сопряженной паре.

$$Q = 1,05 \cdot \left(1 + \frac{3 \cdot 50 \cdot 0,15}{60}\right) \cdot \text{tg}(15^\circ + 5^\circ) \cdot 271,4 = 1303 \text{ кгс} = 130,3 \text{ Н.}$$

Действительная сила зажима

$$W_1 = Q \cdot h / g \quad (3.4)$$

$$W_1 = 1303 \cdot 60/50 = 1563,6 \text{ кг.}$$

Должно быть выполнено условие

$$W_{\text{пот}} \leq W$$

$$271,4 \text{ кг} < 1563,6 \text{ кг}$$

Условие выполняется, значит зажим детали в патроне будет надежным.

3.1.4 Компоновка патрона

Рассмотрим компоновку патрона в соответствии с рисунком 3.4.

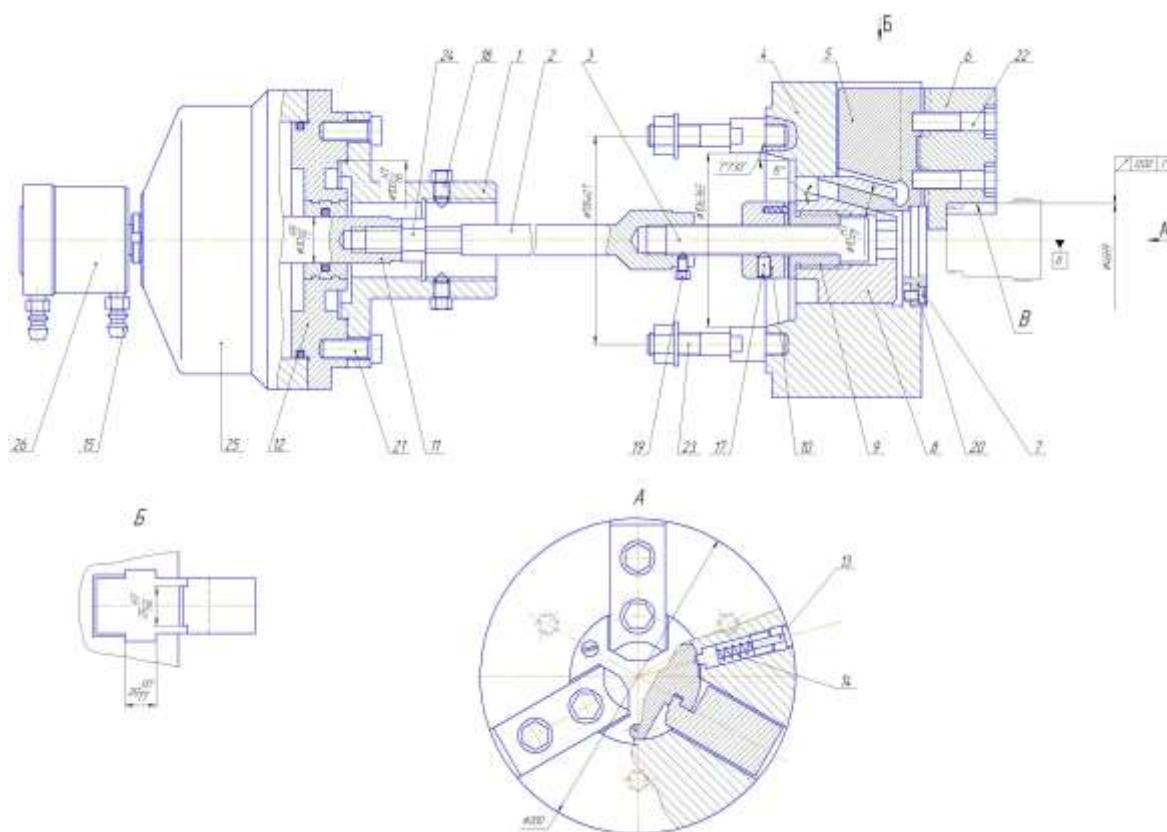


Рисунок 3.4 – Сборочный чертеж пневматического трехкулачкового патрона

В пазах корпуса позиции 4 установлены три кулачка позиции 5, к которому винтами позиции 22 прикреплены сменные рабочие кулачки позиции 6. Обрабатываемая деталь наружным диаметром $\varnothing 46$ устанавливается в расточку кулачков, а торец детали упирается в торец этой расточки.

В центре корпуса 4 помещена клиновидная втулка позиции 8. Во втулке имеются три паза с углом наклона $\alpha = 15^\circ$, в которые входят наклонные выступы кулачков позиции 5, образуя клиновые сопряженные пары. При движении клиновидной втулки позиции 8 влево кулачки позиции 5 перемещаются к центру патрона – деталь зажимается.

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

15.03.05.2020.184.00.000 ПЗ

Лист

48

При движении клиновой втулки позиции 8 вправо, выступы кулачков позиции 5 перемещаются вверх от центра патрона – деталь разжимается.

Для смены кулачков позиции 5 во втулке позиции 8 имеется шестигранное отверстие под торцевой ключ; при повороте втулки позиции 8 против часовой стрелки на угол 15° кулачки позиции 5 выходят из пазов и вынимаются. Шайба позиции 7 предохраняет внутреннюю полость патрона от засорения стружкой в процессе работы.

Фиксатор позиции 13 с пружиной позиции 14 и гайкой служит для предотвращения самопроизвольного поворота клиновой втулки позиции 8 в процессе работы патрона и вылета кулачков. Клиновая втулка снабжена продольным пазом для фиксатора.

Патрон на шпинделе станка закрепляется с помощью 4-х штырей позиции 23 с гайками. Базируется патрон на шпинделе с помощью конусной расточки. Вращающийся пневмацилиндр позиции 25 закрепляется на шпинделе станка с помощью переходного фланца позиции 1, соединенного с пневмацилиндром болтами позиции 21. Пневмацилиндр от свинчивания от шпинделя станка при торможении фиксируется двумя винтами позиции 18. Воздух в рабочие полости пневмацилиндра подается через муфту позиции 26 по штуцерам позиции 15 от распределительного крана.

При подаче воздуха в правую полость цилиндра поршень идет влево, передает движение тяге позиции 2, винту позиции 3 и далее через резьбовую втулку позиции 9 клиновой втулке позиции 8 на зажим.

При подаче воздуха в правую полость цилиндра, поршень идет вправо, толкает тягу позиции 2, винт позиции 3 и через регулировочную гайку позиции 10 передает движение клиновой втулке на разжим.

3.1.5 Расчет приспособления на точность

Погрешность установки детали в приспособлении определяется по формуле

$$\delta_{\text{устан}} = \sqrt{\delta_6^2 + \delta_3^2} + \delta_{\text{пр}} \text{ мм} \quad (3.5)$$

где δ_6 – погрешность базирования. В нашем случае погрешность базирования $\delta_6 = 0$, так как конструкторская база (ось детали) и торец детали совпадает с технологической базой и является установочной базой.

δ_3 – погрешность закрепления, которая возникает вследствие деформации отдельных элементов приспособления которыми передаются сила зажима. В нашем случае деталь закрепляется достаточно в жестком приспособлении и ее можно не учитывать т.е. $\delta_3 = 0$.

$\delta_{\text{пр}}$ – погрешность приспособления. Погрешность вызывается не точность изготовления самого приспособления и износ его элементов, а так же погрешность установки самого приспособления на станках.

					15.03.05.2020.184.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		49

на плунжер. Ось в планке, поворачиваясь, разворачивает кулачок. Он двигает шпонку включения позиции 11 из центральной втулки позиции 12.

Так как центральная втулка позиции 12 неподвижна, то момент пружины действует на корпус позиции 8 и разворачивает его против часовой стрелки.

Корпус поворачивается совместно с диском и три зубчатых колеса позиции 5 перекачиваются по центральному зубчатому колесу позиции 12, происходит поворот оси с эксцентриком позиции 1, на которой находятся ролики и за счет поворота эксцентрика накатные ролики расходятся.

При накатке гребешки резьбы стираются и накатать резьбу в точные размеры не сможем, поэтому ролики поворачивают другой стороной и ставят их в головку в соответствии с маркировкой.

Основным условием при расчете резьбонакатной головки является равенство углов подъема резьбы накатываемой детали и ролика. Угол подъема резьбы определяется по формуле

$$\operatorname{tg} \tau = S / \pi \cdot d_{\text{cp}} \quad (3.7)$$

где $S = 1,5$ мм – шаг резьбы;

По ГОСТу 24705- 81 выписываем номинальные значения наружного, среднего и внутреннего диаметров на резьбу $M42 \times 1,5 - 6g$;

$$d_{\text{н}} = 42,000 \text{ мм}$$

$$d_{\text{cp}} = 41,026 \text{ мм}$$

$$d_{\text{вн}} = 40,16 \text{ мм}$$

$$\operatorname{tg} \tau = 1,5 / 3,14 \cdot 41,026 = 0,01164$$

Угол подъема резьбы $\tau = 0^{\circ}40'$.

Размеры резьбы роликов в зависимости от шага к резьбонакатной головке

$$l = 3,34 \text{ мм};$$

$$l_1 = 1 \text{ мм (ролик №3)};$$

$$f_1 = 0,433^{+0,03};$$

$$f_2 = 0,53 \text{ мм};$$

$$R = 0,21 \text{ max.}$$

Высота резьбы болта:

$$h = \frac{42 - 40,16}{2} = 0,92 \text{ мм};$$

$$f = f_1 + f_2 = 0,43 + 0,53 = 0,96 \text{ мм (с учетом допусков на резьбу)}$$

Диаметр заготовки под накатывание резьбы определяют по формуле

$$d_{\text{заг}} = \frac{1}{2} \sqrt{d^2 + d_1^2 - 0,2109 \cdot S^2}, \text{ мм} \quad (3.8)$$

					15.03.05.2020.184.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		51

$$d_{\text{заг}} = \frac{1}{2} \sqrt{42^2 + 40,16^2 - 0,2109 \cdot (1,5)^2} = 40,4 \text{ мм}$$

На детали М42×1,5-6g – размер после покрытия в Ц9. Хр. (9 – 15мкм).

Диаметр заготовки под накатывание должен быть выдержан с большой точность, чем при нарезание резьбы. Обычно допуск на диаметр заготовки принимают равным половине допуска на средний диаметр накатываемой резьбы, что соответствует классу точности 3, $\sigma = 0,084$ мм.

Покрытие 0,012 мм на сторону профиля резьбы (см. рисунок 3.6) входит в поле допуска заготовки (допуск $\sigma = 0,084$ мм), значит, перерасчет заготовки с учетом покрытия не нужен.

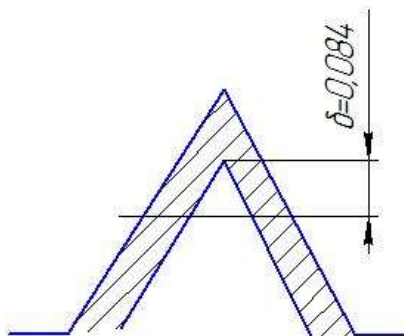


Рисунок 3.6 – Профиль резьбы

$$d_{\text{заг}} = 40,4_{-0,084} \text{ мм.}$$

Накатные ролики изготавливаются с кольцевой нарезкой резьбы, но так как резьба имеет угол подъема, то в нашей конструкции головки резьбонакатные ролики повернуты на угол подъема на угол подъема резьбы ($0^{\circ}40'$) по отношению к заготовке.

Техническая характеристика

1. Число оборотов накатных роликов $n = 575$ об/мин.
2. Угол поворота эксцентриков равен 60° (накатные ролики разворачиваются и выходят из зацепления с накатываемой деталью).

3.3 Проектирование приспособления для контроля торцевого биения

3.3.1 Разработка схемы замера

Спроектировано приспособление для контроля допуска торцевого биения торца внутренней выемки $\text{Ø}36\text{H}11$ относительно базового отверстия $\text{Ø}12\text{H}9$. Схема замера представлена в соответствии с рисунком 3.7.

Измеряемую деталь необходимо установить базовым отверстием на оправку. Путем подбора оправок, добиваясь плотного прилегания между оправкой и контролируемой деталью, базируем деталь на оправку и оправку устанавливаем в центрах.

					15.03.05.2020.184.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		52

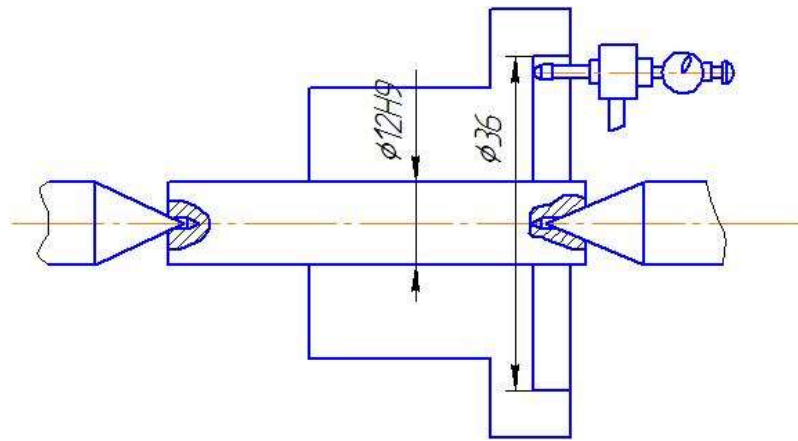


Рисунок 3.7 – Схема замера

3.3.2 Разработка схемы приспособления

В качестве разжимной оправки принимаем оправку, которая обеспечивает наибольшую точность центрирования детали по $\phi 12H9$. Схема контрольного приспособления представлена в соответствии с рисунком 3.8. В качестве центров принимаем: центр неподвижный и подвижный, который после контакта с центровым отверстием детали фиксируется стяжкой.

Для замера допуска торцевого биения принимаем индикатор ИРБ, который крепится в специальном держателе с регулировкой на штативе.

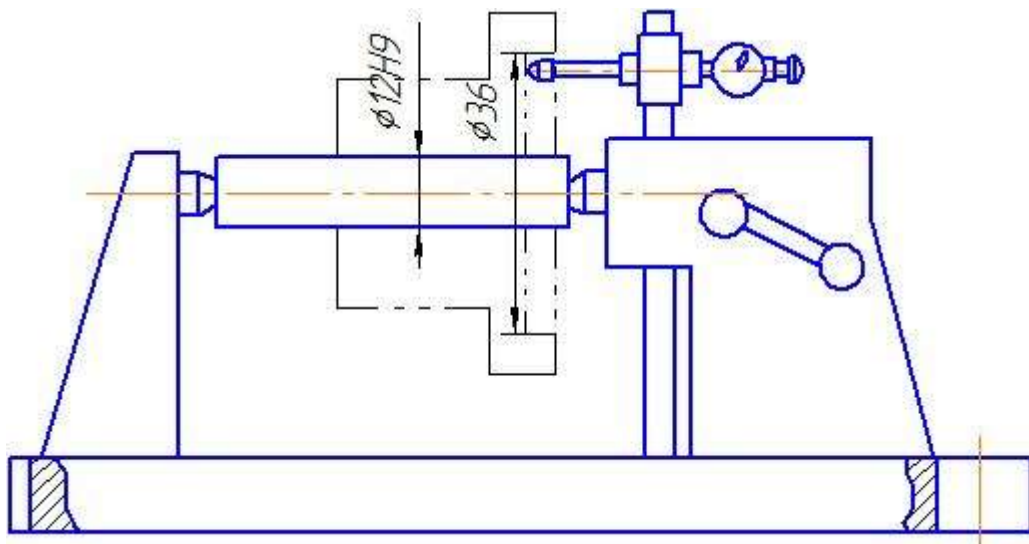


Рисунок 3.8 – Схема контрольного приспособления

3.3.3 Компоновка контрольного приспособления

Рассмотрим компоновку приспособления в соответствии с рисунком 3.9.

Измеряемую деталь внутренним отверстием $\phi 12H9$ с помощью подбора устанавливаем в оправку и оправку закрепляем в центрах.

Затем деталь устанавливается в центрах: левым центровым отверстием на неподвижный центр позиции 2, правым центровым отверстием на подвижный центр позиции 8. Перед установкой подвижный центр позиции 8 отводится в крайнее правое положение путем нажима рукой на рычаг позиции 13 вниз до упора в винт позиции 16; после плавного отпускания рычага, центр позиции 8 под действием пружины позиции 11 достаёт центр до центрового отверстия детали, затем подвижный центр фиксируется смежным винтом.

Измерительный механизм состоит из: индикатора ИРБ позиции 28 закрепленного в регулируемом держателе позиции 6. Сам держатель закреплен в подвижной штанге позиции 14, которая установлена в хомуте позиции 4, перемещается по штативу позиции 5 в вертикальном направлении. Штатив закреплен на плите приспособления позиции 17 четырьмя винтами.

Индикатор позиции 28 с помощью механизма подводится к измеряемому торцу детали с некоторым натягом примерно 0,3...0,5 мм и все подвижные соединения фиксируются винтами, затем нулевое деление шкалы индикатора совмещают со стрелкой, и оправку вместе с установленной деталью прокручивают на один оборот т.е. на 360° , при этом фиксируется отклонение стрелки индикатора, который не должен превышать 0,05 мм.

После завершения замера измерительный механизм вместе с индикатором отводится от детали и деталь снимается вместе с оправкой.

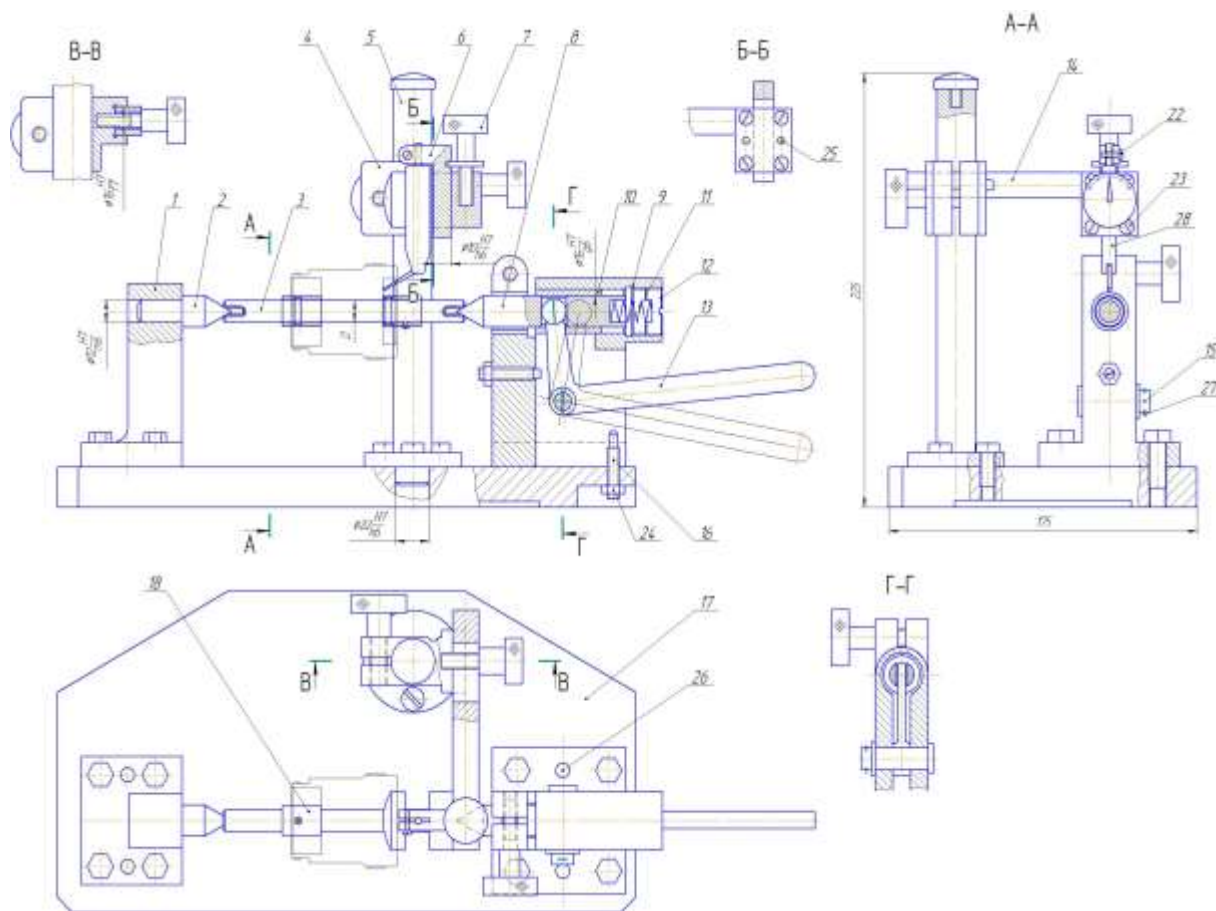


Рисунок 3.9 – Контрольное приспособление

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Цена деления индикатора – 0,01 мм. Если стрелка отклонится от «0» больше чем на 5 делений – значит, биение превышает 0,05 мм, деталь нужно обрабатывать. Если нельзя обработать торец – деталь бракованная.

3.3.4 Расчет контрольного приспособления на точность

Погрешность измерения складывается из:

1. Погрешности базирования детали на оправке $\Delta_1 = 0,008$ мм.
2. Погрешности индикатора $\Delta_2 = 0,003$ мм.

Суммарная погрешность измерения вычисляется по формуле

$$\Delta_{\text{сум}} = \sqrt{(\Delta_1)^2 + (\Delta_2)^2} = \sqrt{(0,008)^2 + (0,003)^2} = 0,009 \text{ мм} \quad (3.9)$$

Относительная погрешность измерения вычисляется по формуле

$$\Delta_{\text{отн}} = (\Delta_{\text{сум}} / \sigma) \cdot 100\% \quad (3.10)$$

где $\sigma = 0,05$ мм – допуск биения 0,05 мм

$$\Delta_{\text{отн}} = (0,009/0,05) \cdot 100\% = 18 \%$$

18% < 1/3 допуск на биение

$$\frac{1}{3} \sigma = \frac{0,016 \cdot 100\%}{0.05} = 32\%$$

$$\Delta_{\text{отн.}} < 1/3\sigma$$

$$18\% < 32\%.$$

Таким образом, заданная точность обеспечивается.

Выводы по разделу три

В данном разделе спроектированы: клиновой трехручачковый пневматический патрон, головка резбонакатная, контрольное приспособление для замера торцевого биения. Для спроектированных приспособлений разработаны теоретические схемы базирования, произведен силовой, кинематический прочностной расчет основных элементов приспособления. Описана работа данных приспособлений.

4 СТРОИТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ

4.1 Выбор и определение количества оборудования

Выполнение строительного раздела осуществляется на основе разработанного технологического процесса обработки детали «Корпус».

Для лучшего обзора и анализа, полученных в технологической части проекта результатов, а также для удобства выполнения расчетов в данном разделе составлена исходных данных в соответствии с таблицей 4.1.

Деталь представитель – Корпус.

Масса детали – 0,55кг.

Масса заготовки – 0,825кг.

Материал – Сталь 45 ГОСТ1050-88

Таблица 4.1 – Исходные данные

№ опер	Наименование операции	Модель станка	Нормы времени, мин			
			То	Тв	Тшт, мин	Тпз, мин
005	токарная с ЧПУ	1В340Ф30	2,5	1,22	4,13	20
010	токарная с ЧПУ	1В340Ф30	0,94	1,2	2,38	17
015	токарная с ЧПУ	1В340Ф30	2,13	1,81	4,4	25
020	сверлильная	2Н118	0,53	0,33	1,0	10
025	фрезерно-сверлильная с ЧПУ	400 V-E	3,96	0,64	5,3	15
030	токарная с ЧПУ	СТП220АП	3,2	3,6	7,6	30
035	сверлильная	СН-16	0,56	0,7	1,4	15
040	токарная	1К62	0,23	0,43	0,74	10

Произведем расчет количества станков на примере токарной операции.
Число станков для каждой операции определяют по формуле

$$C'_p = \frac{t_{шт}}{\tau}, \quad (4.1)$$

где $t_{шт}$ – штучное время выполнения операции, мин;

τ – такт выпуска деталей, который определяется по формуле

$$\tau = \Phi_{эф} \cdot \frac{60}{N_{пр}}, \text{ мин} \quad (4.2)$$

Принимаем режим работы в первую смену для которой рекомендуемый – эффективный годовой фонд времени работы оборудования $\Phi_{эф}=2000$ часов. По заданию программа выпуска $N = 70000$ шт.

$$\tau = 2000 \cdot \frac{60}{70000} = 1,72 \text{ мин}$$

Количество оборудования для операции 005 токарной с ЧПУ.
Подставляя полученное значение в формулу

$$C'_p = \frac{4,13}{1,72} = 2,4$$

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

$$C_p = \frac{C'_p}{K_{и}} \quad (4.3)$$

$$C_p = \frac{2,4}{0,85} = 2,83$$

Принимаем количество станков для данной операции $C_{п}=3$.
Коэффициент загрузки станков определяем по формуле

$$K_з = \frac{C_p}{C_{п}} \quad (4.4)$$

$$K_з = \frac{2,8}{3} = 0,93$$

Для остальных операций расчет количества оборудования приведен в таблице 4.2.

Таблица 4.2 – Расчет количества потребного оборудования

№ опер	Тип и модель станка	C'_p ч шт	$C_{п}$ шт	$K_з$
005	токарный с ЧПУ 1В340Ф30	2,8	3	0,93
010	токарный с ЧПУ 1В340Ф30	0,96	1	0,96
015	токарный с ЧПУ 1В340Ф30	1,56	2	0,78
020	вертикально- сверлильный 2Н118	0,68	1	0,68
025	фрезерно-сверлильный с ЧПУ 400 V-E	2,62	3	0,87
030	токарный с ЧПУ СТП220АП	3,9	4	0,98
035	вертикально- сверлильный СН-16	0,97	1	0,97
040	токарный 1К62	0,61	1	0,61

Итого: \sum Срасч = 15,1 \sum Спр = 16

Средний коэффициент загрузки станков проектируемого участка определяется по формуле

$$K_3 = \frac{\sum C_p}{\sum C_{\Pi}} \quad (4.5)$$
$$K_3 = \frac{15,1}{16} = 0,94$$

4.2 Определение необходимого состава работающих и их численности

4.2.1 Определение количества производственных рабочих

Число производственных рабочих-станочников определяют для каждой операции в отдельности по количеству принятых станков и коэффициентов многостаночного обслуживания по формуле:

$$R_{CT} = \frac{C_{\Pi}}{K_{MO}} \cdot m_c \cdot (1 + K_s), \text{ чел} \quad (4.6)$$

где m_c – число смен, $m_c = 1$;

K_{MO} – коэффициент многостаночного обслуживания

K_s – коэффициент, учитывающий среднее число рабочих-станочников, находящихся в отпусках, не работающих вследствие временной нетрудоспособности и др., $K_s = (0,12 \dots 0,20)$.

Принимаем $K_s = 0,15$.

Значение коэффициента многостаночного обслуживания определяем по формуле

$$K_{MO} = \frac{T_{MA} + T_{BH}}{T_{BH} + T_{BP} + T_{\Pi}} \quad (4.7)$$

где T_{MA} – машинное автоматическое время;

T_{BH} – вспомогательное время, не перекрываемое машинным временем;

T_{Π} – время на переход от одного станка к другому.

Принимаем $T_{\Pi} = 0,2$ мин.

Количество производственных рабочих-станочников для операции 005

$$K_{MO} = \frac{1,3 + 1,2}{1,2 + 1 + 0,2} = 1,04$$

Принимаем $K_{MO} = 1$.

					15.03.05.2020.184.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		58

$$R_{CT} = \frac{3}{1} \cdot 1 \cdot (1 + 0,15) = 3,45 \text{ чел}$$

Принимаем $R_{CT} = 4$.

Количество производственных рабочих-станочников для операции 010

$$K_{MO} = \frac{0,71 + 0,23}{0,23 + 1 + 0,2} = 0,66$$

Принимаем $K_{MO} = 1$.

$$R_{CT} = \frac{1}{1} \cdot 1 \cdot (1 + 0,15) = 1,15 \text{ чел}$$

Принимаем $R_{CT} = 1$.

Количество производственных рабочих-станочников для операции 015

$$K_{MO} = \frac{1,72 + 0,41}{0,41 + 1 + 0,2} = 1,32$$

Принимаем $K_{MO} = 1$.

$$R_{CT} = \frac{2}{1} \cdot 1 \cdot (1 + 0,15) = 2,3 \text{ чел}$$

Принимаем $R_{CT} = 2$.

Количество производственных рабочих-станочников для операции 020

$$K_{MO} = \frac{0,41 + 0,12}{0,12 + 1 + 0,2} = 0,39$$

Принимаем $K_{MO} = 1$.

$$R_{CT} = \frac{1}{1} \cdot 1 \cdot (1 + 0,15) = 1,15 \text{ чел}$$

Принимаем $R_{CT} = 1$.

Количество производственных рабочих-станочников для операции 025

$$K_{MO} = \frac{3,6 + 0,36}{0,36 + 1 + 0,2} = 2,53$$

Принимаем $K_{MO} = 2$.

$$R_{CT} = \frac{3}{2} \cdot 1 \cdot (1 + 0,15) = 1,73 \text{ чел}$$

Принимаем $R_{CT} = 2$.

					15.03.05.2020.184.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		59

Количество производственных рабочих-станочников для операции 030

$$K_{\text{мо}} = \frac{2,96 + 0,24}{0,24 + 1 + 0,2} = 2,22$$

Принимаем $K_{\text{мо}}=2$.

$$R_{\text{ст}} = \frac{4}{2} \cdot 1 \cdot (1 + 0,15) = 2,3 \text{ чел}$$

Принимаем $R_{\text{ст}} = 2$.

Количество производственных рабочих-станочников для операции 035

$$K_{\text{мо}} = \frac{0,32 + 0,24}{0,24 + 1 + 0,2} = 0,38$$

Принимаем $K_{\text{мо}}=1$.

$$R_{\text{ст}} = \frac{1}{1} \cdot 1 \cdot (1 + 0,15) = 1,15 \text{ чел}$$

Принимаем $R_{\text{ст}} = 1$.

Количество производственных рабочих-станочников для операции 040

$$K_{\text{мо}} = \frac{0,14 + 0,09}{0,09 + 1 + 0,2} = 0,18$$

Принимаем $K_{\text{мо}}=1$.

$$R_{\text{ст}} = \frac{1}{1} \cdot 1 \cdot (1 + 0,15) = 1,15 \text{ чел}$$

Принимаем $R_{\text{ст}} = 1$.

Итого количество рабочих составило 14 человек.

4.2.2 Многостаночное обслуживание

Величину коэффициента многостаночного обслуживания на операцию 025 определим путем построения циклограммы многостаночной работы.

На циклограмме в соответствии с рисунком 4.1 изображается время работы станка и рабочего, что дает представление о том, каким образом один рабочий может обслужит несколько станков, а также о полноте использования рабочего времени в пределах расчетного цикла. Под циклом многостаночной работы понимается период времени, в течении которого регулярно выполняются одни и те же повторяющиеся работы на всех обслуживаемых рабочим станках. Длительность цикла складывается из машинно-автоматического времени и вспомогательного неперекрываемого времени.

					15.03.05.2020.184.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		60

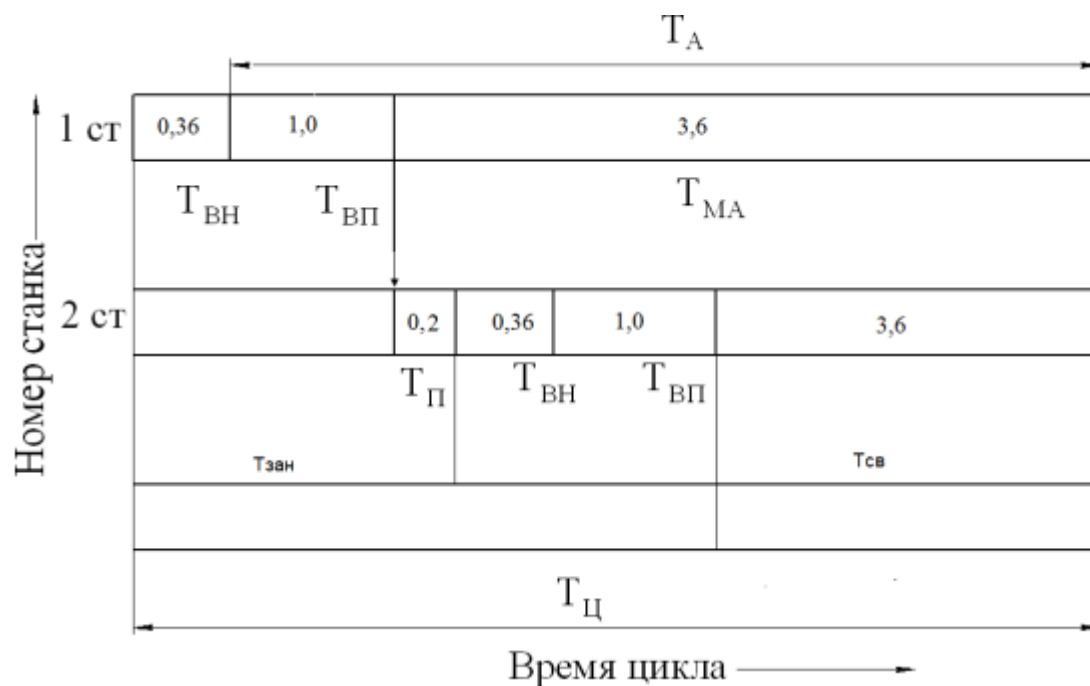


Рисунок 4.1 – Циклограмма многостаночного обслуживания станков-дублеров

4.2.3 Определение количества вспомогательных рабочих

Численность вспомогательных рабочих при укрупненном проектировании определяют общим числом в зависимости от числа производственных рабочих. При детальном проектировании вспомогательных служб число вспомогательных рабочих определяют либо по нормам обслуживания, либо в зависимости от трудоемкости выполняемого объема работ.

$$R_{вс} = R_{ст} \cdot 22\% \quad (4.8)$$

$$R_{вс} = 14 \cdot 0,22 = 3,08 = 3 \text{ чел}$$

При распределении общей численности вспомогательных рабочих по сменам можно принимать, что в первую смену работают в цехах единичного и мелкосерийного производства 65%, среднесерийного 60%, крупносерийного и массового 55% вспомогательных рабочих.

4.2.4 Определение количества инженерно-технических работников

При укрупненном проектировании численность инженерно-технических работников (ИТР) механических цехов определяют по нормам в зависимости от числа основных станков цеха, а ИТР сборочных цехов в зависимости от числа производственных рабочих.

$$R_{итр} = C_{п} \cdot 21\% \quad (4.9)$$

$$R_{итр} = 16 \cdot 0,21 = 3,36 \text{ чел} = 4 \text{ чел}$$

4.2.5 Определение количества служащих

Число служащих механических сборочных цехов определяют по нормам в зависимости от числа производственных рабочих. Для механических цехов единичного и мелкосерийного производства число служащих составляет 1,2...2,2%, среднесерийного производства 0,9...1,9%, крупносерийного производства 0,6...1,6%, массового производства 0,1...1,4%.

$$R_{сл} = R_{ст} \cdot 1,5\% \quad (4.10)$$

$$R_{сл} = 14 \cdot 1,5\% = 0,21 = 1 \text{ чел}$$

4.2.6 Определение количества работников технического контроля

Расчет потребного количества работников технического контроля определяют по нормам в зависимости от числа производственных рабочих. Для механических цехов единичного и мелкосерийного производства число служащих составляет 5%, где количество контролеров дано с учетом применения активного контроля на шлифовальных станках. Эти нормы следует увеличивать на 50...60 % для участков и отделений отделочной механической обработки и сборки прецизионных изделий. При расстановке работников ОТК допускается предусматривать обслуживание одним контрольным мастером двух или нескольких цехов.

$$R_{к} = R_{ст} \cdot 5\% \quad (4.11)$$

$$R_{к} = 14 \cdot 5\% = 0,7 = 1 \text{ чел}$$

4.3 Определение площади складов

Площадь цехового склада материалов и заготовок или дооперационного задела определяется по формуле

$$F_{сз} = \frac{Q_{чеп} \cdot t}{260 \cdot q \cdot K_{и}}, \text{ м}^2 \quad (4.12)$$

где $F_{сз}$ – площадь цехового склада материалов и заготовок, м^2 ;

$Q_{чеп}$ – масса заготовок годового объема выпуска, т, $Q_{чеп} = 57,5$;

q – средняя допустимая нагрузка на 1 квадратный метр, $\text{т}/\text{м}^2$, $q = 15$;

					15.03.05.2020.184.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		62

t – среднее количество рабочих дней, в течении которых заготовки хранятся на складе до поступления на обработку, $t = 5$;

$K_{и}$ – коэффициент использования площади складирования, $K_{и} = 0,6$.

При укрупненном расчете площадь склада принимается в процентном отношении от площади цеха (участка)

$$F_{сз} = (10...15\%) \cdot S, \text{ м}^2 \quad (4.13)$$

$$F_{сз} = \frac{57,5 \cdot 5}{260 \cdot 15 \cdot 0,3} = 0,24 \text{ м}^2.$$

Принимаем площадь по укрупненному расчету $F_{сз} = 0,8 \text{ м}^2$.

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

Потребная площадь для промежуточного склада деталей рассчитывается по формуле

$$F_{сд} = \frac{Q \cdot t_1}{260 \cdot q_1 \cdot K_{и}}, \text{ м}^2 \quad (4.14)$$

где Q – масса деталей годового объёма выпуска, подлежащих хранению, $38,5\text{т}$;

t_1 – число рабочих дней запаса, $t_1 = 0,5$;

q_1 – средняя допустимая нагрузка на 1м^2 , $q_1 = 10...40 \text{ кН/м}^2$;

$K_{и}$ – коэффициент использования площади, $K_{и} = 0,25...0,3$.

$$F_{сд} = \frac{38,5 \cdot 0,5}{260 \cdot 10 \cdot 0,25} = 0,029 \text{ м}^2$$

Расчет площади для готовой детали определяем укрупнено

$$F_{сз} = 10\% \cdot S_y \quad (4.15)$$

4.4 Расчёт потребного количества подъёмно – транспортного оборудования

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

Потребное количество мостовых кранов K , шт, вычисляется по формуле

$$K = \frac{D \cdot i}{\Phi \cdot m} \cdot \frac{\frac{l_{ср}}{V_{ср}} + t_3 + t_p}{\Phi_{и} \cdot K_{и}}, \quad (4.16)$$

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

$$D = \frac{N \cdot G_1}{G_k} \quad (4.17)$$

где $G_1 = 0,55$ – вес одной детали, кг;

$G_k = 200$ – вес контейнера с деталями, кг;

$m = 1$ – количество рабочих смен в сутки;

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

i – количество крановых операций на один перевезенный груз;

$l_{cp} = 36$ м – средняя длина пути на одну крановую операцию,

$V_{cp} = 0,6$ км/ч = 10м/мин – средняя скорость движения крана, км/ч;

$t_z, t_p = 6$ мин. время на одну загрузку и одну разгрузку, мин.;

$\Phi_n = 480$ мин. номинальный фонд работы крана, мин.;

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

$$D = \frac{70000 \cdot 0,55}{200} = 192,5.$$

$$K = \frac{192,5 \cdot 10 \cdot \frac{36}{10} + 6 + 6}{240 \cdot 1 \cdot 480 \cdot 0,85} = 0,31$$

Таким, образом принимается 1 однобалочный мостовой кран (см. рисунок 4.2) грузоподъемностью 5 т, использующийся для монтажа и демонтажа оборудования.

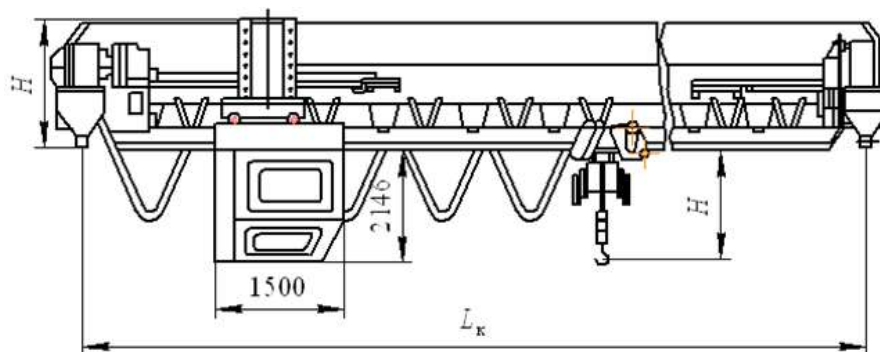


Рисунок 4.2 – Кран однобалочный трубчатым мостом и кабиной управления

4.5 Выбор способа транспортирования стружки

Систему транспортирования стружки выбираем в зависимости от количества стружки, приходящейся на 1 м^2 по формуле

					15.03.05.2020.184.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		64

$$C = \frac{Q_{ст}}{F_{уч}}, \quad (4.18)$$

где Q_c – годовой вес стружки.

Определяем по формуле

$$Q_c = Q_{чер} - Q_{с, Т} \quad (4.19)$$

$$Q_c = 58,5 - 38,5 = 20 \text{ т}$$

Площадь участка определяем по формуле

$$F = n_1 \cdot q_1 + n_2 \cdot q_2 + n_3 \cdot q_3, \text{ м}^2 \quad (4.20)$$

где n_1, n_2, n_3 – количество станков, соответственно мелких, средних и крупных;

q_1, q_2, q_3 – удельная площадь, приходящаяся соответственно на один мелкий, средний и крупный станок.

$$F = 2 \cdot 20 + 8 \cdot 40 + 6 \cdot 50 = 660, \text{ м}^2$$

$$C = \frac{20}{660} = 0,031$$

Принимаем механизированную систему транспортирование стружки с использованием ручного труда, средств малой механизации. На участке предусматривается тара для сбора стружки.

В результате механической обработки детали на участке площадью 660 м² образуются 20 т стружки в год или 2,28 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].

4.6 Планировка участка, определение его основных размеров

Планировка производственного участка будет выполняться в масштабе 1:100.

Построение планировки осуществлено в соответствии с [13].

При планировке оборудования учитывают основные факторы: хорошее освещение, циркуляция воздуха. На участке расположены мостовой кран, кафедра мастера, питьевая и техническая вода.

При составлении планировки оборудование располагалось по ходу производственного процесса по замкнутому маршруту в 2 ряда. На участке расположен 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.

Норма расстояний приведены в таблице 4.3.

Таблица 4.3 – Нормы расстояний

Транспортное устройство	Схемы поточных линий
Рольганг или напольный конвейер	
Подвесной цепной конвейер	

Фактическая площадь определяется по формуле

$$F=L \cdot l, \text{ м}^2 \quad (4.21)$$

$$F= 36 \cdot 24 = 864\text{м}^2$$

После расстановки оборудования получили фактическую площадь: длина участка $L = 48$ м, ширина участка $l = 24$ м.

Планировка производственного участка для обработки детали «Корпус» показана в соответствии с рисунком 4.3.

4.7 Выбор типа, формы и определение размеров здания

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Основными параметрами здания являются:

- ширина пролета L – расстояние между продольными осями колонн;
- 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

$$H_1 = k + z + e + f + c, \quad (4.22)$$

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 4.5.

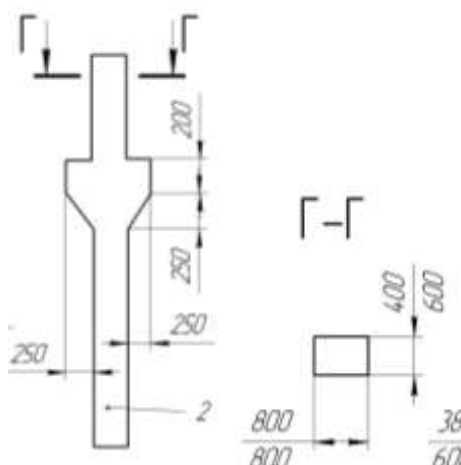


Рисунок 4.5 – Колонны для зданий

К несущей конструкции одноэтажных промышленных зданий относятся фермы, которые изготавливаются сборными, железобетонными или стальными. Габаритные размеры железобетонных ферм приведены на рисунке 4.6.

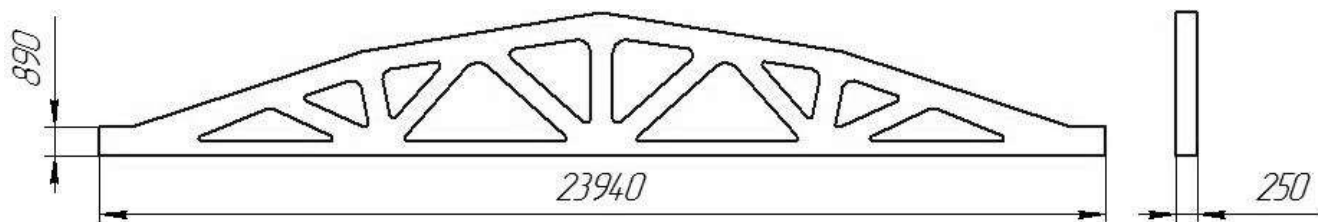


Рисунок 4.6 – Габаритные размеры железобетонных ферм

Полы в соответствии с рисунком 4.7 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.

Фундаменты под колонны зданий представляют собой отдельно стоящие железобетонные конструкции, приведенные на рисунке 4.8, на которые устанавливаются железобетонные фундаментные балки под стены. Верхняя плоскость фундамента располагается на 150 мм ниже уровня пола, отметка подошвы фундамента –1,95 м.

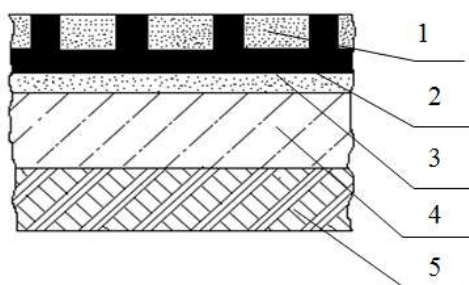


Рисунок 4.7 – Схема конструкции пола

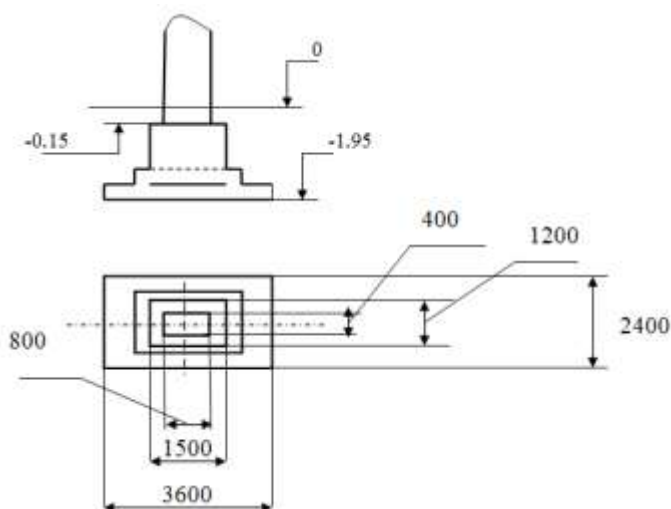


Рисунок 4.8 – Фундамент под колонны серии КЭ-01-49

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Кровля в соответствии с рисунком 4.9 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 гидроизоляции 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.

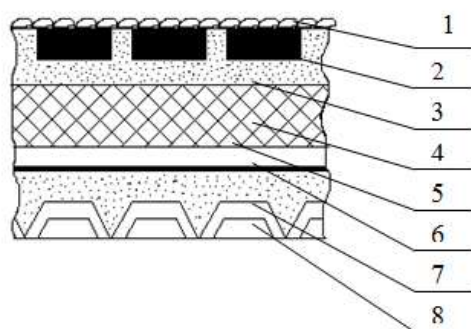


Рисунок 4.9 – Схема конструкции кровли

Выводы по разделу четыре

В строительном разделе спроектирован участок размерами 24 х 36 м, с высотой пролета 12,6 м. Оборудование в количестве 16шт расположено по ходу техпроцесса. В результате расчетов количества рабочих и их состава получили: 14 станочников, 2 вспомогательных рабочих, 4 инженерно-технических работника, 1 служащего и 1 работника службы технического контроля. В качестве транспортных средств, выгрузки машин, коробок, монтажа оборудования в цехе предусмотрен мостовой кран грузоподъемностью 5т. Произведены расчеты площадей склада деталей и заготовок. Принята механизированная уборка стружки. Произведен расчет площади участка, а также выбор типов, формы здания. Рассмотрена конструкция полов и кровли.

5 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

5.1 Идентификация опасных и вредных производственных факторов на проектируемом участке

Спроектированный автоматизированный участок, планировка оборудования на участке, производственное здание цеха, должны удовлетворять основным нормам безопасной организации труда, такие как организационно-технические, санитарно-гигиенические, социально-экономические. Для успешного решения вопросов охраны труда необходимо выполнение следующих мероприятий:

- соблюдение санитарных норм;
- защита от механического травмирования;
- электробезопасность участка;
- пожаробезопасность участка.

Производственная санитария проектируемого участка является важнейшим мероприятием снижения вредных факторов воздействующих на человека. Такими факторами на участке являются:

- шумы механического происхождения;
- производственная вибрация

Одним из необходимым условием здорового и высокопроизводительного труда является обеспечение санитарных норм воздушной среды в рабочей зоне помещений, а также отопление производственного участка в холодное время года.

Для данного производственного участка предусматривается естественная вентиляция, которая может быть организованная и неорганизованная. Неорганизованная вентиляция – поступление чистого воздуха а также удаление загрязненного происходит через неплотности, окна, форточки, специальные проемы здания участка. Организованная естественная вентиляция осуществляется аэрацией.

Цель отопления участка – поддержание в нем заданной температуры воздуха при использовании системы водяного отопления, как наиболее эффективной в санитарно-гигиеническом отношении. Применяется система с нагревом воды до 100° С. В качестве побудителей движения воды используют водяные насосы. Вода в систему отопления подается либо от собственной котельной предприятия либо от городской котельной.

Правильно спроектированное и выполненное освещение на участке обеспечит возможность нормальной производственной деятельности. Сохранность зрения человека, состояние его центральной нервной системы и безопасность на участке в значительной мере зависят от условий освещения. При освещении производственного участка необходимо использовать совмещенное освещение, при котором естественное освещение дополняется искусственным. Естественное освещение применяется верхнее, осуществляемое через аэрационные фонари и проемы в перекрытиях. Искусственное освещение

					15.03.05.2020.184.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		71

рекомендуется применять комбинированным, когда к общему освещению добавляется местное, концентрирующее световой поток непосредственно на рабочих местах. По функциональному назначению искусственное освещение, применяемое на участке должно быть рабочее, аварийное, эвакуационное

Рабочее освещение обязательно на всем участке для обеспечения нормальной работы, прохода людей и движения транспорта. Нормы рабочего освещения должны соответствовать общим нормативам искусственного освещения СНиП II-32-80 (Естественное и искусственное освещение).

Аварийное освещение устраивают для продолжения работы в тех случаях, когда внезапное отключение рабочего освещения (при аварии) и связанного с этим нарушение нормального обслуживания оборудования могут вызвать на участке пожар и длительное нарушение технологического обслуживания при аварийном режиме, должна составлять 5% освещенности, нормируемой для рабочего освещения при системе комбинированного освещения.

Эвакуационное освещение следует предусмотреть для эвакуации людей из помещения участка при аварийном отключении рабочего освещения в местах опасных для прохода людей. Эвакуационное освещение должно обеспечивать освещенность 0,5 лк. Для аварийного и эвакуационного освещения следует применять только лампы накаливания и люминесцентные.

5.2 Меры по снижению или устранению воздействия опасных и вредных производственных факторов

Факторы вызывающие шумы механического происхождения, следующие: инерционные возмущающие силы, возникающие из-за движения деталей механизма с переменными ускорениями, а также источниками шума, происхождение которого несвязанно непосредственно с технологическими операциями, выполняемые металлорежущим оборудованием, являются прежде всего подшипники качения и зубчатые передачи. Для уменьшения механического шума необходимо своевременно производить ремонт оборудования, применять принудительное смазывание трущихся поверхностей.

Для гашения общей вибрации используют установку металлорежущего оборудования на фундамент. Массу фундамента подбирают таким образом чтобы амплитуда колебаний подошвы фундамента не превышало 0,1-0,2 мм. Для гашения вибрации вызываемую перемещением вагонетки с деталями по рельсам используют виброгасящие материалы, которые укладывают под рельсы, например резиновые прокладки или прокладки из войлока.

Также необходимо выполнять организационные мероприятия:

- контроль за монтажом оборудования;
- своевременное и качественное выполнение планово-предупредительных ремонтов и технического обслуживания;
- выполнение правил эксплуатации машин.

					15.03.05.2020.184.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		72

Для защиты от механического травмирования на участке применяются предохранительные защитные средства и оградительные устройства. Предохранительные защитные средства предназначены для автоматического отключения металлорежущего оборудования, автоматизированных систем (система загрузки деталей на проектируемом участке), агрегатов при отключении какого либо параметра, характеризующего режим работы оборудования, за пределы допустимых значений. Таким образом, при аварийных режимах (увеличении давления, температуры, крутящих моментов, рабочих скоростей, силы тока) исключается возможность взрывов, поломок, воспламенений. Оградительные устройства необходимы для предотвращения попадания человека в опасные зоны участка, такие как зона перемещения вагонетки с деталями и заготовками. Применение полного стационарного ограждения для распределительных устройств электрооборудования участка работающего под высоким давлением.

Для повышения электробезопасности участка необходимо применение систем защитного отключения, защитного заземления, применение изолирующих средств для токоведущих частей оборудования, знаков безопасности, предупредительных плакатов и надписей.

Все работы по ремонту, техническому обслуживанию, регулировки, настройки оборудования, а также его очистки должны производиться при отключенном электропитании и для этого должно выделяться специальное время.

Класс пожарной опасности участка соответствует классу (Е) – пожары связанные с горением электроустановок. Категория помещения участка соответствует категории (Д) – это производства, в которых обрабатываются негорючие материалы в холодном состоянии. Исходя из этих данных участок необходимо оснастить передвижными и ручными огнетушителями, а также пожарными щитами (ЩП-Е). Для данных условий необходимо применять порошковые, углекислотные, хладоновые огнетушители. Применение автоматических средств обнаружения пожаров является одним из основных условий обеспечения пожарной безопасности на участке так как позволяет оповестить дежурный персонал о пожаре и месте его возникновения. Такими средствами являются извещатели комбинированного типа реагирующие на тепло.

5.3 Расчет общего искусственного освещения рабочих мест в производственном помещении

Участок имеет размеры 24 x 36 x 12,6м, при этом оборудование подключено к сети с напряжением питания 380В, напряжение линии освещения 220В.

Освещение на участке размещения испытательной машины будет комбинированным (естественное в сочетании с искусственным). Естественное освещение будет боковым. Боковое освещение помещения осуществляется через оконные проемы в наружной стене. Основной величиной для расчета и

					15.03.05.2020.184.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		73

нормирования естественного освещения принята относительная величина – коэффициент естественной освещенности (КЕО) e . При боковом освещении нормируется минимальное значение КЕО e_{min} . При одностороннем – в точке, расположенной на расстоянии 1 м от стены, наиболее удаленной от световых проемов. $e_{min} = 1,5 \%$.

Искусственное освещение будет общим, т.е. осуществляемое равномерным распределением светильников в помещении без учета расположения рабочих мест и оборудования. Искусственная освещенность нормируется величиной минимальной освещенности в зависимости от характера зрительной работы, размера объекта различения, разряда и подразряда зрительной работы контраста объекта различения с фоном и характеристики фона.

По нормам СНиП разрабатываемый участок находится в III поясе светового климата РФ (Челябинская область). Характеристика зрительной работы: общее постоянное наблюдение за ходом производственного процесса, разряд зрительной работы VIII, подразряд зрительной работы – а, освещенность при системе общего освещения 200 лк.

Для освещения участка будут использоваться люминесцентные лампы установленные в открытые светильники типа ОД. Выбор люминесцентных ламп обоснован их большей, по сравнению с лампами накаливания, световой отдачей (50 – 200 лм/Вт) и большим сроком службы (до 8000 – 14000 ч).

При расчете общего освещения с учетом света, отраженного потолком и стенами, применим метод светового потока. Основное уравнение метода (при расчете минимальной освещенности E_{min}):

$$E_{min} = \frac{\Phi \cdot N \cdot U}{100 \cdot S \cdot z \cdot k} \quad (5.1)$$

где Φ – световой поток каждой из ламп, лм

$k = 1,5$ – коэффициент запаса, учитывающий старение ламп, запыление и загрязнение светильников; его значение выбирается в зависимости от количества выделяемой в помещении пыли;

S – площадь помещения, $S = 24 \cdot 36 = 864 \text{ м}^2$;

$z = 1,1$ – коэффициент неравномерности освещенности, для люминесцентных ламп;

N – число ламп общего освещения в помещении:

$$N = \frac{S}{L^2} \quad (5.2)$$

L – расстояние между центрами светильников, м.

Обеспечение равномерного распределения освещенности достигается в том случае, если отношение L/N_r расстояния между центрами светильников L к

высоте их подвеса над рабочей поверхностью H_p составляет для светильников преимущественно рассеянного и отраженного света $ОД = 1,4$.

Определим высоту подвеса светильников над рабочей поверхностью по формуле:

$$H_p = H - (h_c + h_r), \text{ м} \quad (5.3)$$

где H – высота помещения, $H = 3\text{ м}$;

h_c – величина свеса светильников, $h_c = 0,2\text{ м}$;

h_r – высота рабочей поверхности, $h_r = 1\text{ м}$.

$$H_p = 3 - (0,2 + 1) = 1,8\text{ м}$$

$$L = 1,4 \cdot 1,8 = 2,52\text{ м.}$$

Принимаем $L = 2,5\text{ м}$;

$$N = \frac{864}{6,25} = 138\text{ шт.}$$

Принимаем общее число ламп $N = 138\text{ шт.}$

U – коэффициент использования светового потока ламп, % [], т. е. отношение светового потока, падающего на расчетную поверхность к суммарному потоку всех ламп. Зависит от типа светильника, коэффициентов отражения потолка $R_{\Pi} = 70$; стен $R_C = 50$ и индекса I формы помещения.

Индекс формы помещения определяется по формуле

$$I = \frac{a \cdot b}{H_p(a + 10)b}, \quad (5.4)$$

где a и b – длина и ширина помещения, м.

$$I = \frac{24 \cdot 36}{1,8(24 + 36)} = 8,$$

Следовательно коэффициент использования светового потока ламп $U = 64$.
Из формулы (5.1) находим световой поток:

$$\Phi = \frac{100 \cdot E_{\text{min}} \cdot S \cdot k \cdot z}{N \cdot U}, \text{ ЛМ} \quad (5.5)$$

$$\Phi = \frac{100 \cdot 200 \cdot 864 \cdot 1,5 \cdot 1,1}{138 \cdot 64} = 3228_{\text{ЛМ}}$$

Принимаем люминесцентную лампу ЛБ-80, как наиболее подходящую по световому потоку.

Расположение светильников на участке показано на рисунке 5.1.

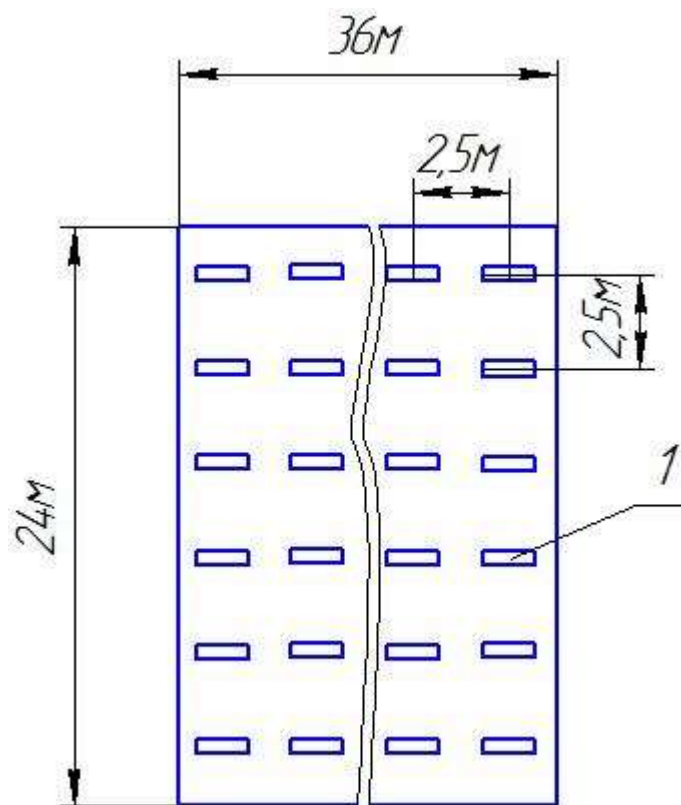


Рисунок 5.1 – Расположение светильников на участке
1 – светильники (138шт)

Для соблюдения норм искусственной освещённости проводится регулярная очистка светильников от загрязнений, своевременная замена перегоревших ламп, систематический ремонт элементов светотехнической и электрической частей осветительной установки.

5.4 Обеспечение безопасности при чрезвычайных ситуациях

На предприятии, где будет эксплуатироваться проектируемый комплекс, существует возможность возникновения следующих чрезвычайных ситуаций: взрыв; пожар; проявление случаев терроризма, диверсии; стихийные бедствия, такие как наводнение, ураган; а также существует угроза химической, бактериологической, ядерной атаки и прочее. Вследствие того, что происходит использование различных легко воспламеняющихся и взрывоопасных наиболее вероятная чрезвычайная ситуация, которая может произойти при работе – это возникновение пожара и взрыва.

Цех выполнен из металлоконструкций, которые скреплены между собой болтовыми соединениями, наружные стены обшиты утепленным профильным лис-

том, крыша в свою очередь обшита листом толщиной 4 мм. Он условно разбито на 4 «пролета». В первом находятся бункеры с сырьем. Во втором «пролете» происходит подача сырья на ленточный конвейер. В следующем «пролете» происходит процесс измельчения на мельницы. В четвертом «пролете» происходит процесс сепарации. Все эти «пролеты» частично разделены металлическими перегородками, которые в случае опасной ситуации, в частности: взрыв, помешают дальнейшему разрушению оборудования и распространению пожара.

В цехе протянута сеть трубопроводов: кислород, отопление, сжатый воздух, природный газ и другое. Сеть трубопроводов является источником повышенной опасности, так как вследствие тяжелых условий эксплуатации {повышенные и высокие значения температуры, давления, во многих случаях высокая коррозионная активность сред, транспортируемых по трубопроводам) происходит разрушение материала труб и разгерметизация фланцевых соединений, а из-за большой протяженности и разветвленности сети контроль за ее состоянием затруднен.

Согласно нормам все технологические трубопроводы в зависимости от химического состава передаваемой по ним среды подразделяются на три группы (А, Б, В). Внутри каждой группы в зависимости от рабочего давления и температуры трубопроводы делятся на пять категорий (I–V). Нас интересует трубопровод горючие газы «природный газ», так как он является наиболее взрывоопасным и относится к комплексу термической резки. Такие трубопроводы окрашивают в желтого цвета.

Прокладку трубопроводов в основном выполняют надземным способом - на эстакадах, стойках, по колоннам и по стенам зданий, что позволяем обеспечивать возможность постоянного наблюдения за состоянием трубопроводов, облегчается их монтаж и ремонт. При надземной прокладке трубопроводов в зависимости от их характеристик и условий эксплуатации применяют следующие опоры; неподвижные, обеспечивающие закрепление трубопровода в заданной (мертвой) точке; подвижные (скользящие, катковые), дающие возможность трубопроводу свободно перемещаться при тепловых деформациях.

Внутрицеховые трубопроводы взрыво- и пожароопасных производств должны быть заземлены с целью отвода зарядов статистического электричества и вторичных проявлений молний. В целях выравнивания электростатических потенциалов и предотвращения искрения трубопроводы, проложенные в помещениях категорий А и Б, параллельно на расстоянии до 100 мм один от другого, должны соединяться металлическими перемычками через каждые 20–25 м.

Не разрешается прокладка технологических трубопроводов через бытовые, подсобные, складские помещения, вентиляционные камеры, помещения КИП и др.

Взрыв – чрезвычайно быстрая химическая реакция, сопровождающаяся выделением энергии и образованием сжатых газов (ударной волны), способных поражать людей на расстоянии.

					15.03.05.2020.184.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		77

Характерной особенностью взрыва является его быстротечность. Время взрыва исчисляется тысячными долями секунды. Скорость разложения ВВ при взрыве (детонации) составляет 1000–9000 м/с. Температура достигает десятков тысяч градусов по Цельсию. Взрывные газы сохраняют свое разрушительное воздействие на определенном расстоянии.

Последствия взрывов зависят от мощности взрывного устройства и среды, в которой происходит взрыв.

Взрывы газа.

Основной причиной таких взрывов является нарушение требований безопасности при эксплуатации газовых приборов.

При эксплуатации газовых приборов необходимо:

– пройти обучение и инструктаж по технике безопасности, получить документ на право эксплуатации газовых приборов:

– поручить установку, наладку, ремонт газовых приборов специалистам; эксплуатировать только исправные газовые приборы;

– не допускать случаев утечки газа в помещении;

– при появлении запаха газа в помещении следует перекрыть кран подачи газа, открыть окна и двери для проветривания помещения, не использовать открытый огонь, не включать электричество и электрические приборы;

– если ситуация выходит из-под контроля, следует вызвать работников газовой службы, пожарных и спасателей;

– при необходимости следует покинуть помещение.

Взрыв газа в помещении может стать причиной обрушения здания или его части, возникновения пожара, травмирования и гибели людей.

Выводы по разделу пять

Рассмотрены опасные и вредные производственные факторы на проектируемом участке и меры по снижению или устранению воздействия опасных и вредных производственных факторов.

Выполнен расчет общего искусственного освещения рабочих мест в производственном помещении. Рассмотрены мероприятия по обеспечению безопасности при чрезвычайных ситуациях.

					15.03.05.2020.184.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		78

6 ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

6.1 Расчёт себестоимости механической обработки детали

Себестоимость машиностроительной продукции - это выраженные в денежной форме текущие затраты предприятий (объединений) на её производство и реализацию.

Себестоимость продукции играет важную роль в производственной деятельности предприятия, в развитии отрасли машиностроения и народного хозяйства в целом. Себестоимость служит важнейшим элементом хозрасчетных отношений между предприятиями, а внутри них – между отдельными производственными подразделениями.

Себестоимость базового варианта равна 197,06 рублей.

Расчет себестоимости продукции (С) определяем по формуле [20]

$$C = M_3 + A_0 + P_0 + (O_{гсс} + O_{мс} + O_{оси} + O_{крк} + Z_{др}) \quad (6.1)$$

где M_3 – материальные затраты на производство и реализацию продукции;

A_0 – амортизационные отчисления на полное восстановление основных фондов;

P_0 – расход на оплату труда;

$O_{гсс}$ – отчисление на государственное социальное страхование;

$O_{оси}$ – отчисления по обязательному страхованию имущества;

$O_{крк}$ – плата за краткосрочные кредиты банков, кроме процентов по просроченным ссудам;

$Z_{др}$ – другие затраты на производство и реализацию продукции, включая затраты на ремонт средств.

Принимаем: $M_3 = 271425$ руб., $A_0 = 300000$., $P_0 = 400000$.,

$O_{гсс} = 76000$ руб., $O_{оси} = 60000$., $O_{крк} = 90000$ руб.

Расчет себестоимости на партию деталей (период изготовления – 1 год; партия деталей 7000 шт; вес 1 детали – 0,55 кг; нынешняя цена за тонну стали 45 составляет 47000 руб;)

С учетом принятых значений получаем

$C = 271425 + 300000 + 400000 + (7600 + 6000 + 9000) = 1197425$ руб.

Себестоимость за единицу продукции $1197425 : 7000 = 171,06$ руб.

Вывод по разделу шесть

В данном разделе произведены ориентировочные расчеты себестоимости изготовления детали «Корпус», которая составила 171,06 руб, что на 26руб меньше базовой себестоимости.

					15.03.05.2020.184.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		79

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В выпускной квалификационной работе разработан технологический процесс механической обработки детали «Корпус» с использованием современного оборудования.

В качестве заготовки используется штамповка.

Выполнен размерный анализ, благодаря чему припуски на механическую обработку минимально необходимые, что ведет к экономии металла, времени обработки, снижению себестоимости.

Технологический процесс разработан с учетом принципа постоянства баз и совмещения измерительной и технологической баз. Разработанный клиновой трехулачковый пневматический патрон, позволяет сократить время на обработку и зажим детали. Спроектированное приспособление для контроля торцевого биения позволяет контролировать размер детали, снижая возможность брака и уменьшая время на контроль размера.

В строительном разделе спроектирован производственный участок механической обработки. Оборудование в количестве 15шт расположено по ходу техпроцесса. В результате расчетов количества рабочих и их состава получили: 9 станочников, 2 вспомогательных рабочих, 2 инженерно-технических работника, 1 служащего и 1 контролера. В качестве транспортных средств предусмотрен мостовой кран грузоподъемностью 5т. Произведены расчеты площадей склада деталей и заготовок. Принята механизированная уборка стружки. Произведен расчет площади участка, а также выбор типов, формы здания.

Рассмотрены опасные и вредные производственные факторы на проектируемом участке и меры по снижению или устранению воздействия опасных и вредных производственных факторов.

Выполнен расчет общего искусственного освещения рабочих мест в производственном помещении. Рассмотрены мероприятия по обеспечению безопасности при чрезвычайных ситуациях.

Произведены ориентировочные расчеты себестоимости изготовления детали «Корпус», которая составила 171,06 руб, что на 26руб меньше базовой себестоимости.

Таким образом, цель работы достигнута, задачи – решены.

					15.03.05.2020.184.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		80

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- 1 Ансеров, М.А. Приспособления для металлорежущих станков/ М.А, Ансеров. – Л.: Машиностроение, 1975. – 654с.
- 2 Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя.: В 3 т./ В.И. Анурьев. – 8-е изд. – М.: Машиностроение, 2001. – Т.1. – 920с.
- 3 Дальский, А.Г. Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т./ под ред. А.М. Дальского, А.Г. Косиловой, Р.К. Мещерякова. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение – 1, 2001. – 941 с.
- 4 Допуски и посадки: Справочник.: В 2-х ч./ под ред. В.Д. Мягкова. – 5-е изд., перераб. и доп. – Л.: Машиностроение, 1978. – 480 с.
- 5 Жадан, В.Т. Технология металлов и других конструкционных материалов/ В.Т. Жадан, Б.Г. Гринберг, В.Я. Никонов. – 2-е изд. перераб. и доп. проф. Полухина П.И. – М.: Высш. шк., 1970. – 704с.
- 6 Коснилова, А.Г. Точность обработки, заготовки и припуски в машиностроении / А.Г. Косилова, Р.К. Мещеряков, М.А. Калинин. – М.: Машиностроение, 1976. – 288 с.
- 7 Матвеев, В.В. Проектирование экономических технологичных процессов в машиностроении / В.В. Матвеев, Ф.И. Бойков, Ю.Н. Свиридов. – Челябинск: Юж.- Урал. кн. изд-во, 1979. – 111 с.
- 8 Общемашиностроительные нормативы режимов резанья для технического нормирования работ на металлорежущих станках. – М.: Машиностроение, 1974. – 535 с.
- 9 Иванченко, Ф.К. Расчеты грузоподъемных и транспортирующих машин / Ф.К. Иванченко. – Киев.: Высш. Шк., 1978. – 576 с.
- 10 Иващенко, А.П. Справочник мастера – машиностроителя / А.П. Иващенко – Киев.: Гос. изд. Технической литературы УССР, 1962. – 456 с.
- 11 Спиваковский, А.О. Транспортирующие машины: Атлас конструкций: учебное пособие для вузов / А.О. Спиваковский. – 2-е изд., перераб. И доп. – М.: Машиностроение, 1983. – 327 с.
- 12 Спиваковский, А.О. Транспортирующие машины / А.О. Спиваковский, В.К. Дьячков. 3-е изд. – М.: Машиностроение, 1983. – 487 с.
- 13 Хисин, Р.И. Общемашиностроительные нормативы времени / Р.И. Хисин. – М.: Машиностроение, 1964. – 323 с.
- 14 Чернох, С.А. Справочник по машиностроению в 2-х т. / под ред. И.С. Ачеркана. – М.: Машиностроение, 1964. – 727 с.
- 15 <http://www.smz-stanki.ru/>
- 16 <http://www.izts.ru/home/>
- 17 <http://okuma-russia.ru/>
- 18 http://www.wfl.at/?sc_lang=ru
- 19 <http://www.tiz.ru/>
- 20 <http://www.sandvik.coromant.com/ru-ru/pages/default.aspx?country=ru>
- 21 <http://www.partnerural.ru/product/coolant>

					15.03.05.2020.184.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		81