

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 "Крышка"

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА  
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ  
ЮУрГУ–15.03.05.2020.201.00.000 ПЗ ВКР

Строительный раздел,  
ст. преподаватель  
\_\_\_\_\_ А.А. Дериглазов  
\_\_\_\_\_ 2020 г.

Руководитель работы,  
доцент, к.т.н.  
\_\_\_\_\_ В. Г. Некрутов  
\_\_\_\_\_ 2020 г.

Автор работы  
студент группы ДО-505  
\_\_\_\_\_ И. В. Шерстнев  
\_\_\_\_\_ 2020 г.

Нормоконтролер,  
преподаватель  
\_\_\_\_\_ О.С. Микерина  
\_\_\_\_\_ 2020 г.

Челябинск 2020

## АННОТАЦИЯ

Шерстнев, И.В. Проектирование участка механической обработки детали «Крышка» - Челябинск: ФГАОУ ВО «ЮУрГУ (НИУ)», ИОДО; 2020, 79с., 31 ил., библиографический список – 21 наименование, 7 листов чертежей ф. А1.

После анализа существующего технологического процесса предложены прогрессивный способ получения литой заготовки и новый вариант технологического процесса механической обработки детали «Крышка». Вместо устаревшего программного технологического оборудования предложено использовать современные станки, что позволяет существенно сократить количество операций и штучное время изготовления одной детали.

Для оснащения технологического процесса спроектированы:

- зажимное приспособление;
- приспособление для контроля перпендикулярности отверстия 11Н8;
- оправка расточная для обработки отверстия диаметром 30Н11;
- комбинированный концевой инструмент.

В строительном разделе выпускной квалификационной работы выполнена рациональная планировка участка механического цеха.

В разделе безопасность жизнедеятельности рассмотрены безопасные условия работы на участке изготовления изделия.

В экономическом разделе рассчитана ориентировочная себестоимость изделия.

					15.03.05.2020.022.00.000 ПЗ			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>		Шерстнев И.В.			Проектирование участка механической обработки детали «Крышка»	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Провер.</i>		Некругов В.Г.				Д	4	79
<i>Реценз.</i>						ФГАОУ ВО «ЮУрГУ (НИУ)» ИОДО		
<i>Н. Контр.</i>		Микерина О.С.				Кафедра «ТТС» гр.ДО-505		
<i>Утверд.</i>		Виноградов К.М.						

## 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.....	10
1.3 Сравнение отечественных и передовых зарубежных технологий и решений.....	10
2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ.....	15
2.1 Анализ технологичности детали и существующего технологического процесса.....	15
2.2 Разработка предлагаемого варианта технологического процесса.....	16
2.2.1 Выбор вида и метода получения заготовки.....	16
2.2.2 Определение последовательности обработки поверхностей детали.....	17
2.2.3 Выбор метода и определение количества переходов для обработки поверхностей детали.....	18
2.2.4 Формирование операций.....	20
2.3 Размерный анализ разработанного технологического процесса..	21
2.3.1 Преобразование и кодирование чертежа детали.....	21
2.3.2 Составление таблицы технологического маршрута обработки детали.....	22
2.3.3 Составление размерных цепей.....	30
2.3.4 Расчет межоперационных размеров и размеров заготовки.....	32
2.3.5 Оформление чертежа заготовки.....	37
2.4 Расчет режимов резания, определение сил резания, проверка оборудования по мощности..	38
2.5 Нормирование технологических операций.....	40
3 КОНСТРУКТОРСКИЙ РАЗДЕЛ.....	42
3.1 Проектирование зажимного приспособления.....	42
3.1.1 Разработка теоретической схемы базирования.....	42
3.1.2 Проектирование схемы приспособления .....	42
3.1.3 Силовой, кинематический, прочностной расчет основных элементов приспособления.....	43
3.1.4 Компоновка приспособления.....	44
3.1.5 Расчет приспособления на точность.....	45
3.2 Проектирование приспособления приспособление для контроля перпендикулярности отверстия 11Н8.....	46
3.2.1 Разработка схемы замера.....	46
3.2.2 Разработка схемы приспособления.....	46

2.2.3	Компоновка приспособления.....	47
2.2.4	Расчет приспособления на точность.....	48
3.3	Проектирование оправки расточной для обработки отверстия диаметром 30Н11.....	49
3.4	Проектирование комбинированного концевой инструмента.....	50
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.....	59
4.2.3	Определение количества вспомогательных рабочих.....	60
4.2.4	Определение количества инженерно-технических работников.....	60
4.2.5	Определение количества служащих.....	61
4.2.6	Определение количества работников технического контроля.....	61
4.3	Определение площади складов.....	61
4.4	Расчёт потребного количества подъёмно – транспортного оборудования.....	62
4.5	Выбор способа транспортирования стружки.....	62
4.6	Планировка участка, определение его основных размеров.....	63
4.7	Выбор типов формы и определение размеров здания.....	63
5	БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....	68
5.1	Идентификация опасных и вредных производственных факторов на проектируемом участке.....	68
5.2	Меры по снижению или устранению воздействия опасных и вредных производственных факторов.....	69
5.3	Расчет защитного заземления.....	70
5.4	Действия формирований МЧС и работающих при возникновении чрезвычайных ситуаций .....	73
6	ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ.....	76
6.1	Расчёт себестоимости механической обработки детали.....	76
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	78
	БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	79

## ВВЕДЕНИЕ

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

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

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

Экономичность технологических процессов достигается применением современного инструмента и оборудования.

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

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 «Крышка».

Задачи работы:

- разработать технологический процесс механической обработки;
- разработать зажимное приспособление;
- разработать оправку расточную для обработки отверстия диаметром 30H11;
- разработать комбинированный концевой инструмент;
- разработать приспособление для контроля перпендикулярности отверстия 11H8;
- выполнить планировку участка механической обработки детали «Крышка»;
- определить мероприятия и оптимальные параметры по безопасной работе на данном участке;
- произвести ориентировочный расчет себестоимости.

Объект работы – участок механической обработки детали «Крышка».

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

					15.03.05.2020.022.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		7

# 1 АНАЛИЗ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ

## 1.1 Описание узла изделия. Служебное назначение детали

Деталь «Крышка» входит в узел отключающегося устройства. Отключающееся устройство имеет мембрану, связанную с толкателем, который находится в зацеплении с качающейся осью фиксатора. К штоку пружины поджат, фиксирующий открытое положение отсеченного клапана и перемещающийся вверх при покачивании оси фиксатора. Настройка отключающегося устройства осуществляется смещениями пружинами с помощью регулировочных пробки и гайки установленных в крышке. Регулятор давления газа приведен в соответствии с рисунком 1.1.

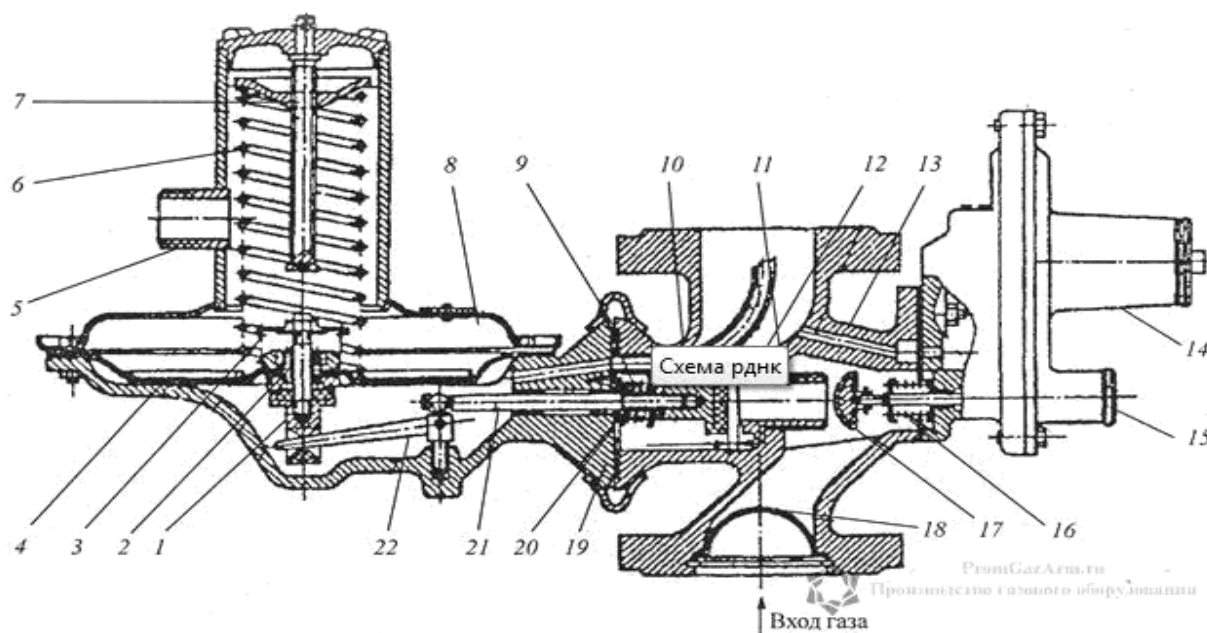


Рисунок 1.1 – Регулятор давления газа:

1 – импульсная трубка; 6,20,21 – пружины; 4,18 – мембрана; 7 – нажимная гайка; 8 – стакан; 9 – мембранная камера; 10 – хомут; 11 – корпус; 12 – рабочий клапан; 13- седло; 15 – фиксатор; 19 – отключающее устройство; 22 – регулировочные гайки

Деталь «Крышка» в соответствии с рисунком 1.2 является крышкой регулятора давления газа.

Регулятор давления предназначен для регулирования давления газа в системе за счет щели между седлом и клапаном, а так же для предохранения системы от повышения или понижения давления, за счет автоматически отключающегося устройства.

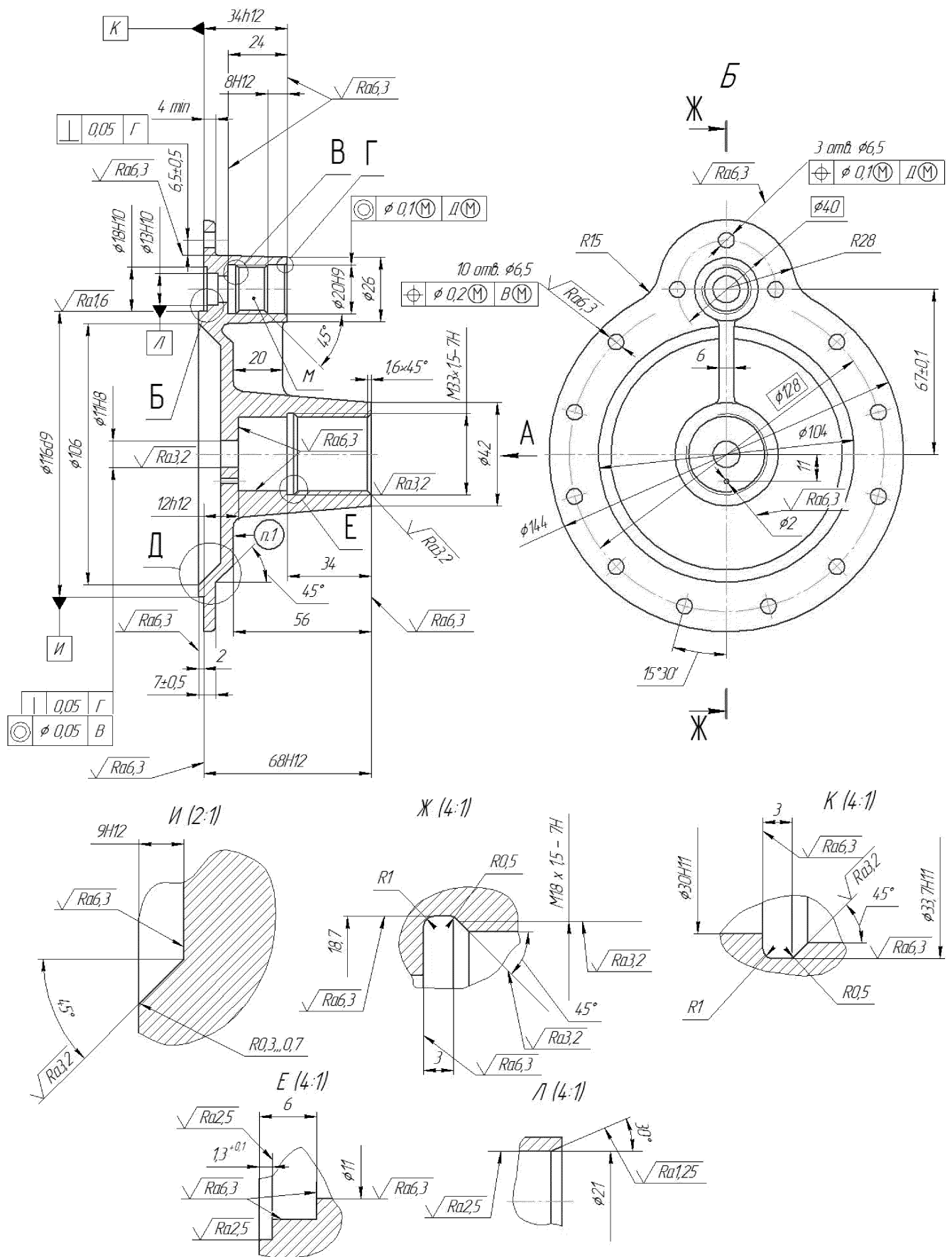


Рисунок 1.2 – Чертеж детали «Крышка»

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

15.03.05.2020.022.00.000 ПЗ

Лист

9

Материал детали алюминиево-кремниевый сплав АК12(АЛ2)-ВМ ГОСТ 1583-93. АК12 – литейный сплав, который по действующим стандартам ГОСТ 1583-93 содержит до 90% алюминия, легируемого кремнием. Плюс ко всему в его состав входят малые добавки марганца, титана, никеля и других элементов.

## 1.2 Анализ соответствия требований чертежа детали требованиям ее назначения

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

## 1.3 Сравнение отечественных и передовых зарубежных технологий и решений

В настоящее время станки с программным управлением (ПУ) и промышленные роботы (ПР) нашли широкое применение. Внедрение станков с ЧПУ является одним из главных направлений автоматизации средне- и мелкосерийного производства.

В станках с ЧПУ сочетается гибкость универсального оборудования с точностью и производительностью станка-автомата. В результате внедрения станков с ЧПУ происходит повышение производительности труда, создаются условия для многостаночного обслуживания. Подготовка производства переносится в сферу инженерного труда, сокращаются её сроки, упрощается переход на новый вид изделия вследствие заблаговременной подготовки программы, что имеет большое значение в условиях рыночной экономики.

На станках с ПУ целесообразно изготавливать детали сложной конфигурации, при обработке которых необходимо перемещение рабочих органов по нескольким координатам одновременно, а также детали с большим количеством переходов обработки. На этих станках можно изготавливать детали, конструкция которых часто видоизменяется.

Применение станков с ЧПУ и ПР позволяют решить ряд социальных проблем:

- улучшение условий труда рабочих-станочников;
- значительно уменьшить долю тяжелого ручного труда.

Опыт эксплуатации станков с ЧПУ выявляет следующие преимущества:

- снижение требований к квалификации оператора-станочника;
- упрощение и сокращение количества технологической оснастки;
- повышение производительности станков.

Тенденции развития станков с ЧПУ:

					15.03.05.2020.022.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		10



– создание УЧПУ с применением микро-ЭВМ на микропроцессорах, применение в электроавтоматике станка с ЧПУ микроэлектроники, введение в систему станка диагностических устройств;

– широкое внедрение автоматизированных самоприспосабливающихся (адаптивных) устройств, обеспечивающих оптимизацию управления и обработки деталей;

– создание УЧПУ, управляющих как отдельными станками, так и группой станков. Управление от ЭВМ комплекта станков и роботов, складов, транспортных линий и контрольных устройств, обеспечивающих коррекцию погрешностей станков, планирование и контроль за работой производственного участка;

– внедрение автоматизированных приводов с большим диапазоном бесступенчатого регулирования частоты вращения шпинделя и применение более совершенных преобразователей и двигателей.

Станки для единичного и мелкосерийного производства оснащены в основном УЧПУ с оперативным ПУ. В этом случае работа на станке может осуществляться без заранее подготовленной управляющей программы, которую оператор или наладчик создают непосредственно на рабочем месте, используя кнопки, клавиши и переключатели. Программу запоминает УЧПУ, а затем многократно воспроизводит.

Но также мы можем использовать Американские станки фирмы HAAS, они также подходят для обработки детали «Крышка РДНКУ – 04.01.00». Вертикальный обрабатывающий центр Mini Mill 2 компании Haas приведен в соответствии с рисунком 1.3. [6]

Американская станкостроительная компания Haas Automation Inc. известна постоянными разработками новой продукции и выпуском ее на рынок. В 2013 г. компания экспонировала на европейских торгово-промышленных выставках свои новые передовые станки, в том числе вертикальный обрабатывающий центр Mini Mill 2.

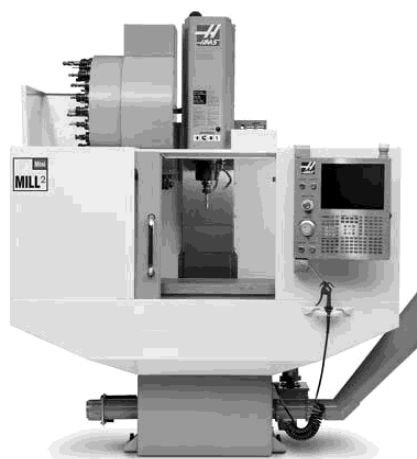


Рисунок 1.3 – Вертикальный обрабатывающий центр Mini Mill 2

Mini Mill 2 представляет собой универсальный станок с числовым программным управлением (ЧПУ), занимающий малую площадь и сохранивший все привлекательные характеристики предыдущего поколения станков Haas Mini Mill, однако предлагающий большую длину перемещений по осям x, y и z, которая составляет соответственно 510, 405 и – увеличение на по каждой из осей. Mini Mill 2 оборудован стандартным шпинделем с конусом ИСО 40, частота вращения которого составляет 6000 об/мин. Станок оснащен векторным приводом мощностью 5,6 кВт. Размеры стола с Т-образным пазом – 1015 x , что позволяет удобно разместить несколько зажимных приспособлений или одноосный либо двухосный поворотный стол. Скорость быстрых перемещений равна 15,2 м/мин при рабочей подаче 12,7 м/мин. В стандартную комплектацию входит 15-дюймовый цветной жидкокристаллический дисплей с USB-входом, устройство автоматической смены инструмента карусельного типа на 10 гнезд, а также 1 Мб программной памяти. Для предприятий с большей потребностью в инструментах Mini Mill 2 имеет возможность расширения стандартного магазина инструментов до 20 позиций или установки бокового магазина инструментов на 24+1 позицию. 355 мм 100 мм 355 мм

Дополнительные варианты комплектации (опции) включают также четырех- и пятиосевые приводы, сопло для подачи СОЖ (смазочно-охлаждающей жидкости) с программным управлением, программное обеспечение для обработки на высоких скоростях резания, оснащение интуитивно-понятной системой программирования собственной разработки. Поворотный стол с ЧПУ компании Haas приведен в соответствии с рисунком 1.4. Новый станок Super Mini Mill 2 имеет такие же параметры перемещений (размер рабочей зоны), как и Mini Mill 2.

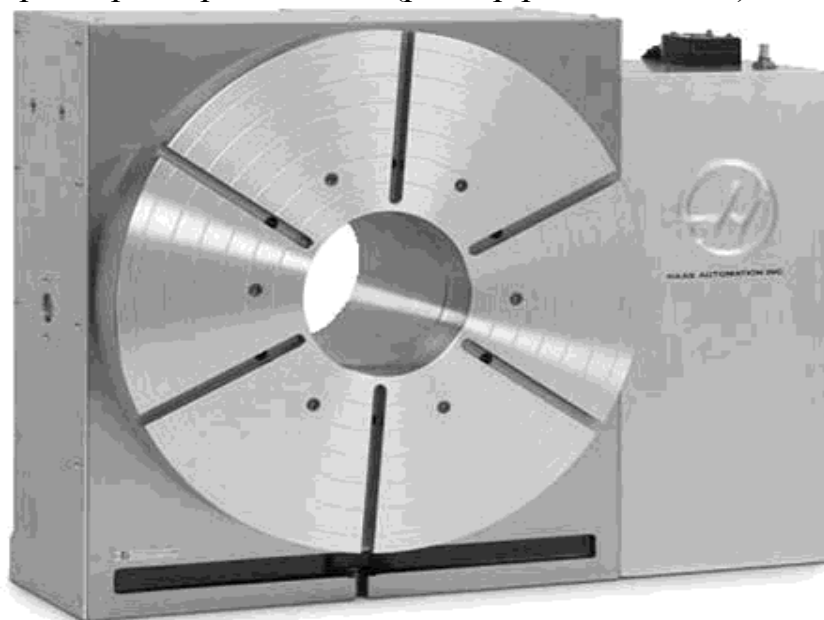


Рисунок 1.4 – Поворотный стол с ЧПУ компании Haas

Super Mini Mill 2 в стандартной комплектации оборудован шпинделем с конусом ИСО 40 и частотой вращения 10 000 об/мин, векторным приводом

					15.03.05.2020.022.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		12

мощностью 11,2 кВт, высокоскоростным устройством автоматической смены инструмента. Скорость быстрых перемещений достигает 30,5 м/мин. В стандартный набор также входят система охлаждения и система жесткого нарезания резьбы. Высокопроизводительные опции для Super Mini Mill 2 включают шпиндель с частотой вращения 15 000 об/мин, боковое устройство смены инструмента на 24+1 гнездо, систему подачи СОЖ через шпиндель, четырех- и пятиосевые приводы и т. д. Новая серия горизонтальных многоцелевых станков ES-5 производства Haas обладает внушительными параметрами перемещений по осям – 1015 x 455 x , а также имеет организацию рабочего пространства, присущую вертикальным станкам, что обеспечивает отличный обзор и доступ к детали. Каждый станок оснащен боковым устройством смены инструмента на 24+1 гнездо, а также шпинделем с конусом ИСО 40 и частотой вращения 8000 об/мин, для работы которого применяется уникальная система линейного прямого привода, непосредственно связывающая двигатель со шпинделем, что позволяет достигнуть тонкой обработки поверхностей, отличную термостойкость и бесшумность работы. 560 мм Горизонтальный обрабатывающий центр ES-5 производства компании Haas приведен в соответствии с рисунком 1.5. ES-5-T представляет собой трехосевой горизонтальный многоцелевой станок и имеет стандартный стол с Т-образным пазом; ES-5-4AX оснащен столом с Т-образным

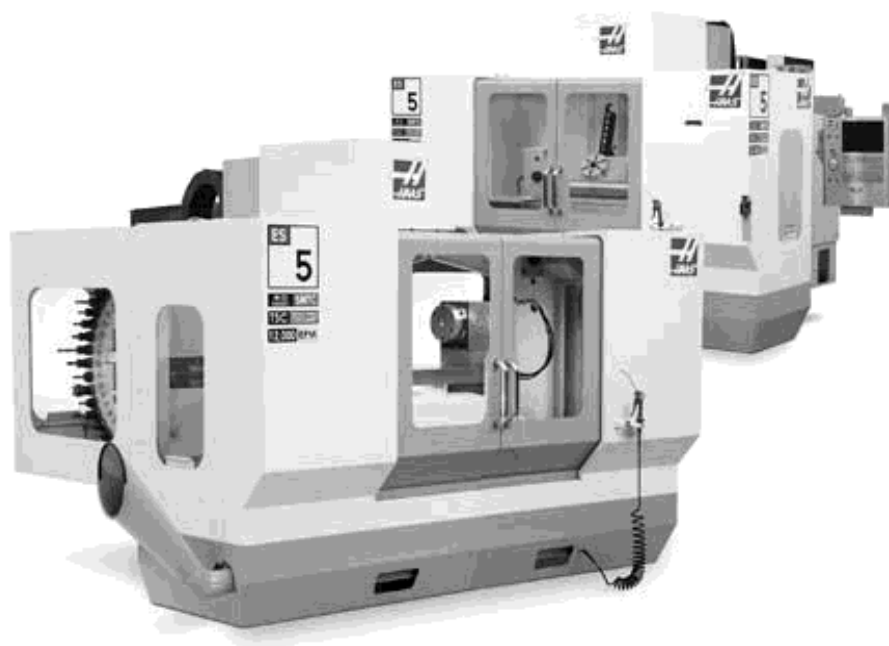


Рисунок 1.5 – Горизонтальный обрабатывающий центр ES-5 производства компании Haas

пазом размерами 1320 x и встроенной четырехосевой платформой; ES-5-4T обладает четырехосевым вращающимся столом с Т-образным пазом, который

					15.03.05.2020.022.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		13

легко приспособить для подсоединения головок цилиндров; ES-5-TR имеет встроенный двухосевой наклонно-поворотный стол Haas TR-210 вместо стандартного стола с Т-образным пазом. Haas Automation Inc. является мировым лидером по производству станков с ЧПУ, превосходя других западных производителей по показателям выпуска, реализации и поставке станков в месяц. Вся продукция Haas выпускается на заводе площадью , расположенном в Южной Калифорнии, и реализуется через глобальную сеть более чем 120 представительств (Haas Factory Outlets). Каждое представительство имеет демонстрационные и торговые залы, штат специалистов, прошедших подготовку на заводе-изготовителе, широкий ассортимент запчастей, а также полнофункциональный ремонтный транспорт для обеспечения высочайшего уровня обслуживания. 510 мм 100 000 м<sup>2</sup>

#### 1.4 Задачи проектирования

Задачи выпускной квалификационной работы:

- разработать технологический процесс механической обработки;
- выполнить размерный анализ детали;
- разработать зажимное приспособление;
- разработать оправку расточную для обработки отверстия диаметром 30H11;
- разработать комбинированный концевой инструмент;
- разработать приспособление для контроля перпендикулярности отверстия 11H8;
- выполнить планировку участка механической обработки детали «Крышка»;
- определить мероприятия и оптимальные параметры по безопасной работе на данном участке;
- произвести ориентировочный расчет себестоимости.

					15.03.05.2020.022.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		14

## 2ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

### 2.1 Анализ технологичности детали и существующего технологического процесса

Чертеж детали «Крышка» приведен в соответствии с рисунком 1.2.

При конструировании отдельных деталей необходимо достичь удовлетворения не только эксплуатационных требований, но и требований рационального и экономичного изготовления детали. Чем меньше трудоемкость и себестоимость изготовления детали, тем она более технологична.

Технологическая конструкция детали должна предусматривать: [7]

1) создание деталей наиболее рациональной формы с легкодоступными для обработки поверхностями и достаточной жесткостью с целью уменьшения трудоемкости и себестоимости механической обработки;

2) наличие на детали удобных базирующих поверхностей;

3) наиболее рациональный способ получения заготовок с размерами и формой, возможно более близкой к форме готовой детали.

Деталь «Крышка» не технологична по следующим параметрам:

- На наружной цилиндрической  $\varnothing 116d9$  задана шероховатость Ra 1,6, что соответствует 7-му качеству.

- Неоднозначно задано расположение трех отверстий  $\varnothing 6,5H14$ . невозможно выдержать одновременно размер  $40 \pm 0,05$  (рисунок 1.2, вид Б) и размер  $\varnothing 6,5 \pm 0,5$ .

- Неоднозначно задано расположение правого торца центральной бобышки. невозможно обеспечить одновременно размеры 68h12 и 56js14.

- Отверстие  $\varnothing 13H10$ , заданное в качестве базы для исполнения трех отверстий  $\varnothing 6,5H14$ , а также для обеспечения соосности  $\varnothing 20H9$ , имеет недостаточную площадь для качественного базирования. По всем остальным параметрам деталь технологична. Она имеет достаточную жесткость для механической обработки. Все конструктивные элементы детали соответствуют нормативным требованиям.

В результате проведенного критического анализа базового варианта технологического процесса были выявлены следующие недостатки:

1) в качестве заготовки выбрана отливка;

В выпускной квалификационной работе в качестве заготовки принимается литьё по выплавляемым моделям. Этот способ получения заготовки позволит максимально приблизить форму заготовки к окончательной форме детали, а также обеспечить достаточную шероховатость необрабатываемых поверхностей.

2) в базовом варианте технологического процесса черновая обработка и обработка точных поверхностей производится в одной операции;

3) все специальные приспособления, заложенные в базовом технологическом процессе, оснащены ручным зажимом;

					15.03.05.2020.022.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		15

В выпускной квалификационной работе в технологический процесс заложим приспособления с пневматическими приводами. Это позволит уменьшить вспомогательное время на операциях.

В базовом варианте технологического процесса обработка ступенчатого отверстия  $\varnothing 13H10$ ,  $\varnothing 18H10$  и  $\varnothing 11H14$  производится в операции 035 на токарно-винторезном станке модели 16К20. Обработка трех отверстий  $\varnothing 6,5H14$  производится на радиально-сверлильном станке модели 2М55 в операции 040.

В выпускной квалификационной работе обработка этих отверстий производится в одной операции на вертикально-сверлильном станке С ЧПУ 2Р135Ф2. Обработку ступенчатого отверстия  $\varnothing 13H10$ ,  $\varnothing 18H10$  и  $\varnothing 11H14$  предлагается производить комбинированным концевым инструментом. Все эти мероприятия позволят снизить штучное время на операции и уменьшить количество оборудования, необходимого для обработки детали.

В базовом технологическом процессе не заложено ни одного приспособления для контроля допусков пространственных отклонений. Это делает невозможным проведение окончательного контроля.

В выпускной квалификационной работе разработаем приспособление для контроля соосности отверстия  $\varnothing 11H8$  относительно  $\varnothing 116d9$ .

В базовом варианте технологического процесса на токарных операциях применяются универсальные токарные станки, приспособления с механическим креплением, в основном универсальный инструмент. Для контроля параметров расположения поверхностей не применяются контрольные приспособления, в техпроцессе написано, что данные параметры обеспечиваются технологически.

## 2.2 Разработка предлагаемого варианта технологического процесса

После анализа чертежа детали «Крышка» 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 «Крышка» используем наружные цилиндрические поверхности.

### 2.2.1 Выбор вида и метода получения заготовки

Исходя, из конфигурации детали в качестве метода получения заготовки принимаем - отливка по выплавляемым моделям. Данный способ получения

					15.03.05.2020.022.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		16



2) базируемся по отверстию  $\varnothing 33H10$  с упором в правый торец размера  $7 \pm 0,5$  и обрабатываем поверхности  $\varnothing 116d9$ , а также выполняем коническую поверхность в размеры  $\varnothing 106H14$ ,  $45$  и  $9H12$ . Выполняем отверстие  $\varnothing 11H8$ .

3) базируемся по поверхности  $\varnothing 116d9$  и левому торцу размера  $68h12$ . Обрабатываем резьбовое отверстие в размеры  $M18 \times 1,5-7H$  и  $24js14$ , отверстие  $\varnothing 20H9$ . Выполняем канавку под выход резьбы.

4) базируемся по отверстию  $\varnothing 20H9$  с упором в левый торец размера  $68h12$ . Исполняем три отверстия в размеры  $\varnothing 6,5H14$  и  $40 \pm 0,05$ , а также обрабатываем ступенчатое отверстие в размеры  $\varnothing 13H10$ ,  $\varnothing 18H10$  и  $\varnothing 11H14$ , выдерживая техническое требование по соосности.

5) базируемся по поверхности  $\varnothing 116d9$  и левому торцу размера  $68h12$ . Выполняем десять отверстий в размеры  $\varnothing 6,5H14$  и  $128 \pm 0,1$ , а также отверстие в размеры  $11js14$  и  $\varnothing 2H14$ .

### 2.2.3 Выбор метода и определение количества переходов для обработки поверхностей детали

Расчетный метод для обработки наружной поверхности диаметром  $116d9$ ,  $Ra 1,6$

Заготовка имеет точность по 14 качеству и шероховатость  $Ra50$ , допуск заготовки  $T_3 = 1,15$ , допуск готового отверстия  $T_d = 0,087$

$$E_d^{\varnothing} = \frac{1,15}{0,087} = 13,21 .$$

$$E_d^{Ra} = \frac{50}{1,6} = 31,25 .$$

Для обеспечения  $IT9$  и  $Ra 1,6$  можно воспользоваться обтачиванием чистовым и шлифованием предварительным, принимаем обтачивание чистовое рекомендуемый припуск  $Z_{hi} = 0,5$ .

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

Находим величину уточнения

$$E_{\text{точ.чист.}} = \frac{0,29}{0,087} = 3,33 < 13,21 .$$

В качестве первого метода обработки принимаем точение черновое.

$$T_{\text{точ. черн.}} = 0,46 .$$

$$E_{\text{точ.черн.}} = \frac{T_3}{T_{\text{раст.черн.}}} = \frac{1,15}{0,46} = 2,5 .$$



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

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

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

Находим величину предварительного уточнения

$$E_{п} = 3,33 \cdot 2,5 \cdot 1,69 = 14,06 \geq 13,21.$$

Обеспечение размера 116d9, Ra 1,6:

- 1) точение черновое IT 12, Ra 25;
- 2) точение получистовое IT 11, Ra 6,3;
- 3) точение чистовое IT 9, Ra 1,6;

Табличный метод.

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

Поверхность  $\varnothing 106H14$ , Ra 6,3;

- черновое точение IT14, Rz 25;

Отверстие  $\varnothing 11H8$ , Ra 3,2;

- черновое точение IT13, Rz 50;

- получистовое точение T10, Rz 25;

- чистовое точение IT8, Rz 12,5.

Отверстия диаметром  $\varnothing 182H12$ ,  $\varnothing 171H11$ ,  $\varnothing 150H12$ ,

- черновое растачивание IT14, Rz 50;

- получистовое растачивание T12, Rz 25;

- чистовое растачивание IT9, Rz 12,5;

Отверстие диаметром  $\varnothing 30H11$ , Ra 6,3;

- черновое растачивание IT13, Rz 50;

- получистовое растачивание IT10, Rz 25;

Резьбовые отверстия M33x1,5-7H

- Получистовое растачивание IT 12; Rz 25;

- нарезать резьбу метчиком IT7, Rz 3,2

Отверстия  $\varnothing 18H10$ ,  $\varnothing 13H10$  и  $\varnothing 11H14$ , Ra 6,3;

- рассверливание IT13, Rz 25;

- зенкерование IT10, Rz 12,5;

Тринадцать отверстий  $\varnothing 6,5H14$  и отверстие  $\varnothing 2H14$ ;

- сверление IT14, Rz 25.

Линейные размеры.

Правый торец размера 68h12, Ra 6,3;

- Черновое точение Rz 50;

- Получистовое точение Rz 25;

Левый торец размера 68h12, Ra 6,3;

					15.03.05.2020.022.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		19

- черновое точение IT13, Rz 50;
- получистовое точение T11, Rz 25;
- Левый торец размера 2js14, Ra 6,3;
- черновое точение IT13, Rz 50;
- получистовое точение IT11, Rz 25.
- Правый торец размера 12h12;
- черновое растачивание IT13, Rz 50;
- получистовое растачивание IT11, Rz 25.
- Правый торец размера 34h12, Ra 6,3;
- черновое точение IT13, Rz 50;
- получистовое точение IT11, Rz 25.
- Правый торец размера 9H12, Ra 6,3;
- черновое растачивание IT13, Rz 50;
- получистовое растачивание IT11, Rz 25.

#### 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 (1066). Литье по выплавляемым моделям.

005 - Токарная (4110). Черновое растачивание отверстий  $\varnothing 106H14$  и  $\varnothing 11H8$ . Наружное точение  $\varnothing 116d9$ .

Станок: токарный полуавтомат модели СТП-220 АП.

010 - Токарная(4110). Черновое растачивание отверстия  $\varnothing 30H11$  и растачивание отверстия под резьбу M33x1,5-7H.

Станок: токарный полуавтомат модели СТП-220 АП.

015 - Токарная(4110). Черновое растачивание отверстия  $\varnothing 20H9$  и растачивание отверстия под резьбу M18x1,5-7H.

Станок: токарный полуавтомат модели СТП-220 АП.

020 - Токарная(4110). Получистовое и чистовое точение поверхности  $\varnothing 116d9$ . Получистовое и чистовое растачивание отверстий  $\varnothing 11H8$  с обеспечением требования соосности 0,05 относительно  $\varnothing 116d9$ .

Станок токарный полуавтомат модели СТП-220 АП

025 - Токарная с ЧПУ(4233). Получистовое растачивание отверстия  $\varnothing 30H11$ . Нарезание резьбы метчиком M33x1,5-7H и канавки под выход резьбы.

Станок: Токарно-винторезный с ЧПУ 16K20Ф3Т1.

030 - Токарная с ЧПУ (4233). Получистовое и чистовое растачивание отверстия  $\varnothing 20H9$ . Исполнение резьбы метчиком M18x1,5-7H и канавки под выход резьбы.

Станок: Токарно-винторезный с ЧПУ 16K20Ф3Т1.

					15.03.05.2020.022.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		20

035 - сверлильная с ЧПУ (4232). Последовательное сверление трех отверстий  $\phi 6,5H14$  в размер  $40 \pm 0,05$ . Сверление и зенкерование отверстия в размеры  $\phi 18H10$ ,  $\phi 13H10$ ,  $\phi 11H14$

Станок: вертикально-сверлильный с ЧПУ 2P135Ф2.

040 - Сверлильная (4210). одновременное сверление десяти отверстий  $\phi 6,5H14$  в размер  $128 \pm 0,1$ .

Станок: вертикально-сверлильный 2P135

045 - Слесарная (0108).

050 - Контрольная (0260).

Стол контроля.

## 2.3 Размерный анализ разработанного технологического процесса

### 2.3.1 Преобразование и кодирование чертежа детали

На данном этапе выполняем размерный анализ разработанного технологического процесса по методике Матвеева В.В. [6].

Исходя из составленного технологического процесса пункта 2.2.4 и кодирования чертежа детали: рисунок 2.3 – кодирование диаметральных размеров; рисунок 2.4 – кодирование линейных размеров.

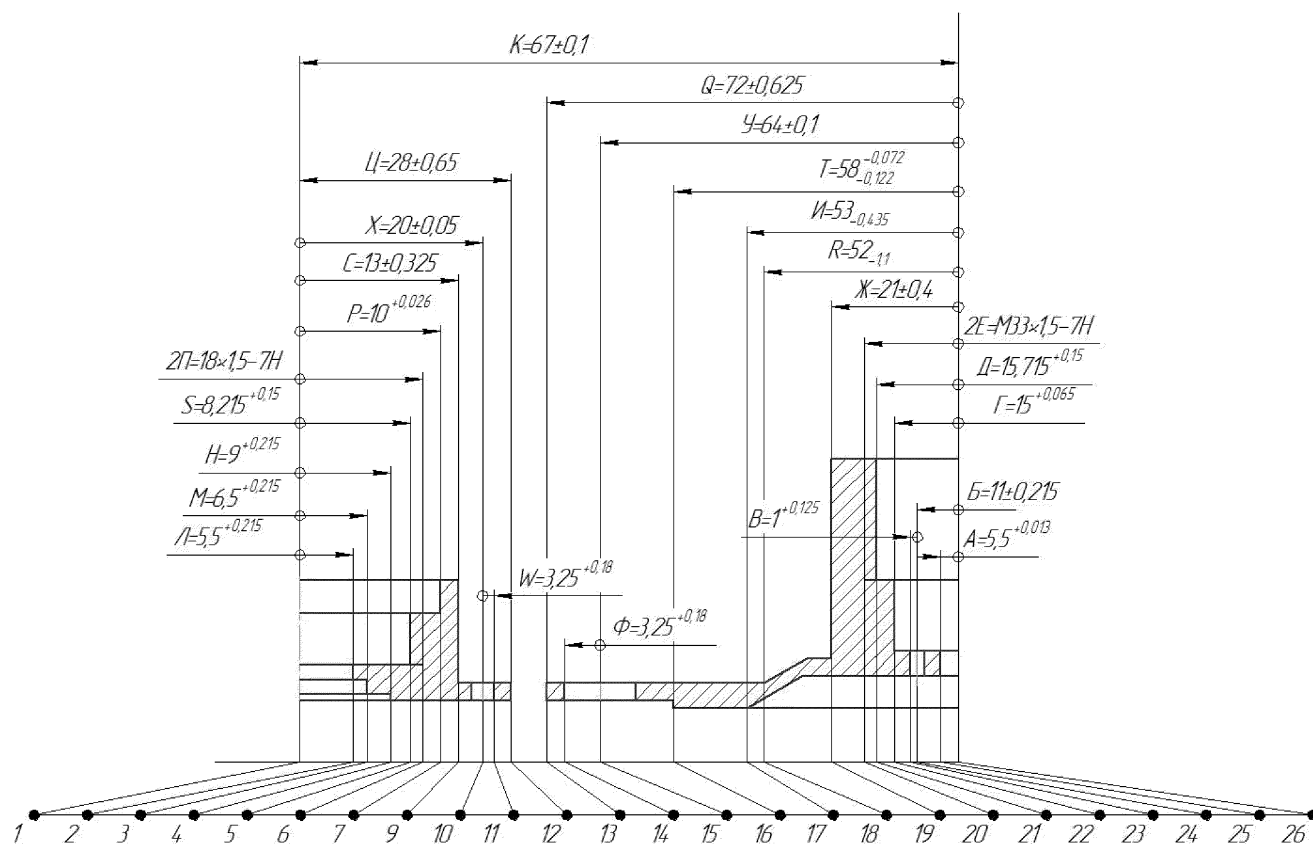


Рисунок 2.3 – Преобразованный чертеж диаметральных размеров

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

15.03.05.2020.022.00.000 ПЗ

Лист

21

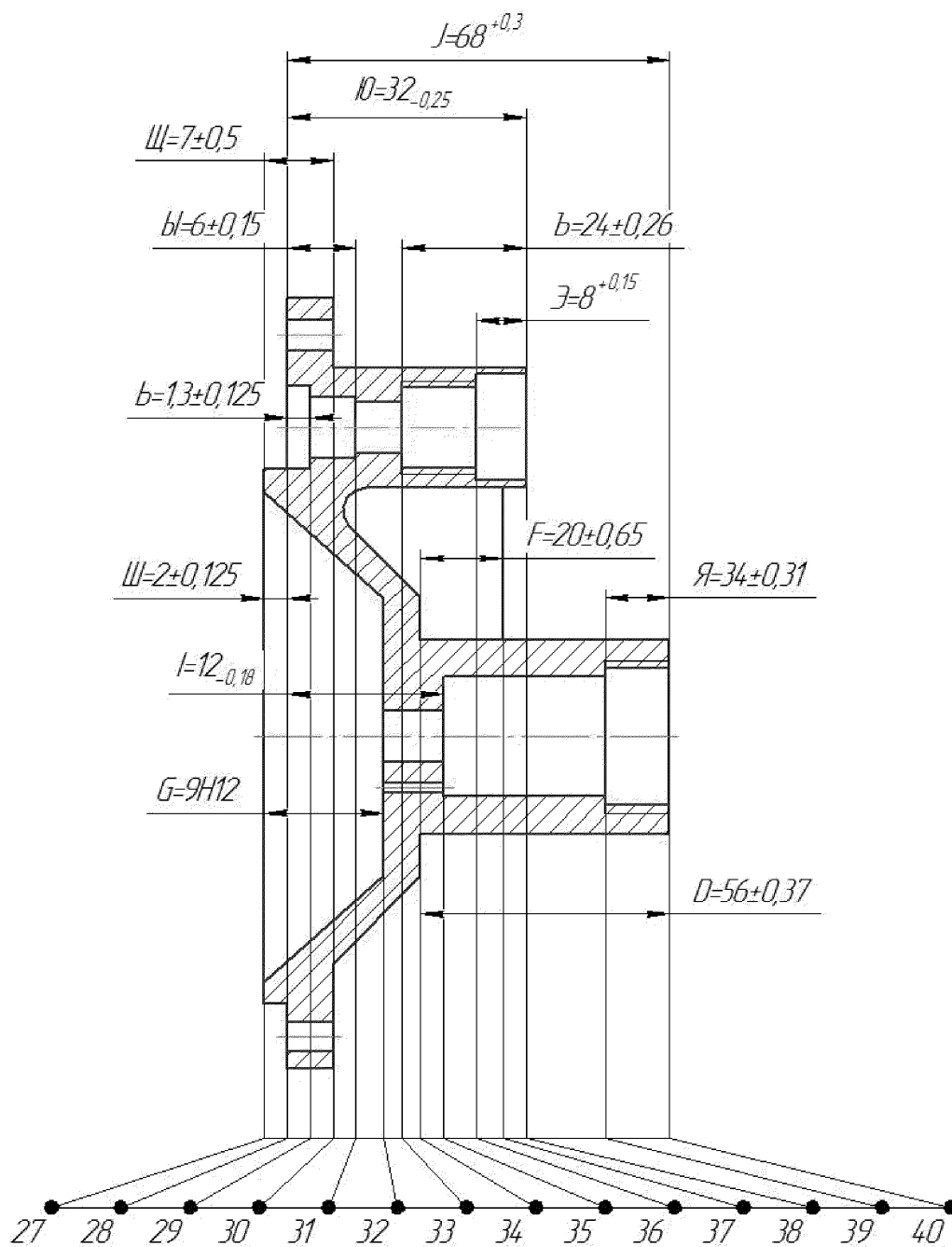


Рисунок 2.4 – Преобразованный чертеж диаметральных размеров

### 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.

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

					15.03.05.2020.022.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		22

Таблица 2.1 – Технологический маршрут изготовления детали

№ операции	Эскиз обработки	Допуски и технические требования
000 Заготовительная		$\odot 25^0, 13^0 = 0,2$ $\odot 19^0, 13^0 = 0,2$ $\odot 17^0, 13^0 = 0,3$ $\odot 18^0, 13^0 = 0,3$ $\odot 21^0, 13^0 = 0,2$ $\odot 9^0, 1^0 = 0,2$ $\odot 7^0, 1^0 = 0,2$ $\odot 4^0, 1^0 = 0,25$ $\odot 5^0, 1^0 = 0,2$ $\odot 2^0, 1^0 = 0,2$ $\odot 2^0, 1^0 = 0,2$ $\perp 13^0, 30^0 = 0,25$ $T2Ж^0 = 0,4$ $T2Г^0 = 0,3$ $T2А^0 = 0,2$ $T2И^0 = 1,0$ $T2R^0 = 1,0$ $T2Q^0 = 1,2$ $T2С^0 = 0,3$ $T2Р^0 = 0,3$ $T2S^0 = 0,24$ $T2Л^0 = 0,24$ $T2Н^0 = 0,24$ $TЗ^0 = 0,2$ $TЪ^0 = 0,3$ $TЮ^0 = 0,4$ $TН^0 = 0,8$ $TD^0 = 0,8$ $TL^0 = 0,8$ $TЩ^0 = 0,2$ $TГ^0 = 0,3$

Продолжение таблицы 2.1

№ операции	Эскиз обработки	Допуски и технические требования
005 Токарная		$\begin{aligned} & \textcircled{25^5}, 13^0 = 0,12 \\ & \textcircled{17^5}, 13^0 = 0,12 \\ & \textcircled{16^5}, 13^0 = 0,12 \\ & \perp 16^5, 28^5 = 0,1 \\ & T2И^5 = 0,54 \\ & T2Т^5 = 0,54 \\ & T2A^5 = 0,15 \\ & TЦ^{10} = TЦ_{модл.}^{10} + \perp 13^0, 30^0 = \\ & = 0,15 + 0,25 = 0,4 \\ & TV^5 = 0,1 \\ & TG^5 = 0,15 \end{aligned}$
010 Токарная		$\begin{aligned} & \textcircled{22^{10}}, 16^5 = 0,3 \\ & \perp 22^{10}, 40^{10} = 0,2 \\ & T2Г^{10} = 0,21 \\ & TИ^{10} = TИ_{модл.}^{10} + \perp 16^5, 28^5 = \\ & = 0,18 + 0,1 = 0,28 \\ & TJ^{10} = TJ_{модл.}^{10} + \perp 16^5, 28^5 = \\ & = 0,3 + 0,1 = 0,4 \end{aligned}$

Продолжение таблицы 2.1

№ операции	Эскиз обработки	Допуски и технические требования
015 Токарная		$\begin{aligned} & \perp 7^{15}, 38^{15} = 0,05 \\ & T2S^{15} = 0,33 \\ & TK^{15} = 0,2 \\ & T\bar{b}^{15} = 0,33 \\ & T\bar{10}^{15} = T\bar{10}_{\text{мод.}}^{15} + \perp 28^5, 16^5 = \\ & 0,18 + 0,39 = 0,57 \end{aligned}$
020 Токарная 1-й переход		$\begin{aligned} & \odot 22^{10}, 25^{20'} = 0,05 \\ & \odot 22^{10}, 17^{20'} = 0,1 \\ & \odot 22^{10}, 16^{20'} = 0,05 \\ & \perp 28^{20'}, 16^{20'} = 0,05 \\ & T2M^{20'} = 0,14 \\ & T2T^{20'} = 0,14 \\ & T2A^{20'} = 0,07 \\ & TU^{20'} = TU_{\text{мод.}}^{20'} + \\ & + \perp 22^{10}, 40^{10} = \\ & = 0,058 + 0,1 = 0,158 \\ & TV^{20'} = 0,048 \\ & TG^{20'} = 0,058 \end{aligned}$

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

15.03.05.2020.022.00.000 ПЗ

Лист

25

Продолжение таблицы 2.1

№ операции	Эскиз обработки	Допуски и технические требования
<p>020 Токарная 2-й переход</p>		<p><math>\sqrt{Rz 12,5}</math></p> <p><math>\odot 22^{10}, 25^{20//} = 0,02</math>  <math>\odot 22^{10}, 16^{20//} = 0,02</math>  <math>\perp 28^{20//}, 16^{20//} = 0,03</math>  <math>T2T^{20//} = 0,054</math>  <math>T2A^{20//} = 0,027</math>  <math>TU^{20//} = TU_{\text{мадл.}}^{20//} + \perp 22^{10}, 40^{10} = 0,022 + 0,1 = 0,122</math>  <math>TV^{20//} = 0,018</math></p>
<p>025 Токарная</p>		<p><math>\sqrt{Rz 25}</math></p> <p><math>\odot 21^{25}, 16^{20//} = 0,05</math>  <math>\odot 20^{25}, 16^{20//} = 0,05</math>  <math>\odot 22^{25}, 16^{20//} = 0,05</math>  <math>\perp 22^{25}, 40^{25} = 0,03</math>  <math>T2D^{25} = 0,084</math>  <math>T2T^{25} = 0,084</math>  <math>T2E^{25} = 0,084</math>  <math>TI^{25} = TI_{\text{мадл.}}^{25} + \perp 16^{20//}, 28^{20//} = 0,07 + 0,03 = 0,1</math>  <math>TJ^{25} = TJ_{\text{мадл.}}^{25} + \perp 16^{20//}, 28^{20//} = 0,12 + 0,03 = 0,15</math>  <math>ТЯ^{25} = 0,1</math></p>

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



Продолжение таблицы 2.1

№ операции	Эскиз обработки	Допуски и технические требования
<p>030 Токарная 1-й переход</p>		$\begin{aligned} & \perp 38^{30'}, 7^{30'} = 0,03 \\ TK^{30'} &= 0,12 \\ T2S^{30'} &= 0,07 \\ T2П^{30'} &= 0,07 \\ T2P^{30'} &= 0,084 \\ Tб^{30'} &= 0,084 \\ TЭ^{30'} &= 0,058 \\ TЮ^{30'} &= TЮ_{\text{модл.}}^{30'} + \\ & + \perp 28^{20'}, 16^{20'} = \\ & 0,03 + 0,1 = 0,13 \end{aligned}$
<p>030 Токарная 2-й переход</p>		$\begin{aligned} TK^{30''} &= 0,046 \\ T2P^{30''} &= 0,033 \\ TЭ^{30'} &= 0,022 \end{aligned}$

Продолжение таблицы 2.1

№ операции	Эскиз обработки	Допуски и технические требования
035 Сверлильная		<p style="text-align: right;"><math>\sqrt{Rz\ 25}</math></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><math>\odot 10^{35}, 5^{30} // = 0,05</math></li> <li><math>\odot 9^{35}, 5^{30} // = 0,05</math></li> <li><math>\odot 11^{35}, 5^{30} // = 0,08</math></li> <li><math>\perp 16^{20} //, 10^{35} = 0,05</math></li> <li><math>T2X^{35} = 0,05</math></li> <li><math>T2W^{35} = 0,09</math></li> <li><math>T2M^{35} = 0,07</math></li> <li><math>T2H^{35} = 0,07</math></li> <li><math>T2L^{35} = 0,011</math></li> <li><math>T2b^{35} = 0,1</math></li> <li><math>TbI^{35} = 0,12</math></li> </ul>

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

Окончание таблицы 2.1

№ операции	Эскиз обработки	Допуски и технические требования
040 Сверлильная		$T_{29}^{40} = 0,2$ $T_{2\Phi}^{40} = 0,22$ $T_B^{40} = 0,27$ $T_{2B}^{40} = 0,18$

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

15.03.05.2020.022.00.000 ПЗ

Лист

29

### 2.3.3 Составление размерных цепей





Исходя из схемы диаметральных размеров, соответствующей рисунку 2.5 по каждому переходу в соответствующей операции составляется уравнение размерной цепи с целью определения номинального межоперационного размера, где замыкающим звеном является припуск на обработку.

По схеме диаметральных размеров:

$$\begin{aligned}
 [L] &= L^{35} - L^0 - 2^{35}, -1,6^{20}, 22^{10} - 22^{10}, 16^5 - 13^0, 16^5 + K^0; \\
 [H] &= H^{35} - H^0 - 4^{35}, -1,6^{20}, 22^{10} - 22^{10}, 16^5 - 13^0, 16^5 + K^0; \\
 [r_7] &= r_7^{20} - r_7^{20} - r_7^{20} - r_7^{20} + r_7^{20}; \\
 [r_7] &= r_7^{20} - P^0 + K^0 - 13^0, 16^5 - 22^{10}, 16^5 - 1,6^{20}, 22^{10} - r_7^{20}; \\
 [r_5] &= r_5^{20} - S^0 + K^0 - 13^0, 16^5 - 22^{10}, 16^5 - 1,6^{20}, 22^{10} - r_5^{20}; \\
 [\Gamma] &= \Gamma^{25} - \Gamma^{10} - 22^{25}, 1,6^{20}, -22^{10}, 1,6^{20}; \\
 [A] &= A^{20} - A^{20} - 22^{10}, 2,5^{20} - 22^{10}, 2,5^{20}; \\
 [T] &= T^{20} - T^{20} - 1,6^{20}, 22^{10} - 1,6^{20}, 22^{10}; \\
 [16,25] &= 22^{10}, 2,5^{20} + 22^{10}, 1,6^{20}; \\
 [A] &= A^{20} - A^5 - 13^0, 25^5 - 22^{10}, 2,5^{20} - 13^0, 16^5 - 22^{10}, 16^5; \\
 [I] &= I^{20} - I^5 - 13^0, 17^5 - 1,7^{20}, 22^{10} - 13^0, 16^5 - 22^{10}, 16^5; \\
 [T] &= T^5 - T^{20} - 13^0, 16^5 - 1,6^{20}, 22^{10} - 13^0, 16^5 - 22^{10}, 16^5; \\
 [S] &= S^{15} - S^0 + K^0 - K^{15} - 13^0, 16^5; \\
 [\Gamma] &= \Gamma^{10} - \Gamma^0 - 22^{10}, 16^5 - 16^5, 13^0 - 13^0, 22^0; \\
 [A] &= A^5 - A^0 + 25^5, 13^0 - 13^0, 25^0; \\
 [I] &= I^5 - I^0 + 17^5, 13^0 - 13^0, 17^0;
 \end{aligned}$$

По схеме линейных размеров:

$$\begin{aligned}
 [B] &= B^{35} - B^{10} + \Psi^0 - \eta_1^{20} + \eta_1^{20}; \\
 [J] &= J^{20} - J^{20}; \\
 [E] &= E^{20} - \Theta^0 + \Theta^{10} - \Psi^0 + \eta_1^{20} - \eta_1^{20} - \eta_1^{20}; \\
 [G] &= G^{20} + \Theta^{15} - \eta_1^{20} - \eta_1^{20} - \Psi^5 + \Psi^5; \\
 [\Gamma] &= \Gamma^{10} - \Gamma^{25} + \Psi^5 - \Psi^5 + \eta_1^{20} - \eta_1^{20}; \\
 [J] &= J^{10} - J^{25} + \Psi^5 - \Psi^5 + \eta_1^{20} - \eta_1^{20}; \\
 [\eta] &= \eta_1^{20} - \eta_1^{20} + \eta_1^{20} - \eta_1^{20}; \\
 [\eta] &= \eta_1^{20} - \eta_1^{20}; \\
 [\eta] &= \eta_1^{20} - \Psi^5 + \Psi^5 - \eta_1^{20}; \\
 [G] &= G^5 + \Psi^5 - \eta_1^{20}; \\
 [\Psi] &= \Psi^5 - \eta_1^{20}; \\
 [B] &= B^{15} - B^0 + \Theta^{10} - \Psi^0 + \Psi^5 - \Psi^5 - \Theta^{15};
 \end{aligned}$$

- [] = IO<sup>10</sup> - IO<sup>15</sup> + III<sup>5</sup> - III<sup>5</sup> - III<sup>0</sup>;
- [] = L<sup>0</sup> - J<sup>10</sup> - III<sup>5</sup> + III<sup>5</sup> - III<sup>0</sup>;
- [] = III<sup>0</sup> - III<sup>5</sup>;
- [] = G<sup>5</sup> - G<sup>0</sup> + III<sup>0</sup> - III<sup>5</sup> + III<sup>5</sup>;

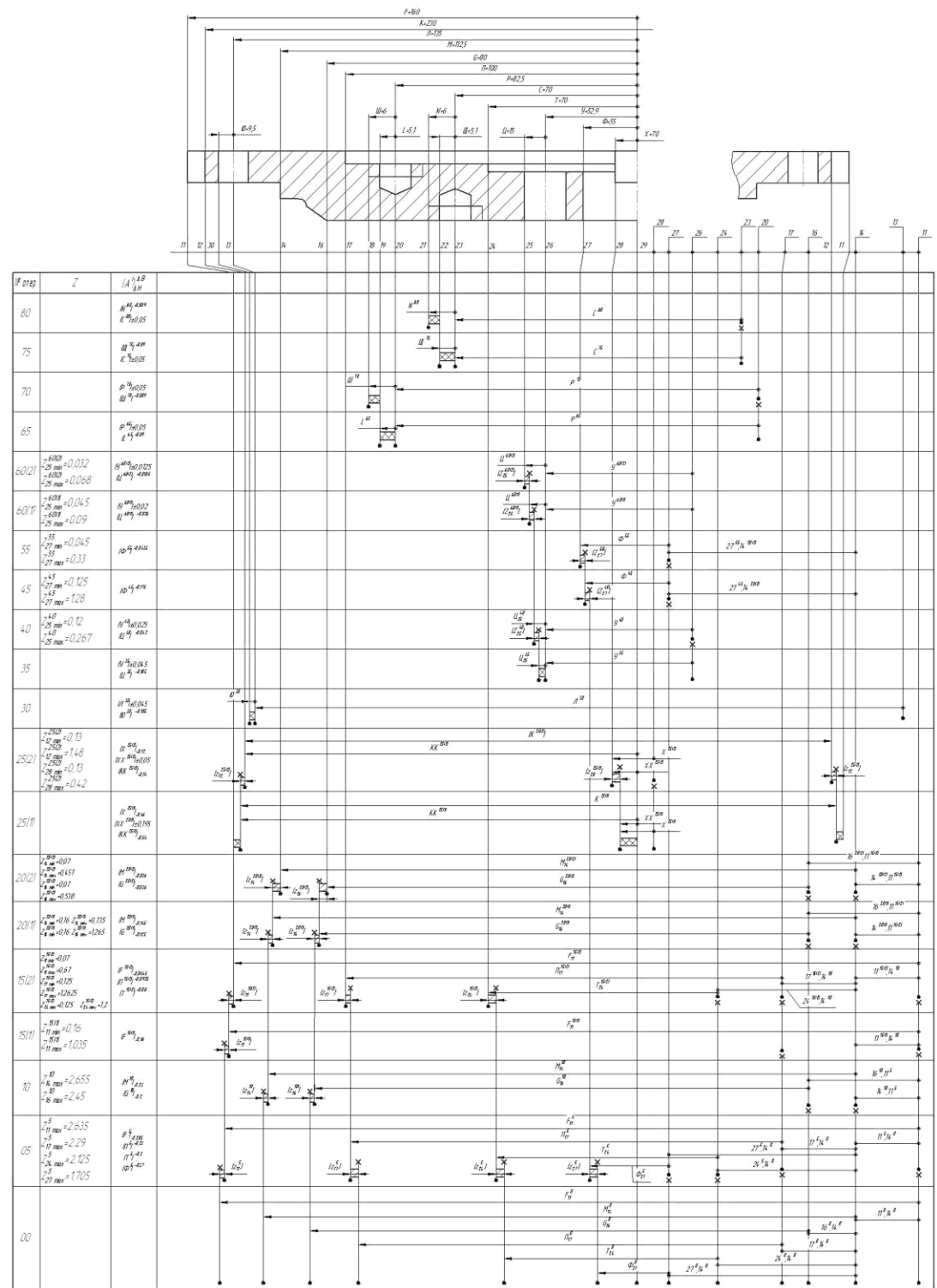


Рисунок 2.5 – Схема диаметральных размеров

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

15.03.05.2020.022.00.000 ПЗ

Лист

31

### 2.3.4 Расчет межоперационных размеров и размеров заготовки

$$[Z_{20}^{200}] = Z_{20}^{200} - Z_{20}^{200};$$

$$[Z_{20}^{200}] = 0,025; T_{Z_{20}^{200}} = 0,058; T_{Z_{20}^{200}} = 0,022;$$

$$T_{Z_{20}^{200}} = 0,058 + 0,022 = 0,08;$$

$$A_{0,Z_{20}^{200}} = 0; A_{0,Z_{20}^{200}} = 0;$$

$$A_{0,Z_{20}^{200}} = 0;$$

$$A_{H,Z_{20}^{200}} = A_{0,Z_{20}^{200}} - T_{Z_{20}^{200}} = 0 - 0,04 = -0,04;$$

$$Z_{20}^{200} = Z_{20}^{200} - A_{H,Z_{20}^{200}} = 0,025 + 0,04 = 0,065;$$

$$Z_{20}^{200} = Z_{20}^{200} - A_{H,Z_{20}^{200}} = 8 - 0,065 = 7,935;$$

$$Z_{20}^{200} = Z_{20}^{200} + T_{Z_{20}^{200}} = 0,025 + 0,08 = 0,105.$$

Остальные размеры и припуски рассчитываются аналогично. Результаты расчётов приведены в соответствии с таблицей 2.2

Определим припуски и операционные размеры по схеме диаметральных размеров:

$$[Z_{4}^{200}] = H^{35} - H^0 - 4^{35}, Z_{4}^{200} = Z_{4}^{200} - 1,6^{200}, 22^{10} - 22^{10}, 16^5 - 13^0, 16^5 + K^0;$$

$$Z_{4}^{200} = 0,0125 + 0,2 = 0,2125; T_{H^{35}} = 0,035; T_{L^0} = 0,12; 1,6^{200}; 22^{10} = \pm 0,01;$$

$$22^{10}; 16^5 = \pm 0,15; 13^0, 16^5 = \pm 0,06;$$

$$H = 9^{+0,035}; K = 67 \pm 0,06; T_{K^{200}} = 0,12; 4^{35}; 1,6^{200} = \pm 0,04; T_{K^0} = 0,2;$$

$$Z_{4}^{200} = 10^{200} + K^0 - 10^{200} - 10^{200} - 4^{35}, Z_{4}^{200} - 1,6^{200}, 22^{10} - 22^{10}, 1,6^{200} - 13^0, 1,6^{200};$$

$$10^{200} = 9 + 66,9 - 67,06 - 0,04 - 0,06 - 0,1 - 0,15 - 0,2125 = 8,367;$$

$$H^0 = 10^{200} - A_{B,H^0} = 8,367 - 0,12 = 8,247.$$

Остальные размеры и припуски рассчитываются аналогично. Результаты расчётов приведены в соответствии с таблицей 2.3.

Проверим точность спроектированного технологического процесса:

$$[16,25] = 22^{10}, 2,5^{200} + 22^{10}, 1,6^{200};$$

$$[16,25]_{\text{расч}} = 22^{10}, 2,5^{200} + 22^{10}, 1,6^{200} = 0,02 + 0,02 = 0,04;$$

$$[16,25]_{\text{расч}} = 0,04 < [16,25] = 0,05;$$

Таким образом, спроектированный технологический процесс обеспечивает все требования, предъявляемые к детали.

Таблица 2.2 – Результаты расчетов уравнений диаметральных размеров

Уравнения	Исходные данные	$A_i, Z_{\max}$
$\left[ \frac{Z_{200}^{200}}{Z_{22}^{200}} \right] = \Pi^{35} - \Pi^0 - 2^{35} \cdot \frac{Z_{200}^{200}}{1,6^{200}} - 22^{10} - 1,6^{200} \cdot 22^{10} - 13^0 \cdot 1,6^5 + K^0$	$T/\Pi^{35} = 0,055; T/\Pi^0 = 0,12;$ $\frac{Z_{200}^{200}}{1,6^{200}} = \pm 0,04; T/\frac{Z_{200}^{200}}{1,6^{200}} = 0,12;$ $1,6^{200} \cdot 22^{10} = \pm 0,01;$ $22^{10} \cdot 1,6^5 = \pm 0,15;$ $13^0 \cdot 1,6^5 = \pm 0,06;$	$2/\Pi^0 = 9,495 \pm 0,12;$ $\frac{Z_{200}^{200}}{1,6^{200}} = 0,955$
$\left[ \frac{Z_{200}^{200}}{Z_{22}^{200}} \right] = \frac{\Pi^{200}}{1,6^{200}} - \frac{\Pi^{200}}{1,6^{200}} + \frac{Z_{200}^{200}}{1,6^{200}}$	$T/\Pi^{200} = 0,016; T/\Pi^{200} = 0,042;$ $P = 10^{+0,16}; K = 67 \pm 0,06;$ $T/\frac{Z_{200}^{200}}{1,6^{200}} = 0,12; T/\frac{Z_{200}^{200}}{1,6^{200}} = 0,12;$	$2/\Pi^{200} = 19,678^{+0,032};$ $\frac{Z_{200}^{200}}{1,6^{200}} = 0,297$
$\left[ \frac{Z_{200}^{200}}{Z_{22}^{200}} \right] = \frac{\Pi^{200}}{1,6^{200}} - P^0 + K^0 - 13^0 \cdot 1,6^5 - 22^{10} \cdot 1,6^5 - 1,6^{200} \cdot 22^{10} - \frac{Z_{200}^{200}}{1,6^{200}};$	$T/\Pi^{200} = 0,42; T/P^0 = 0,15;$ $1,6^{200} \cdot 22^{10} = \pm 0,01;$ $22^{10} \cdot 1,6^5 = \pm 0,15;$ $T/\frac{Z_{200}^{200}}{1,6^{200}} = 0,12;$	$2/P^0 = 18,638 \pm 0,15;$ $\frac{Z_{200}^{200}}{1,6^{200}} = 1,546$
$\left[ \frac{Z_{200}^{200}}{Z_{22}^{200}} \right] = \frac{S^{200}}{1,6^{200}} - S^0 + K^0 - 13^0 \cdot 1,6^5 - 22^{10} \cdot 1,6^5 - 1,6^{200} \cdot 22^{10} - \frac{Z_{200}^{200}}{1,6^{200}};$	$T/S^{200} = 0,035; T/S^0 = 0,12;$ $1,6^{200} \cdot 22^{10} = \pm 0,01;$ $22^{10} \cdot 1,6^5 = \pm 0,15;$ $22^{10} \cdot 1,6^5 = \pm 0,12; T/\frac{Z_{200}^{200}}{1,6^{200}} = 0,12;$	$2/S^0 = 15,210 \pm 0,12;$ $\frac{Z_{200}^{200}}{1,6^{200}} = 1,205$
$\left[ \frac{Z_{200}^{200}}{Z_{22}^{200}} \right] = \Gamma^{25} - \Gamma^{10} - 22^{25} \cdot 1,6^{200} - 22^{10} \cdot 1,6^{200};$	$T/\Gamma^{25} = 0,42; T/\Gamma^{10} = 0,21;$ $22^{25} \cdot 1,6^{200} = \pm 0,025;$ $22^{10} \cdot 1,6^{200} = \pm 0,01;$	$2/\Gamma^{10} = 29,41^{+0,21};$ $\frac{Z_{200}^{200}}{1,6^{200}} = 0,168;$
$\left[ \frac{Z_{200}^{200}}{Z_{22}^{200}} \right] = \frac{T^{200}}{1,6^{200}} - \frac{T^{200}}{1,6^{200}} - \frac{T^{200}}{1,6^{200}} - 22^{10} - 1,6^{200} \cdot 22^{10};$	$T/T^{200} = 0,027; T/T^{200} = 0,07;$ $1,6^{200} \cdot 22^{10} = \pm 0,025;$ $1,6^{200} \cdot 22^{10} = \pm 0,01;$ $T/A^{200} = 0,035; T/A^5 = 0,075;$ $22^{10} \cdot 2,5^{200} = \pm 0,025;$ $13^0 \cdot 1,6^5 = \pm 0,06;$ $22^{10} \cdot 1,6^5 = \pm 0,15;$	$2/T^{200} = 116,274_{-0,07}$ $\frac{Z_{200}^{200}}{1,6^{200}} = 0,294$
$\left[ \frac{Z_{200}^{200}}{Z_{22}^{200}} \right] = \frac{A^{200}}{2,5^{200}} - A^5 - 13^0 \cdot 2,5^5 - 22^{10} \cdot 2,5^{200} - 13^0 \cdot 1,6^5 - 22^{10} \cdot 1,6^5;$	$22^{10} \cdot 2,5^{200} = \pm 0,025;$ $13^0 \cdot 1,6^5 = \pm 0,06;$ $22^{10} \cdot 1,6^5 = \pm 0,15;$	$2/A^5 = 10,04^{+0,15};$ $\frac{Z_{200}^{200}}{2,5^{200}} = 0,63$ $2/I^5 = 104,89^{+0,54};$ $\frac{Z_{200}^{200}}{1,6^{200}} = 0,86$
$\left[ \frac{Z_{200}^{200}}{Z_{22}^{200}} \right] = \frac{I^{200}}{1,7^{200}} - I^5 - 13^0 \cdot 1,7^5 - 1,7^{200} \cdot 22^{10} - 13^0 \cdot 1,6^5 - 22^{10} \cdot 1,6^5;$	$T/I^{200} = 0,07; T/I^5 = 0,27;$ $1,7^{200} \cdot 22^{10} = \pm 0,025;$ $13^0 \cdot 1,6^5 = \pm 0,06;$ $22^{10} \cdot 1,6^5 = \pm 0,15;$	

Продолжение таблицы 2.2

$\left[ \frac{Z_{200}}{Z_{200}} \right] = T^5 - T^{200} - 13^0, 16^5 -$ $16^{200}, 22^{10} - 13^0, 16^5 -$ $22^{10}, 16^5;$	$T T^{200} = 0,07; T T^5 = 0,27;$ $16^{200}, 22^{10} = \pm 0,025;$ $13^0, 16^5 = \pm 0,06;$ $22^{10}, 16^5 = \pm 0,15;$	$2T^5 = 117,384_{-0,54}$ $\frac{Z_{200}}{Z_{200}} = 0,86$
$\left[ \frac{Z_{100}}{Z_{200}} \right] = \Gamma^{10} - \Gamma^0 - 22^{10}, 16^5 -$ $16^5, 13^0 - 13^0, 22^0;$	$T \Gamma^{10} = 0,21; T \Gamma^0 = 0,15;$ $22^{10}, 16^5 = \pm 0,15;$ $13^0, 22^0 = \pm 0,01;$ $16^5, 13^0 = \pm 0,15;$	$2\Gamma^0 = 27,81 \pm 0,15;$ $\frac{Z_{100}}{Z_{200}} = 1,41$
$\left[ \frac{Z_{200}}{Z_{200}} \right] = A^5 - A^0 + 25^5, 13^0 -$ $13^0, 25^0;$ $\left[ \frac{Z_{200}}{Z_{200}} \right] = I^5 - I^0 + 17^5, 13^0 -$ $13^0, 17^0;$	$T A^0 = 0,1; T A^5 = 0,15;$ $25^5, 13^0 = \pm 0,06;$ $13^0, 25^0 = \pm 0,01;$ $T I^5 = 0,5; T I^0 = 0,27;$ $17^5, 13^0 = \pm 0,06;$ $13^0, 17^0 = \pm 0,01;$	$2A^0 = 9,02 \pm 0,01;$ $\frac{Z_{100}}{Z_{200}} = 1,41$ $2I^0 = 103,7 \pm 0,5$ $\frac{Z_{200}}{Z_{200}} = 1,522$

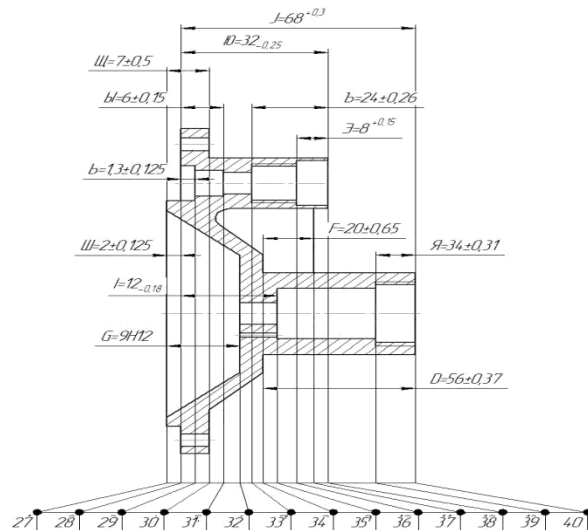
Таблица 2.3 – Результаты расчетов уравнений линейных размеров

Уравнения	Исходные данные	$A_i, Z_{\max}$
$\left[ \frac{Z_{200}}{Z_{200}} \right] = T^{200} - T^{200};$	$T T^{200} = 0,022;$ $T T^{200} = 0,058;$	$\frac{Z_{200}}{Z_{200}} = 7,935$ $\frac{Z_{200}}{Z_{200}} = 0,105$
$\left[ \frac{Z_{200}}{Z_{200}} \right] = T T^{200} - T T^{200};$	$T T T^{200} = 0,122;$ $T T T^{200} = 0,158;$	$\frac{Z_{200}}{Z_{200}} = 7,244;$ $\frac{Z_{200}}{Z_{200}} = 0,305$
$\left[ \frac{Z_{200}}{Z_{200}} \right] = \Pi^0 - \Pi^5$	$T \Pi^0 = 0,2; T \Pi^5 = 0,1;$	$\Pi^0 = 7,719;$ $\frac{Z_{200}}{Z_{200}} = 0,55$
$\left[ \frac{Z_{200}}{Z_{200}} \right] = T T T^{200} -$ $T T T^{200} + T T T^{200} - T T T^{200}$	$T T T T^{200} = 0,018;$ $T T T T^{200} = 0,048;$ $T T T T^{200} = 0,158;$ $T T T T^{200} = 0,122;$	$\frac{Z_{200}}{Z_{200}} = 2,107;$ $\frac{Z_{200}}{Z_{200}} = 0,371;$
$\left[ \frac{Z_{200}}{Z_{200}} \right] = T T T^{200} - \Pi^5 + \Pi^5 -$ $T T T^{200};$	$T T T T^{200} = 0,158;$ $T \Pi^5 = 0,1;$ $T T T T^{200} = 0,048;$ $T \Pi^5 = 0,4;$	$\Pi^5 = 1,84;$ $\frac{Z_{200}}{Z_{200}} = 0,756;$



Продолжение таблицы 2.3

$[I_{200}^{200}] = G^5 - G^5 + \Pi^5 - \Pi^5;$	$T_{\Pi^5} = 0,158;$ $T\Pi^5 = 0,1;$ $T_{G^5} = 0,058;$ $TG^5 = 0,15;$	$G^5 = 8,853;$ $\Pi^5 = 0,516;$
$[I_{200}^{200}] = G^5 - G^0 + \Pi^0 - \Pi^5 + \Pi^5;$	$T\Pi^0 = 0,2; TG^0 = 0,3;$ $T\Pi^5 = 0,1; TG^5 = 0,15;$ $T\Pi^5 = 0,4;$	$\Pi_{max}^0 = 0,516;$ $G^0 = 8,628;$
$[I_{200}^{200}] = \text{Б}^{35} - \text{Б}^{10} + \Pi^0 - \Pi^5 + \Pi^5;$	$T\Pi^0 = 0,2; T_{\Pi^5} = 0,018;$ $T_{\Pi^5} = 0,122; T\text{Б}^{35} = 0,12;$ $T\text{Б}^{10} = 0,3;$	$\text{Б}^{10} = 8,15;$ $\Pi^0 = 1,01;$
$[I_{200}^{200}] = -\text{Ю}^{15} + \text{Ю}^{15} - \Pi^5 + \Pi^5;$	$T_{\Pi^5} = 0,122; T\Pi^5 = 0,1;$ $T_{\Pi^5} = 0,0118; T\Pi^5 = 0,4;$ $T_{\text{Ю}^{15}} = 0,13; T\text{Ю}^{15} = 0,57;$	$\text{Ю}^{15} = 35,358;$ $\Pi^5 = 1,39;$
$[I_{200}^{200}] = \text{Ю}^{10} - \text{Ю}^{15} + \Pi^5 - \Pi^5 - \Pi^0;$	$T\Pi^5 = 0,1; T\Pi^5 = 0,4;$ $T\Pi^0 = 0,2; T\text{Ю}^{15} = 0,13;$ $T\text{Ю}^{10} = 0,4;$	$\text{Ю}^{10} = 38,398;$ $\Pi^0 = 1,73;$
$[I_{200}^{200}] = \text{Э}^0 + \text{Ю}^{10} - \Pi^0 + \Pi^5 - \Pi^5 - \text{Ю}^{10};$	$T_{\Pi^5} = 0,122; T\Pi^0 = 0,2;$ $T_{\Pi^5} = 0,018; T_{\text{Ю}^{10}} = 0,4;$ $T_{\text{Ю}^{10}} = 0,13; T\text{Ю}^{10} = 0,4;$	$\text{Э}^0 = 10,46;$ $\Pi^0 = 1,52;$
$[I_{200}^{200}] = \text{I}^{10} - \text{I}^{25} + \Pi^5 - \Pi^5 + \Pi^5 - \Pi^5;$	$T_{\Pi^5} = 0,122; T\Pi^5 = 0,1;$ $T_{\Pi^5} = 0,018; T\Pi^5 = 0,4;$ $T\text{I}^{10} = 0,28; T\text{I}^{25} = 0,1;$	$\text{I}^{10} = 13,168;$ $\Pi^5 = 1,07;$
$[I_{200}^{200}] = \text{J}^{10} - \text{J}^{25} + \Pi^5 - \Pi^5 + \Pi^5 - \Pi^5;$	$T_{\Pi^5} = 0,122; T\Pi^5 = 0,1;$ $T_{\Pi^5} = 0,018; T\Pi^5 = 0,4;$ $T\text{J}^{10} = 0,4; TG^{25} = 0,15;$	$\text{J}^{10} = 69,299;$ $\Pi^5 = 1,24;$
$[I_{200}^{200}] = \text{L}^0 - \text{J}^{10} - \Pi^5 + \Pi^5 - \Pi^0;$	$T\Pi^0 = 0,2; T\Pi^5 = 0,1;$ $T\text{N}^0 = 0,8; T\Pi^5 = 0,4;$ $T\text{L}^0 = 0,8; T\text{I}^{10} = 0,28;$	$\text{N}^0 = 55,731;$ $\Pi^0 = 2,83;$
$[I_{200}^{200}] = \text{Б}^{15} - \text{Б}^0 + \text{Ю}^{10} - \Pi^0 + \Pi^5 - \Pi^5 - \text{Ю}^{15};$	$T\Pi^0 = 0,2; T\Pi^5 = 0,1;$ $T\text{Ю}^{15} = 0,57; T\Pi^5 = 0,4;$ $T\text{Б}^{15} = 0,33; T\text{Б}^0 = 0,3;$ $T\text{Ю}^{10} = 0,4;$	$\text{Б}^0 = 24,514;$ $\Pi^0 = 2,55;$



№ ступ.	Z	ТА							
025		$III^{25} = -0,09$ $II^{25} = -0,09$ $Ib^{25} = -0,105$ $I\phi^{25} = -0,09$ $I\gamma^{25} = -0,09$ $IC^{25} = -0,09$ $IP^{25} = -0,125$ $I\Gamma^{25} = -0,09$ $IO^{25} = -0,09$ $Ib^{25} = -0,105$							
030	2-й переход	$Z_{20}^{20//} = -0,993$ $Z_{20}^{20//} = -0,025$ $Z_{30}^{20//} = -0,993$ $Z_{30}^{20//} = -0,025$ $Z_{40}^{20//} = -0,825$ $Z_{40}^{20//} = -0,025$	$IV^{25} = -0,105$ $IX^{25} = -0,105$ $IOI^{25} = -0,2$ $IOI^{25} = -0,13$ $IOI^{25} = -0,175$ $IM^{25} = -0,2$	$A^{20//}$ $B^{20//}$ $Iz_1^{20//}$ $Iz_2^{20//}$ $Iz_3^{20//}$					
030	1-й переход	$Z_{13}^{20'} = -2,23$ $Z_{30}^{20'} = -0,05$ $Z_{12}^{20'} = 2,23$ $Z_{12}^{20'} = -0,05$	$TA^{20'} = 0,036$ $Tb^{20'} = -0,036$ $Tш^{20'} = -0,18$ $TA^{20'} = -0,15$ $Tb^{20'} = -0,15$ $Tш^{20'} = -0,32$ $TГ^{20'} = -0,21$ $TE^{20'} = -0,35$ $TЖ^{20'} = -0,35$	$A^{20'}$ $B^{20'}$ $Г^{20'}$ $Iz_1^{20'}$ $Iz_2^{20'}$ $Iz_3^{20'}$ $Iz_4^{20'}$ $Iz_5^{20'}$ $Iz_6^{20'}$					
035	2-й переход	$Z_{31}^{15//} = -1,185$ $Z_{31}^{15//} = -0,025$ $Z_{15}^{15//} = -1,392$ $Z_{32}^{15//} = -0,025$ $Z_{15}^{15//} = -1,392$ $Z_{31}^{15//} = -0,025$	$TI^{15//} = 0,036$ $TK^{15//} = -0,036$ $Tш^{15//} = -0,34$	$Iz_1^{15//}$ $Iz_2^{15//}$ $Iz_3^{15//}$ $Iz_4^{15//}$					
035	1-й переход	$Z_{15}^{15'} = -1,392$ $Z_{31}^{15'} = -0,025$	$TI^{15'} = -0,15$ $TK^{15'} = -0,15$ $Tш^{15'} = -0,72$	$Iz_1^{15'}$ $Iz_2^{15'}$ $Iz_3^{15'}$ $Iz_4^{15'}$					
040		$TI^{10} = 0,52$ $TE^{10} = 0,87$ $TЖ^{10} = 0,87$ $Tш^{10} = 1,6$		$Г^{10}$ $E^{10}$ $Ж^{10}$ $Iz_1^{10}$ $Iz_2^{10}$ $Iz_3^{10}$					
045		$TI^E = 10$ $Tш^E = 20$		$ш^E$ $Iz_3^E$					
050		$Tш^0 = 15$ $TЖ^0 = 10$		$ш^0$ $Ж^0$ $ш^0$					

Рисунок 2.6 – Схема линейных размеров

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

15.03.05.2020.022.00.000 ПЗ

Лист

36

### 2.3.5 Оформление чертежа заготовки

Исходя из результатов размерного анализа, оформляем чертеж заготовки в соответствии с рисунком 2.7.

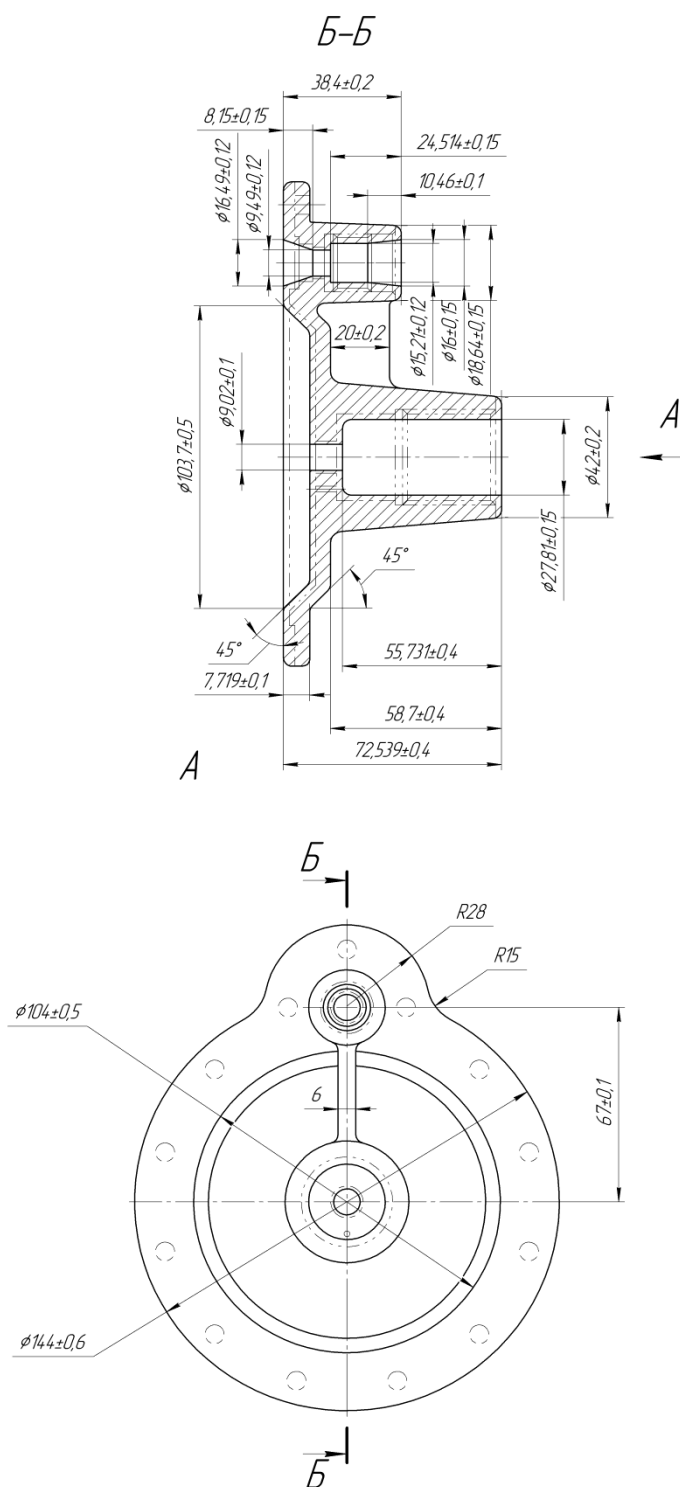


Рисунок 2.7 – Чертеж заготовки

					15.03.05.2020.022.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		37

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

Рассчитаем режимы резания для сверления двухступенчатого отверстия  $\varnothing 10,2H14$  и  $\varnothing 17H14$ .

Исходные данные:

диаметр сверления - 10,2 мм;

диаметр зенкерования - 17 мм;

глубина сверления - 26 мм;

обрабатываемый материал - Сталь 45 ГОСТ 1050,  $\sigma_b = 610$  МПа, НВ 241.

Определяем режимы резания [2] при сверлении, так как сверло нагружено больше чем зенкер.

Определим подачу при сверлении

$S = 0,17 \dots 0,22$  мм/об. Принимаем  $S = 0,20$  мм/об.

Определим скорость резания при сверлении:

$$V_{\text{факт.}} = \frac{C_V \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} \cdot K_V, \text{ м/мин.} \quad (2.1)$$

где  $C_V = 7,0$ ;  $q = 0,40$ ;  $y = 0,70$ ;  $m = 0,20$  - коэффициенты и показатели степени в формуле скорости резания;

$T = 20$  мин. - стойкость режущего инструмента;

$K_V$  - поправочный коэффициент, учитывающий свойства обрабатываемого материала, режущего инструмента и условия резания.

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{UV} \cdot K_{LV} \quad (2.2)$$

$$K_V = 1,23 \cdot 1 \cdot 1 = 1,23$$

$$K_{MV} = \left( \frac{750}{\sigma_b} \right) = \left( \frac{750}{610} \right) = 1,23$$

$$K_{UV} = 1, K_{LV} = 1.$$

$$V_{\text{факт.}} = \frac{7 \cdot 10,2^{0,4}}{20^{0,2} \cdot 0,2^{0,7}} \cdot 1,23 = 36 \text{ м/мин.}$$

Определим частоту вращения шпинделя станка

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi D}, \text{ об/мин.} \quad (2.3)$$

$$n = \frac{1000 \cdot 36}{3,14 \cdot 10,2} = 1124 \text{ об/мин.}$$

					15.03.05.2020.022.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		38

Обработку детали предполагается производить на вертикально-сверлильном станке модели 2Н135. По паспорту станка принимаем число оборотов шпинделя  $n=1000$  об/мин.

Режимы резания для остальных операций определим табличным методом и сведем в таблицу 2.4.

Таблица 2.4 – Режимы резания

Поверхность	L, мм	t, мм	i, мм	S, мм/об	n, об/мин	V, м/мин
Операция 005						
153	54	0,55	1	0,8	630	302,66
153	55	2	2	0,7	630	302,66
116	61	0,516	1	0,6	800	291
10	14	0,80	1	0,3	1200	37,68
Операция 010						
42	13	2,15	1	0,5	1200	158
28	71	1,41	1	0,5	1200	105,5
Поверхность	L, мм	t, мм	i, мм	S, мм/об	n, об/мин	V, м/мин
Операция 015						
26	9	1,52	1	0,5	1200	97,97
16,43	30	1,205	1	0,5	1200	61,9
Операция 020						
117	55	0,75	1	0,3	960	352
153	62	0,4	1	0,3	960	461
106	61	0,35	1	0,3	1200	319,5
11	14	0,63	1	0,3	1200	37,68
Операция 025						
42	13	0,55	1	0,5	1200	158
30	71	0,372	1	0,3	1200	113
31,43	52	0,75	1	0,4	1200	115
33,7	2	1	3	0,05	1200	117,3
33	40	1,5	6x2	1,5	3,15	36
Операция 030						
26	9	0,78	1	0,5	1200	97,97
16,43	27	0,5	1	0,3	1200	62
20	15	0,297	1	0,1	1200	75,36
18,7	2	1	3	0,05	1200	73,1
18	27	1,5	6x2	1,5	1200	17,8
Операция 035						
6,5	10	3,25	3	0,25	960	17,5
18	15	2,5	3	0,15	800	13,5
Операция 040						
6,5	15	3,25	1	0,25	960	17,5
Операция 045						
2	63	1	1	0,15	2975	18,683

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

15.03.05.2020.022.00.000 ПЗ

Лист

39

## 2.5 Нормирование технологических операций

Определим нормы времени на операции 005.

Исходные данные:

Деталь: Крышка.

Операция – предварительная обточка.

Станок – токарный СТП-220 АП.

Род и размер заготовки - отливка, АК12(АЛ2)-ВМ ГОСТ 1583-93;  $\sigma_B=61\text{Г/мм}^2$ ; габаритные размеры: 260x315; Вес .78,5 кг

Инструмент – резец расточной, оснащенный пластиной из твердого сплава марки Т15К6.

Условия выполнения операции: операция выполняется в один переход; заготовка устанавливается в самоцентрирующийся патрон.

Определение основного времени.

Основное время  $t_o$  определим по формуле [3]

$$T_o = \frac{L}{n \cdot S_o} i, \text{ мин (2.4)}$$

где  $L$  – длина резания, мм;

$$L = l + y + \Delta, \text{ мм}$$

где  $l$  – длина обрабатываемой поверхности, мм,  $l = 170$ ;

$y$  – величина врезания при нормальной заточке резца, мм,  $y = 2$ [5]

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

$$L = 170 + 2 + 3 = 175 \text{ мм};$$

$i$  – количество переходов  $i = 1$ .

$$T_o = \frac{175}{215 \cdot 0,2} = 5,55 \text{ мин}$$

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

$$T_{шт} = (t_o + t_v \cdot K_{ТВ}) \left[ 1 + \frac{a_{отд} + a_{обсл}}{100\%} \right], \text{ мин. (2.5)}$$

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

					15.03.05.2020.022.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		40

$$t_{\text{в}} = t_{\text{в1}} + t_{\text{в2}} + t_{\text{в3}} + t_{\text{уст}}, \text{ мин.} \quad (2.6)$$

- 1 – установить деталь весом в самоцентрирующийся патрон; 78,5 кг  
 $t_{\text{уст}}=2,5$  мин.,  
 2 – установить число оборотов шпинделя  $t_{\text{в1}} = 0,06$  мин.;  
 3 – установить величину подачи  $t_{\text{в2}} = 0,04$  мин.;  
 4 – время на проход  $t_{\text{в3}} = 0,15$  мин.;

$$T_{\text{в}} = 2,5 + 0,06 + 0,04 + 0,15 = 3,65.$$

$$T_{\text{шт т}} = (5,55 + 3,65 \cdot 1) \left[ 1 + \frac{0,07 + 0,07}{100\%} \right] = 10,01 \text{ мин.}$$

Определение подготовительно-заключительного времени.

Для установки детали в самоцентрирующийся патрон с количеством инструмента в наладке до двух подготовительно-заключительное время равно 10 минутам.

Нормы времени на все остальные операции приведены в таблице 2.5.

Таблица 2.5 – Нормы времени

№ операции	То.	Тв.	Тшт.	Тп.з.
005	5,55	3,65	10,01	10
010	7,38	3,25	11,21	10
015	10,3	4,18	13,798	14
020	15,4	4,6	22	12
025	8,35	2,53	10,88	5
030	1,5	2,14	4,1	5
035	1,37	2,35	4,092	5
040	2,5	3,16	6,226	8
045	7,63	3,5	12,63	5
050	8	5,1	14,41	4

#### 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 зажимного приспособление

Необходимо спроектировать зажимное приспособление для установки и закрепления заготовки на операции обработки отверстия диаметром  $30H11$ .

#### 3.1.1 Разработка теоретической схемы базирования

Необходимо составить схему базирования для обработки отверстия. Базирование детали в приспособлении осуществляется по диаметру  $116d9$  с применением усилия зажима и упором в торец детали.

При упоре в торец деталь лишается трех степеней свободы: перемещения вдоль оси  $Oz$ , вращения относительно осей  $Ox$  и  $Oy$ .

Упор в бобышку 1 лишает деталь возможности вращения относительно оси  $Oz$  при обработке детали.

Теоретически схема базирования соответствует рисунку 3.1.

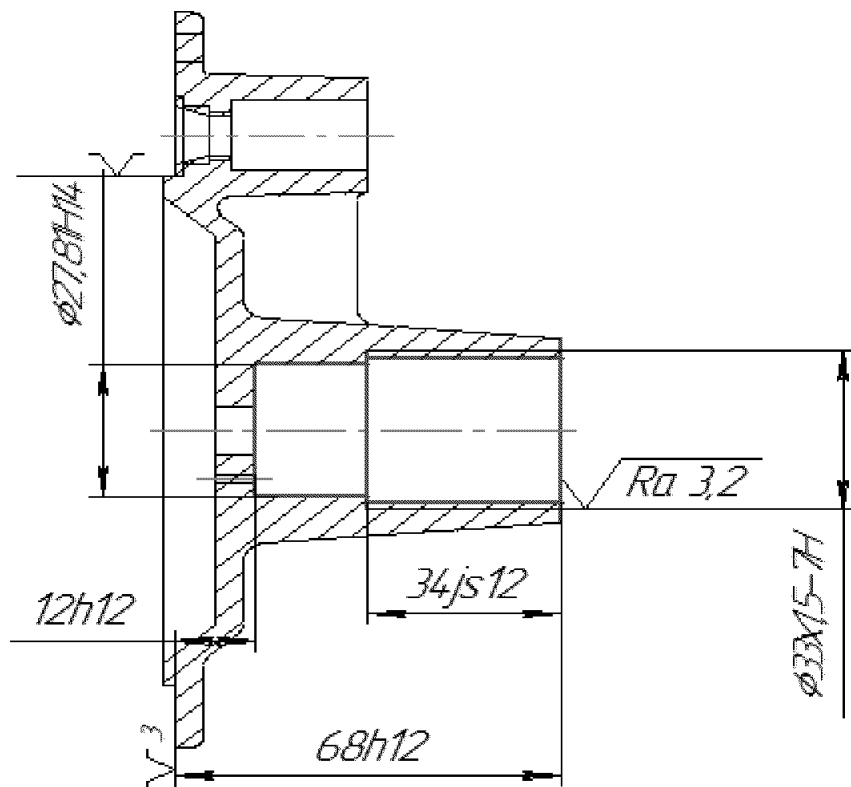


Рисунок 3.1 – Теоретическая схема базирования детали

#### 3.1.2 Проектирование схемы приспособления

Схема зажимного приспособления приведена в соответствии с рисунком 3.2. Закрепление детали осуществляется при перемещении штока пневмоцилиндра

					15.03.05.2020.022.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		42



справа налево. При этом происходит перемещение соединенного с ним штока и планшайбы, в свою очередь соединенной при помощи толкателей с прихватами. Поворот прихватов в рабочее положение осуществляется с помощью штифта, запрессованного в корпус прихвата, входящего в зацепление с винтовой канавкой, профрезерованной на цилиндрической поверхности толкателя.

При раскреплении детали, (при ходе штока слева направо), происходит отвод прихватов от поверхности детали и их поворот выступами наружу, что позволяет легко снять деталь и установить новую.

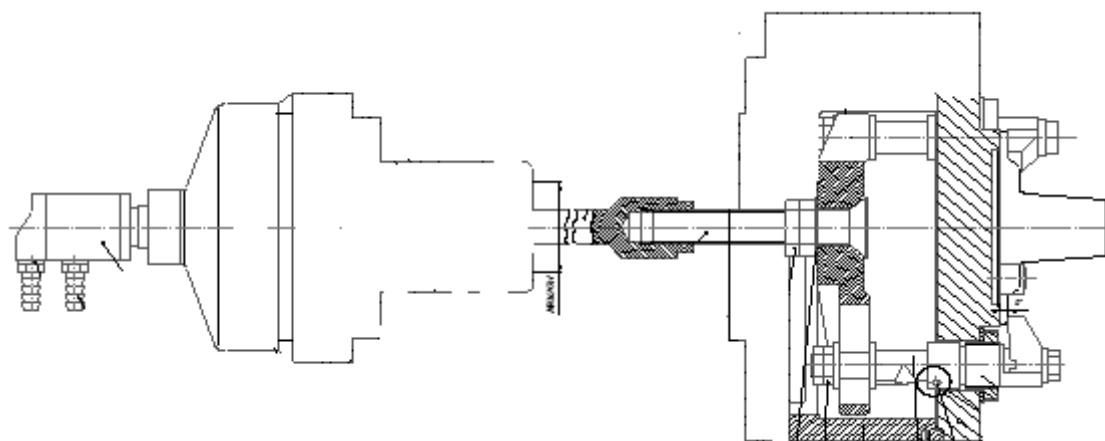


Рисунок 3.2 – Схема приспособления

### 3.1.3 Силовой, кинематический, прочностной расчет основных элементов приспособления

Силовой расчет приспособления сводится к определению усилия зажима заготовки

Определим усилие зажима [2] :

$$W = \frac{K}{\mu} \cdot P_z, \text{ кгс} \quad (3.1)$$

где  $K$  – коэффициент зажимного усилия;

$P_z$  – тангенциальная составляющая силы резания;

$\mu$  – коэффициент трения на зажимаемой поверхности.

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2,$$

где  $K = 1,5$  – гарантированный коэффициент запаса;

$K = 1,5$  – коэффициент, учитывающий увеличение силы резания от прогрессирующего затупления инструмента;

$K = 1,2$  – коэффициент, учитывающий наложение моментов, стремящихся повернуть заготовку;

$$K = 1,5 \cdot 1,5 \cdot 1,2 = 2,7;$$

$$\mu = 0,2;$$

Из расчета режима резания определим требуемую силу зажима  $W$

$$W = \frac{2,7}{0,2} \cdot 26,136 = 352,836 \text{ кгс}$$

Определим  $Q$  – силу, развиваемую зажимными элементами приспособления

$$Q = W.$$

Выбираем по ГОСТ 21827-76 вращающийся пневмоцилиндр с воздухоподводящей муфтой. Пневмоцилиндр 7020-0106 диаметром , развивающий толкающее усилие при давлении воздуха 0,5 МПа, равное .160 мм950 кг

При обработке размера диаметр 30Н11 погрешность  $\varepsilon\delta = 0$ , так как технологическая база совпадает с конструкторской.

$$\operatorname{tg}\alpha = \frac{z_{\max}}{L} \quad (3.3)$$

$$z_{\max} = D_{\max\text{отв}} - d_{\min\text{шт}} \quad (3.4)$$

$$z_{\max} = 30,52 - 29,941 = 0,579$$

$$\operatorname{tg}\alpha = \frac{0,579}{67} = 0,008$$

$$\alpha = 27^\circ$$

Полученные результаты удовлетворяют условиям, предъявляемым к точности изготовления детали.

### 3.1.4 Компоновка приспособления

Компоновка приспособления в соответствии с рисунком 3.3. Закрепление детали осуществляется при перемещении штока позиции 22 пневмоцилиндра справа налево. При этом происходит перемещение соединенного с ним штока позиции 21 и планшайбы позиции 27, в свою очередь соединенной при помощи толкателей позиции 8 с прихватами позиции 14. Поворот прихватов в рабочее положение осуществляется с помощью штифта позиции 17, запрессованного в

					15.03.05.2020.022.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		44

корпус прихвата позиции 15, входящего в зацепление с винтовой канавкой, профрезерованной на цилиндрической поверхности толкателя позиции 8.

При раскреплении детали, (при ходе штока позиции 22 слева направо), происходит отвод прихватов от поверхности детали и их поворот выступами наружу, что позволяет легко снять деталь и установить новую.

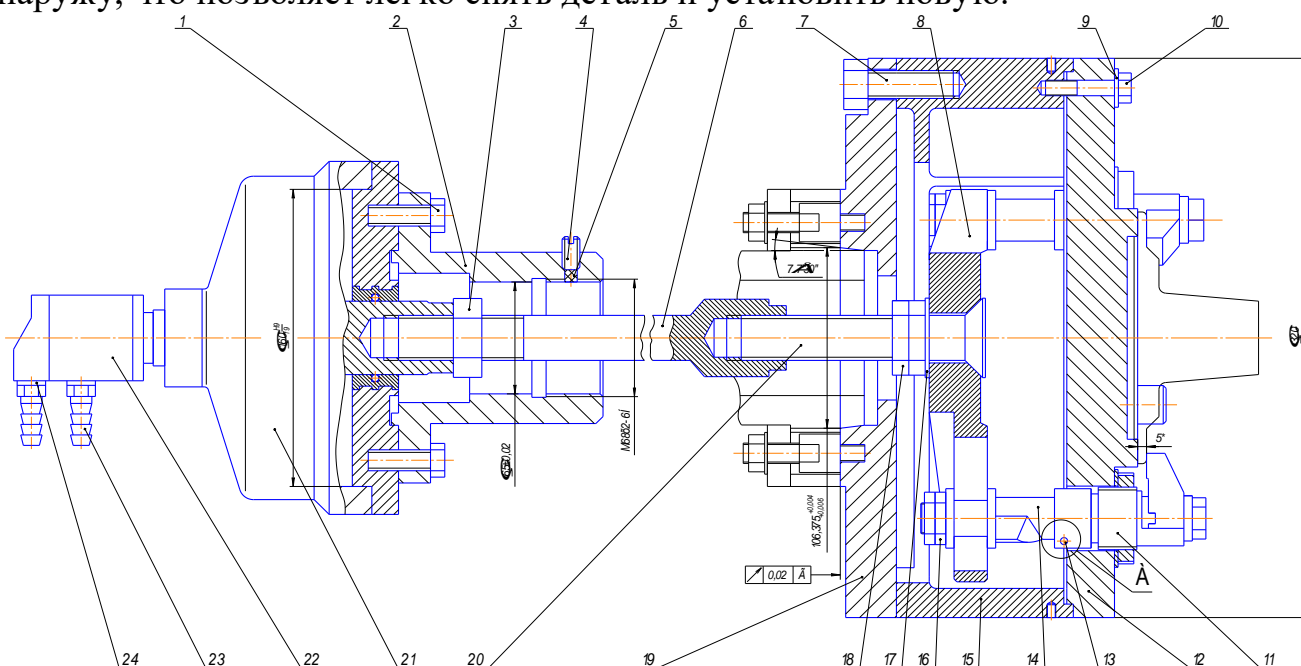


Рисунок 3.3 – Компоновка приспособления

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

### 3.1.5 Расчет приспособления на точность

Точность установки детали в приспособлении из условия обеспечения размера детали 30H11 с позиционным допуском равным 0,8 мм на диаметр, вычисляется по формуле расчетной суммарной погрешности установки в приспособлении

$$\Delta_{уст} \leq 1,2 \sqrt{\Delta_B^2 + \Delta_{пр}^2 + \Delta_3^2}, \text{ мм} \quad (3.5)$$

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

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

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

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

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

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

### 3.2 Проектирование приспособления для контроля перпендикулярности отверстия 11Н8

#### 3.2.1 Разработка схемы замера

Схема замера отвечает рисунку 3.4. Деталь устанавливается, таким образом, чтобы её вращения находилась горизонтально. Замер производится подведением рычага к внутренней поверхности втулки.

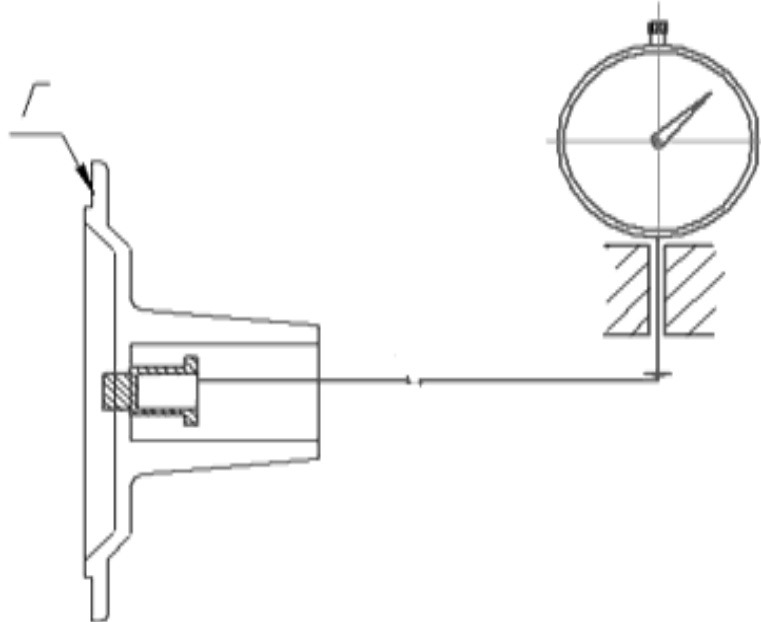


Рисунок 3.4 – Схема замера

#### 3.2.2 Разработка схемы приспособления

Приспособление состоит из плиты позиции 16, на которой установлена стойка позиции 17, стойки позиции 13 с индикатором позиции 10, рычага позиции 22 и втулки позиции 42.

Поверхности рычагов, контактирующие с деталью и наконечником индикатора сферические. Такая схема позволяет сохранить постоянство передаточного отношения. Следовательно, можно пренебречь переменной разноплечью рычага.

Так как плечи рычага относительно велики, целесообразно применить следующую схему шарнирного соединения рычага с корпусом: в калёный корпус на оси устанавливается рычаг, запрессованный на ось. Преимущество данного метода состоит в том, что опорная база рычага разнесена на относительно большую ширину, что уменьшает возможность боковой качки рычага. Для

повышения точности шарнира производят индивидуальную притирку отверстия по штифту с обеспечением минимального зазора – 2 – 3 мкм. Компоновка контрольного приспособления приведена в соответствии с рисунком 2.5.

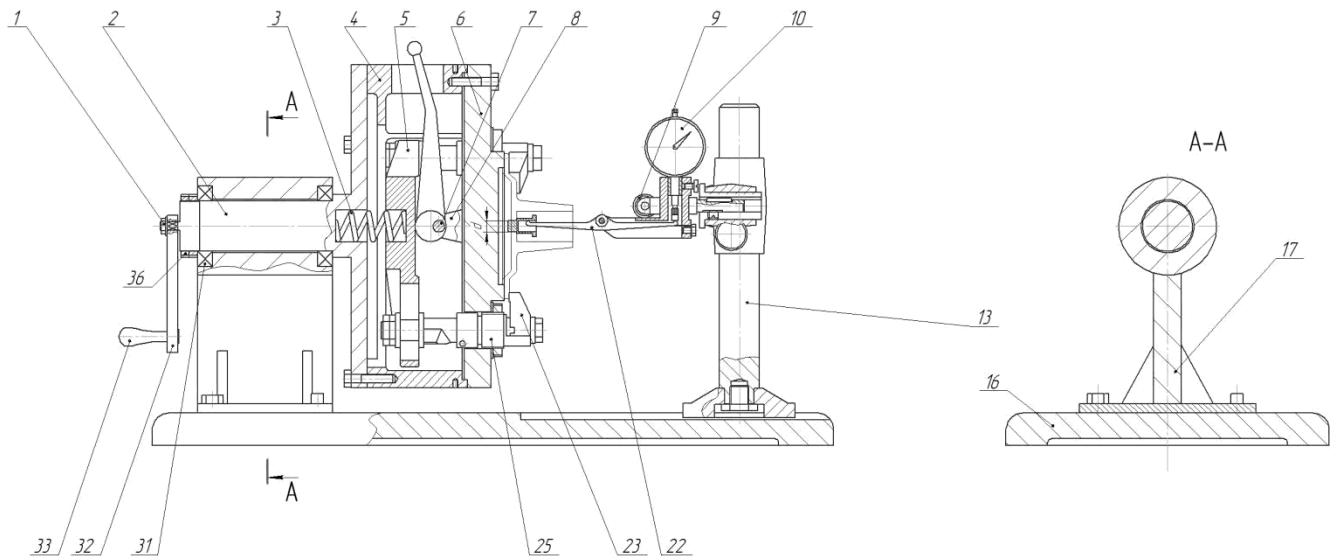


Рисунок 3.5 – Схема контрольного приспособления

Схема соединения рычага с корпусом приведена в соответствии с рисунком 2.6.

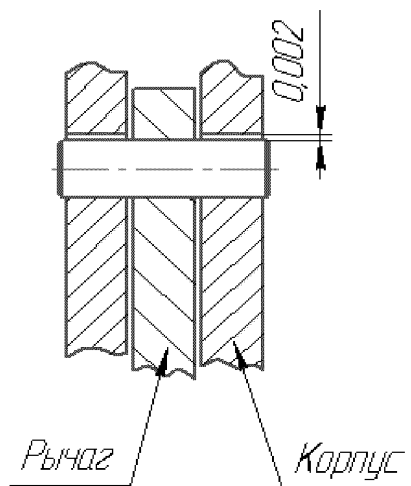


Рисунок 3.6 – Соединение рычаг-корпус

### 3.2.3 Компоновка контрольного приспособления

Деталь в соответствии с рисунком 3.7 устанавливается в приспособление, устанавливаем втулку позиции 42 в отверстие детали, подводим стойку позиции 13 с индикатором позиции 10, так чтобы рычаг позиции 22 касался внутренней поверхности втулки позиции 42, выставляем шкалу индикатора в нулевое

положение, проворачиваем деталь ручкой позиции 33, смотрим за показанием индикатора.

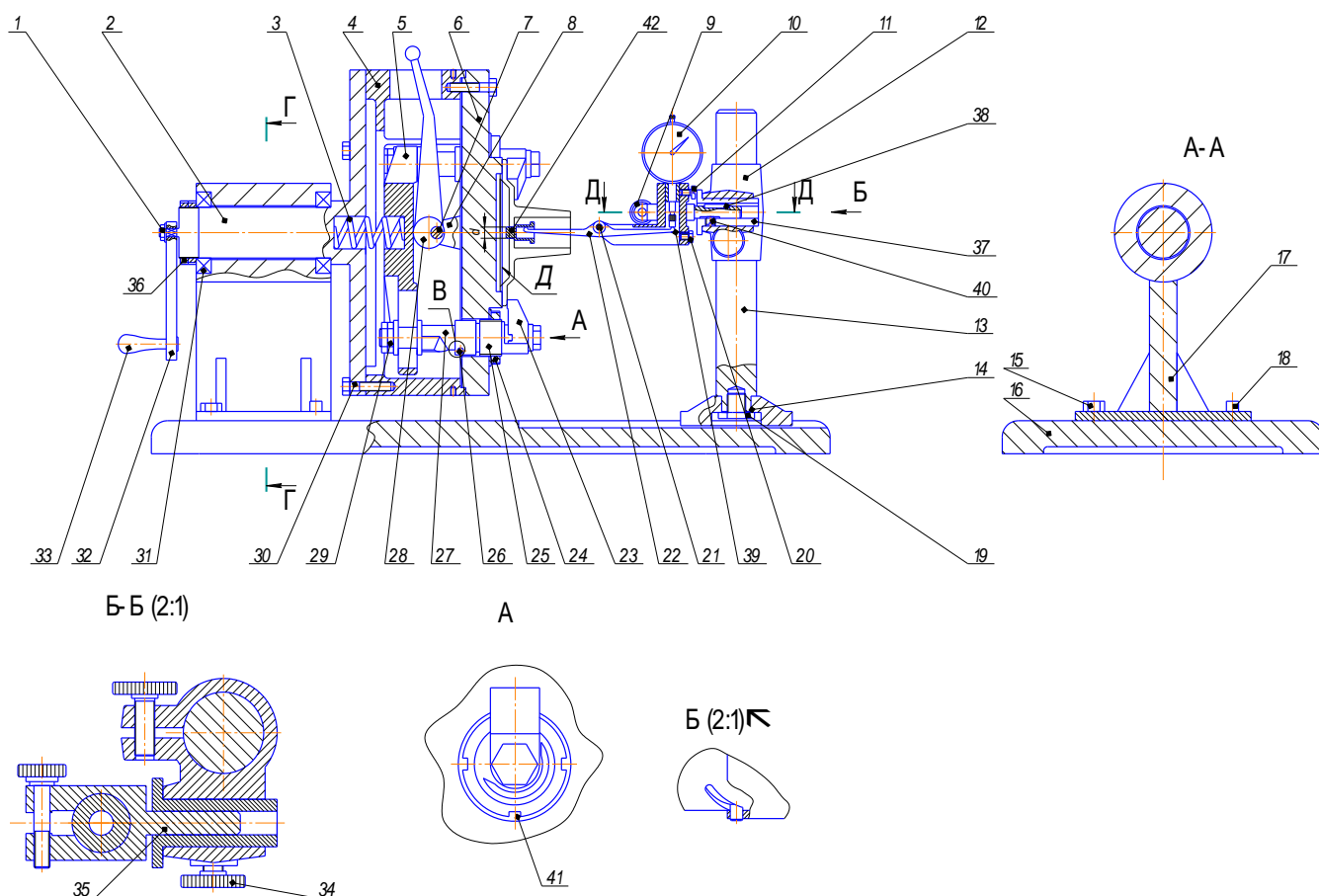


Рисунок 3.7 – Контрольное приспособление

### 3.2.4 Расчет контрольного приспособления на точность

Предельную суммарную погрешность измерения перпендикулярности отверстия диаметром 1Н8 относительно поверхности  $\Gamma$  определяем по формуле: [7]

$$\Delta_1 \lim \Sigma = 1,2 \cdot \sqrt{\Delta_1^2 \lim 1 + \Delta_1^2 \lim 2 + \Delta_1^2 \lim 3 + \Delta_1^2 \lim 4 + \Delta_1^2 \lim 5}, \text{мм} \quad (3.6)$$

где  $\Delta_1 \lim 1$  – погрешность в соединении детали в приспособлении,  $\Delta_1 \lim 1 = 0,005$  мм;

$\Delta_1 \lim 2$  – погрешность индикатора;  $\Delta_1 \lim 2 =$  – для индикатора ИЧ10М; 0,004 мм

$\Delta_1^2 \lim 4 = 0,002$  мм – зазор в соединении втулка-крышка;

$\Delta_1^2 \lim 5$  – фактическая постоянная разноплечность рычага;  $\Delta_1^2 \lim 5 = 0,002$  мм;

$$\Delta_1 \lim \Sigma = 1,2 \cdot \sqrt{(0,005)^2 + (0,004)^2 + (0,01)^2 + (0,002)^2 + (0,002)^2} = 0,0148 \text{ мм.}$$

Погрешность измерения должна составлять 25-30 % от контролируемого параметра. Контролируемый параметр – перпендикулярность отверстия диаметром относительно поверхности Г ( ).11 мм0,005 мм

Погрешность измерения равна

$$\frac{0,0148 \cdot 100\%}{0,05} = 29,6\%$$

Условие выполняется.

### 3.3 Проектирование оправки расточной для обработки отверстия диаметром 30Н11

При чистовой обработке с шероховатостью поверхности до 5 класса чистоты включительно глубина резания составляет 0,5...2,0 мм. Принимаем согласно припуска 2 мм. При растачивании глубина резания обычно равна всему припуску.

$$t = \frac{D - d}{2}, \text{ мм.} \quad (3.7)$$

где D – диаметр рассверливания;

d – диаметр отверстия в заготовке;

$$t = \frac{30 - 27,81}{2} = 1,095 \text{ мм.}$$

Подачу при чистовой обработке принимаем в зависимости от обрабатываемого материала и геометрических параметров пластины.

Геометрические параметры расточной пластины для обработки алюминиевых сплавов приведены в соответствии с таблицей 2.1.

Материал пластины ВКЗМ ГОСТ 3882-74.

Таблица 2.1 – Геометрические параметры пластины

Задний угол, $\alpha^\circ$	Передний угол, $\gamma^\circ$	Углы в плане		Угол наклона режущей кромки, $\lambda^\circ$	Величина радиуса при вершине пластины, мм
		$2\gamma^\circ$	$\gamma^\circ$		
10	10	0	0	0	1,0

По ГОСТ 19045-73 выбираем пластину TPGN-110308.

Настройка оправки на размер диаметр 30H11 производится в специальном приспособлении в соответствии с рисунком 3.8. В процессе обработки происходит износ пластин, вследствие чего фактический размер не выдерживается. Подстройка оправки на заданный размер осуществляется микрорегулированием путем разжима втулки позиции 3 вворачиванием винта позиции 10.

Регулировка вылета оправки позиции 9 осуществляется следующим образом: ослабляются винты позиции 5 и вращением регулировочной гайки позиции 4 устанавливается вылет оправки. Передвижение оправки в корпусе осуществляется по шпонке позиции 6, затем оправка закрепляется вворачиванием винтов позиции 5.

Закрепление оправки в станке осуществляется с помощью конуса Морзе №4 через переходную втулку (под конус Морзе станка).

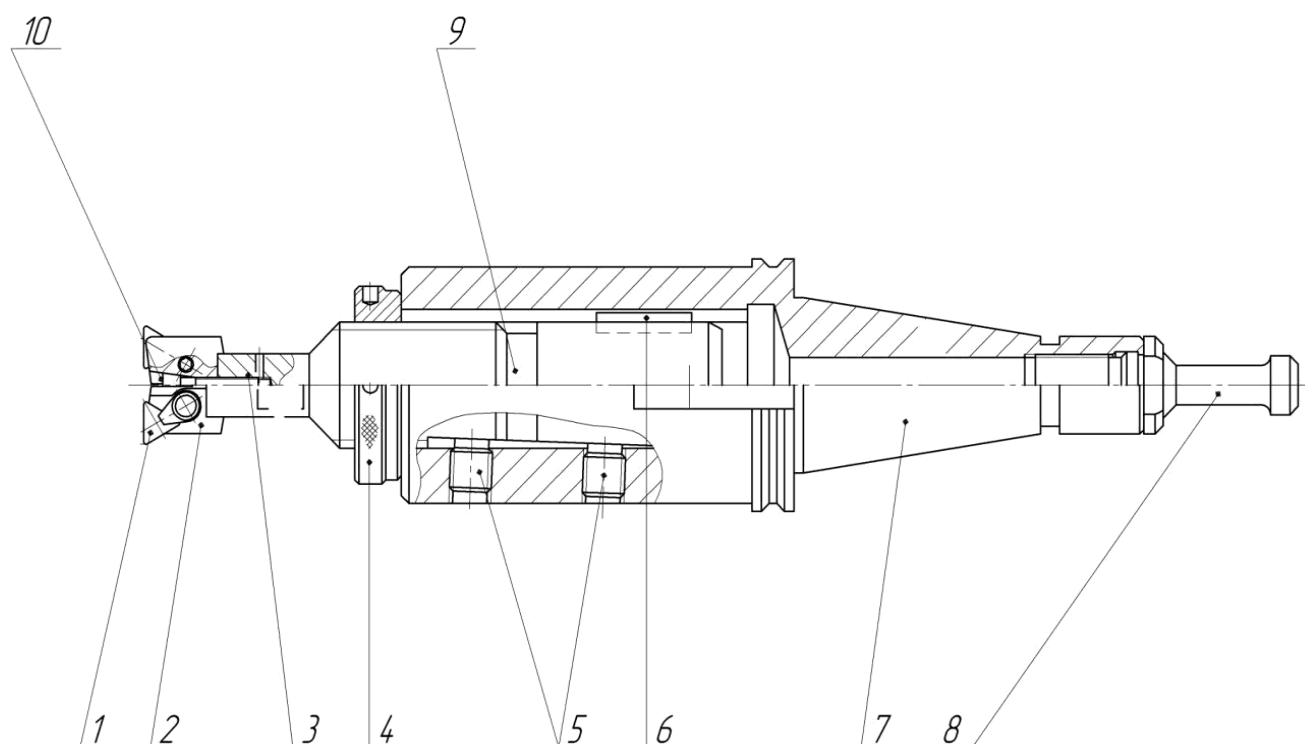


Рисунок 3.8 – Расточная оправка

### 3.4 Проектирование комбинированного режущего инструмента

Проектирование комбинированного концевой инструмента (сверло-зенкер-зенкер) для обработки ступенчатого отверстия: [9]

Диаметр сверления – 11H14<sup>(+0,43)</sup>, диаметр отверстия в отливке – 9 мм;

Диаметр зенкерования – 13H10<sup>(+0,07)</sup>; 18H10<sup>(+0,07)</sup>;

Обрабатываемый материал – алюминиевый сплав АК12 (АЛ2) ГОСТ 1583;

Твёрдость – HB50,  $\sigma_{\text{в}} = 157$  МПа;



Определим режимы резания при рассверливании, т.к. сверло нагружено больше, чем зенкер.

Определим подачу при рассверливании

$S = 0,45 \dots 0,55$  мм/об, принимаем  $S = 0,55$  мм/об, т.к. данная подача позволяет уменьшить машинное время.

Определим скорость резания[2]:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot S^y \cdot t^x} \cdot K_v, \text{ м/мин.} \quad (3.8)$$

где  $D$  – диаметр рассверливания;

$d$  – диаметр отверстия в заготовке;

$t$  – глубина резания.

$$t = \frac{D - d}{2}, \text{ мм,} \quad (3.9)$$

$$t = \frac{11 - 9}{2} = 1 \text{ мм.}$$

где  $T$  – стойкость инструмента (мин).

По справочнику технолога-машиностроителя выберем коэффициенты: [6]

$C_v = 34,7$ ;  $q = 0,25$ ;  $y = 0,40$ ;  $m = 0,125$ ;  $x = 0,1$ .

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{uv} \cdot K_{lv} \cdot K_{nv}, \quad (3.10)$$

где  $K_v$  включает в себя следующие составляющие:

$K_{mv}$  – коэффициент на обрабатываемый материал;  $K_{mv} = 1,0$  (т. 1 – 4 СТМ);

$K_{uv}$  – коэффициент на инструментальный материал;  $K_{uv} = 1,0$  (т. 6 СТМ);

$K_{lv}$  – коэффициент, учитывающий глубину сверления отверстия;

$K_{lv} = 1,0$  (т. 31 СТМ);

$K_{nv}$  – коэффициент, учитывающий вид заготовки (литые и штампованные отверстия);

$K_{nv} = 0,9$  (т. 5 СТМ);

$$K_v = 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,9 = 0,9;$$

$$V = \frac{34,7 \cdot 11^{0,25}}{60^{0,125} \cdot 0,55^{0,4} \cdot 1,0^{0,1}} \cdot 0,9 = \frac{63,19}{1,314} \cdot 0,9 = 43,28 \text{ м/мин.}$$

Частота вращения шпинделя, соответствующая найденной скорости резания:

					15.03.05.2020.022.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		51

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}, \text{ об/мин.} \quad (3.11)$$

$$n = \frac{1000 \cdot 43,28}{3,14 \cdot 11} = 1253 \text{ об/мин.}$$

Расчет хвостовика:

Схема распределения сил на хвостовике показана в соответствии с рисунком 3.9.

Определим осевую силу:

$$P_o = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot K_p, \text{ Н} \quad (3.12)$$

где  $C_p = 17,2$ ;  $x = 1$ ;  $y = 0,4$ ;  $K_p = K_{mp} = 1,0$  (т. 10 СТМ);

$$P_o = 10 \cdot 17,2 \cdot 1^1 \cdot 0,55^{0,4} \cdot 1 = 135,41 \text{ Н (13,541 кгс).}$$

Определим крутящий момент:

$$M_{кр} = 10 \cdot C_m \cdot D^q \cdot S^y \cdot t^x \cdot K_p, \text{ Н} \cdot \text{м} \quad (3.13)$$

где  $C_m = 0,031$ ;  $q = 0,85$ ;  $y = 0,8$ ;  $x = 0$ ;  $K_p = 1$ ;

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,031 \cdot 11^{0,85} \cdot 0,55^{0,8} \cdot 1^0 \cdot 1 = 1,48 \text{ Н} \cdot \text{м (148 кг} \cdot \text{мм).}$$

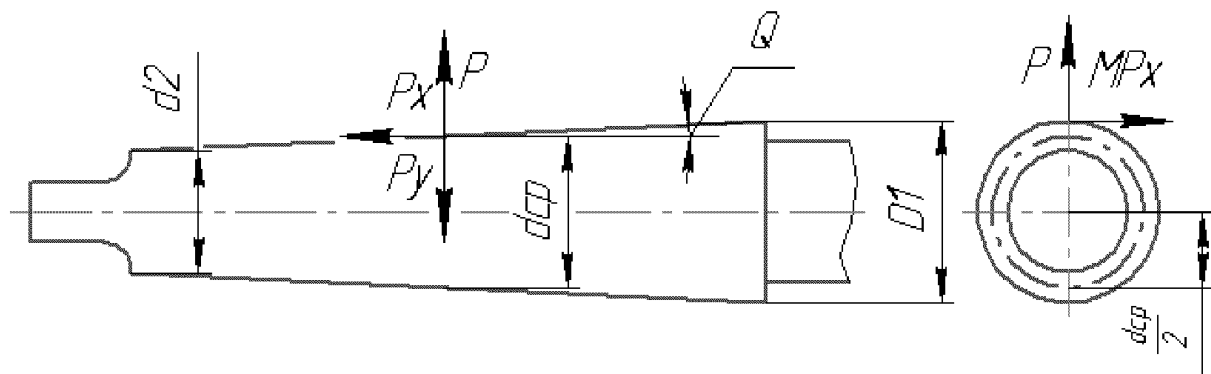


Рисунок 3.9 – Схема распределения сил на хвостовике

Определим момент трения между хвостовиком и втулкой.

$$M_{тр} = \frac{\mu \cdot P_o \cdot (D_1 + d_2)}{4 \cdot \sin Q} \cdot (1 - 0,04 \cdot \Delta Q), \text{ Н} \cdot \text{м} \quad (3.14)$$

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Приравниваем момент трения к максимальному моменту сил сопротивления сил резанию, т.е. к моменту, создающемуся при работе затупившимся сверлом, который увеличивается до трех раз по сравнению с моментом, принятым для нормальной работы.

$$3 \cdot M_{кр} = M_{тр} = \frac{\mu \cdot P_o \cdot (D_1 + d_2)}{4 \cdot \sin Q} \cdot (1 - 0,04 \cdot \Delta Q), \text{ Н} \cdot \text{м} \quad (3.15)$$

Средний диаметр конуса хвостовика

$$d_{cc} = \frac{D_1 + d_2}{2}, \text{ мм} \quad (3.16)$$

Подставляем в формулу определения тройного крутящего момента

$$3 \cdot M_{кр} = \frac{\mu \cdot P_o \cdot d_{cc}}{2 \cdot \sin Q} \cdot (1 - 0,04 \cdot \Delta Q), \text{ Н} \cdot \text{м} \quad (3.17)$$

следовательно, получаем:

$$d_{cc} = \frac{6 \cdot M_{кр} \cdot \sin Q}{\mu \cdot P_o \cdot (1 - 0,04 \cdot \Delta Q)}, \text{ мм} \quad (3.18)$$

где  $\mu = 0,2$  – коэффициент трения по стали;

$Q = 1^\circ 26' 16''$  – половина угла конуса;

$\Delta Q = 5'$  – отклонение угла конуса;

$$d_{cc} = \frac{6 \cdot 148 \cdot 0,025}{0,2 \cdot 13,541 \cdot (1 - 0,04 \cdot 0,2)} = 10,2 \text{ мм.}$$

По ГОСТ 25557-82 выбираем конус Морзе 2 с лапкой.

$$d_{cc} = \frac{9,045 + 9,4}{2} = 7,72 \text{ мм}$$

Определим длину сверла-зенкера:

Длина сверла равна 25 мм – берется из чертежа детали;

Длина зенкера диаметром 13 мм равна 4,7<sub>-0,1</sub> мм;

Длина зенкера диаметром 18 мм равна 10 мм;

Длина сверла вместе с зенкерами равна 39,7<sub>-0,1</sub> мм;

Длина конуса по ГОСТ 25557-82 равна 80 мм;

Длина шейки равна .30 мм

					15.03.05.2020.022.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		53

Общая длина сверла-зенкера

$$L = l_{с-з} + l_{хв} + l_{ш}, \text{ мм} \quad (3.19)$$

$$L = 39,7_{-0,1} + 80 + 30 = 149,7_{-0,1} \text{ мм.}$$

Определим геометрические и конструктивные параметры рабочей части сверла: [10]

Форма заточки Н – нормальная без подточки перемычки; угол наклона винтовой канавки; углы между режущими кромками:  $2\varphi_0 = 70^\circ$ ;  $2\varphi = 135^\circ$ ; задний угол  $\alpha = 15^\circ$  (в наиболее удаленной от оси сверла точке);  $\alpha = 25^\circ$  (в ближайшей к оси сверла точке).

Шаг винтовой канавки

$$H = \frac{\pi \cdot D}{\text{tg}\omega}, \text{ мм} \quad (3.20)$$

$$H = \frac{3,14 \cdot 11}{\text{tg}35^\circ} = 49,3 \text{ мм}$$

Толщина сердцевины

$$d_c = 0,19 \cdot D, \text{ мм} \quad (3.21)$$

$$d_c = 0,19 \cdot 11 = 2,09 \text{ мм}$$

Обратная конусность сверла

Для диаметра 11 мм обратн конусность 0,04 – , принимаем .0,10 мм0,08 мм

Ширина ленточки  $f_0$  и высота затылка

$f_0 =$  ;  $K = .0,9 \text{ мм}0,4 \text{ мм}$

Ширина пера

$$B = 0,58 \cdot D, \text{ мм} \quad (3.22)$$

$$B = 0,58 \cdot D = 0,58 \cdot 11 = 6,38 \text{ мм.}$$

Определим геометрические и конструктивные параметры зенкера:

Задний угол  $\alpha$  на поверхности лезвия  $10^\circ$ ; на калибрующей части –  $8^\circ$ ;

Передний угол  $\gamma = 0^\circ$ .

Ширина фаски: для диаметра 13 мм  $f = 1,0$ ; для диаметра 18 мм  $f = 1,2$ .

Угол винтовой канавки  $\omega = 30^\circ$ ;

Угол врезания пластины  $\omega_1 = 10^\circ$ .

Шаг винтовой канавки

$$H = \pi \cdot D \cdot \text{ctg}10^\circ, \text{ мм} \quad (3.23)$$

					15.03.05.2020.022.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		54

$$H = 3,14 \cdot 11 \cdot 5,6713 = 195,887 \text{ мм.}$$

Главный угол в плане  $\varphi = 90^\circ$

Обратная конусность 0,05 мм.

Сверло-зенкер-зенкер приведено в соответствии с рисунком 3.10.

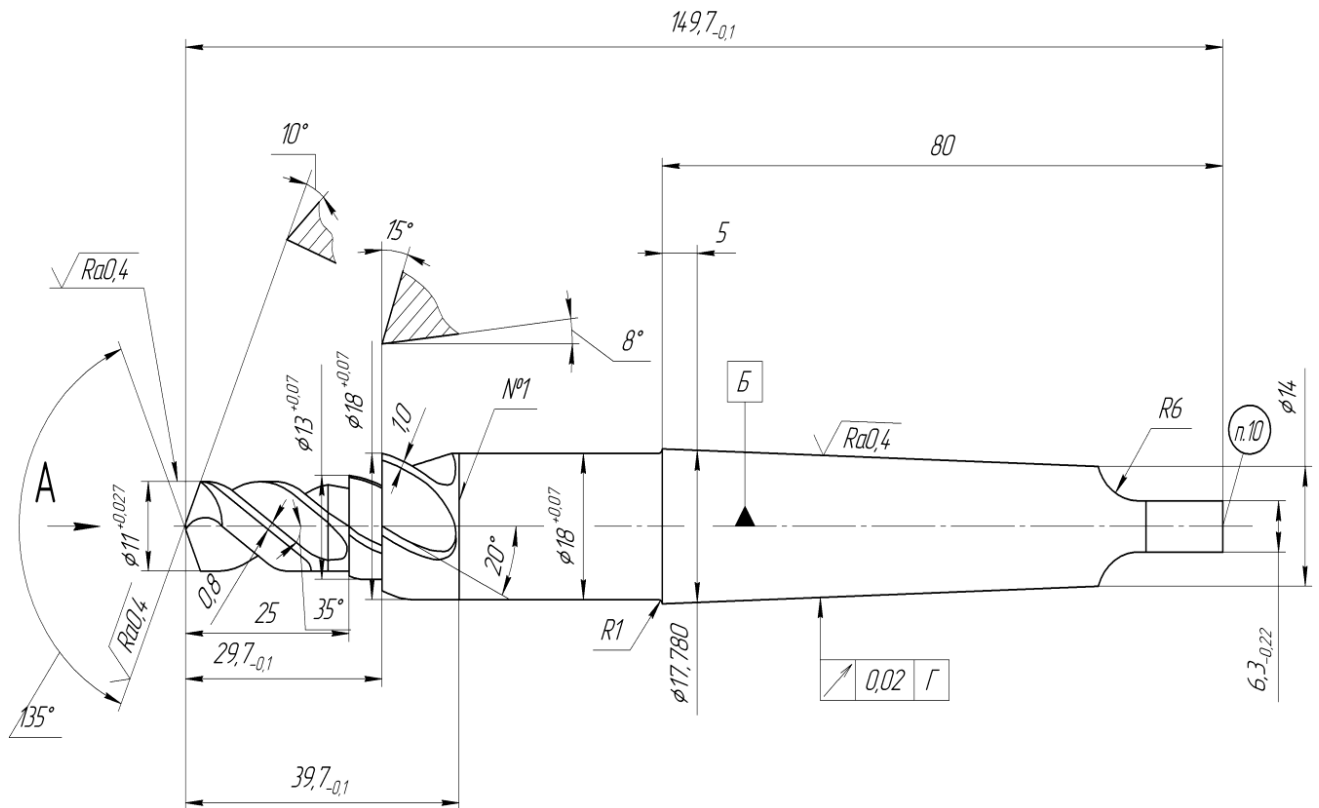


Рисунок 3.10 – Сверло-зенкер-зенкер

### Выводы по разделу три

В данном разделе спроектированы: зажимное приспособление для обработки отверстия диаметром 30Н11, режущий инструмент и приспособление для контроля перпендикулярности отверстия 11Н8. Для спроектированных приспособлений разработаны теоретические схемы базирования, произведен силовой, кинематический прочностной расчет основных элементов приспособления. Описана работа данных приспособлений.

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

15.03.05.2020.022.00.000 ПЗ

Лист

55

## 4 СТРОИТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ

### 4.1 Выбор и определение количества оборудования

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

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

Масса детали –0,38 кг

Масса заготовки –0,6 кг

Годовой приведенный выпуск,  $N_{пр}$  – 50000 шт.

Состав оборудования и количество производственных рабочих на участке принимаются в соответствии с таблицей 4.1.

Таблица 4.1–Исходных данные

№ Опер.	Тип и модель станка	$t_o$	$t_b$	$t_{шт}$
005	Токарный с ЧПУ СТП-220АП	5,55	3,65	10,01
010	Токарный с ЧПУ СТП-220АП	7,38	3,25	11,21
015	Токарный с ЧПУ СТП-220АП	10,3	4,18	13,798
020	Токарный с ЧПУ СТП-220АП	15,4	4,6	22
025	Токарный с ЧПУ 16К20Ф3Т1	8,35	2,53	10,88
030	Токарный с ЧПУ 16К20Ф3Т1	1,5	2,14	4,1
035	Вертикально-сверлильный с ЧПУ 2Р135Ф2	1,37	2,35	4,092
040	Вертикально-сверлильный 2Р135	2,5	3,16	6,226
045	Верстак	7,63	3,5	12,63

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

$$S^I_p = t_{шт} / \tau, \quad (4.1)$$

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

$\tau$  – такт выпуска деталей, который определяется по формуле

$$\tau = \Phi_o \cdot 60 / N_{пр}, \quad (4.2)$$

где  $\Phi_o$  – эффективный годовой фонд времени работы оборудования,  $\Phi_o = 3890$  ч.

$$\tau = 3890 \cdot 60 / 50000 = 6,67 \text{ ч}$$

					15.03.05.2020.022.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		56

Подставляя полученное значение получаем:

$$S^I_p = 94,946 / 6,67 = 14,23$$

Полученное значение  $S^I_p$  округляем до ближайшего большего числа и получаем расчетное количество станков  $S_{расч}$ .

В нашем случае  $S_{расч} = 14$ .

После этого определяем коэффициент загрузки станков на данной операции, который определяется по формуле

$$K_z = S^I_p / S_{расч} \quad (4.3)$$

$$K_z = 14,23 / 14 = 1,01$$

Принятое количество станков на данной операции определяют с учетом коэффициента использования оборудования, учитывающего наложенные потери во времени по формуле

$$S_{пр} = S_{расч} / K_{и}, \quad (4.4)$$

где  $K_{и}$  – коэффициент использования оборудования,  $K_{и} = 0,9$ .

$$S_{пр} = 14 / 0,9 = 15,5 \text{ принимаем } S_{пр} = 16$$

Для остальных операций расчет количества оборудования приведен в таблице 4.2.

Таблица 4.2 – Расчет количества потребного оборудования

№ опер	Тип и модель станка	Срасч шт	Sпр шт	Kз
005	Токарный с ЧПУ СТП-220АП	1,5	2	0,75
010	Токарный с ЧПУ СТП-220АП	1,68	2	0,84
015	Токарный с ЧПУ СТП-220АП	2,06	2	1,03
020	Токарный с ЧПУ СТП-220АП	3,29	3	1,09
025	Токарный с ЧПУ 16К20Ф3Т1	1,63	2	0,82
030	Токарный с ЧПУ 16К20Ф3Т1	0,62	1	0,62
035	Вертикально-сверлильный с ЧПУ 2P135Ф2	0,61	1	0,61
040	Вертикально-сверлильный 2P135	0,93	1	0,93
045	Верстак	1,09	1	1,09

$$\text{Итого: } \sum S_{расч} = 14,21 \quad \sum S_{пр} = 16$$

Средний коэффициент загрузки станков проектируемого участка определяется по формуле

$$K_{зср} = \sum S_{расч} / \sum S_{пр} \quad (4.5)$$

$$K_{зср} = 14,21 / 15 = 0,94$$

## 4.2 Определение необходимого состава работающих и их численности

### 4.2.1 Определение количества производственных рабочих

Штат работающих для механосборочных цехов определяют согласно рекомендациям. При укрупненных расчетах число станочников определяют по станкоемкости годового объема работ или по принятому числу станков участка (цеха).

$$R_{ст} = \frac{T_{\Sigma}}{\Phi_{р} \cdot K_{м}}, \text{ чел} \quad (4.6)$$

где  $T_{\Sigma}$  – суммарная станкоемкость изготовления деталей на станках данного типа, на участке в станко-часах;

$$T_{\Sigma} = \frac{\Sigma t_{шт} \cdot N}{60} = \frac{94,946 \cdot 50000}{60} = 79121 \text{ станко-часов}$$

$\Phi_{р}$  – эффективный годовой фонд рабочего времени (принимаем 3900);

$K_{м}$  – коэффициент многостаночного обслуживания (принимаем  $K_{м}=2$ ).

Коэффициент  $K_{м}$  зависит от вида оборудования. Для универсальных станков с ручным управлением, как правило,  $K_{м}=1$ . Для прутковых токарных и токарно-револьверных полуавтоматов  $K_{м}=3-8$ ; для многошпиндельных полуавтоматов  $K_{м}=1-4$ ; для зубообрабатывающих полуавтоматов  $K_{м}=2-4$ ; для агрегатно-сверлильных, агрегатно-расточных станков  $K_{м}=1-3$ ; для станком с программным управлением  $K_{м}=2-3$ .

При определении числа производственных рабочих пользуются усредненными значениями  $K_{м}$ : для мелкосерийного и единичного производства  $K_{м}=1,1-1,35$ ; для среднесерийного  $K_{м}=1,3-1,5$ ; для крупносерийного и массового  $K_{м}=1,9-2,2$ .

$$R_{ст} = \frac{79121}{3900 \cdot 2} = 10,14 \text{ чел}$$

Число станочников можно определить также по числу станков  $S_{п}$  цеха или участка:

$$R_{ст} = \frac{S_{п} \cdot \Phi_{фз} \cdot K_{м}}{\Phi_{фм}}, \quad (4.7)$$

где  $\Phi_{эф}$  – эффективный годовой фонд времени работы оборудования (3900ч);

					15.03.05.2020.022.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		58



$K_з$  и  $K_и$  – коэффициенты соответственно загрузки и использования оборудования ( $K_з = 0,95$  и  $K_и = 0,9$ ).

$$R_{СТ} = \frac{14 \cdot 3900 \cdot 0,95 \cdot 0,9}{3900 \cdot 1,5} = 9,8 \text{ чел}$$

Принимаем  $R_{СТ} = 10$  чел

#### 4.2.2 Многостаночное обслуживание

Определим коэффициент многостаночного обслуживания

Расчетное значение коэффициента многостаночного обслуживания определяется по формуле

$$K_{МО} = \frac{T_{ма} + T_{вн}}{T_{вн} + T_{вн} + T_n}, \quad (4.8)$$

где  $T_{ма}$  – машинное автоматическое время  $T_о = T_{ма} + T_{вн}$ ;

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

$T_n$  – время на переход от одного станка к другому.

Величина многостаночности в нашем случае рассчитывается для 020 операции.

$$K_{МО} = \frac{10,4 + 5}{5 + 3 + 0,5} = 2$$

Величину коэффициента многостаночного обслуживания можно определить 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.

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.

					15.03.05.2020.022.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		59

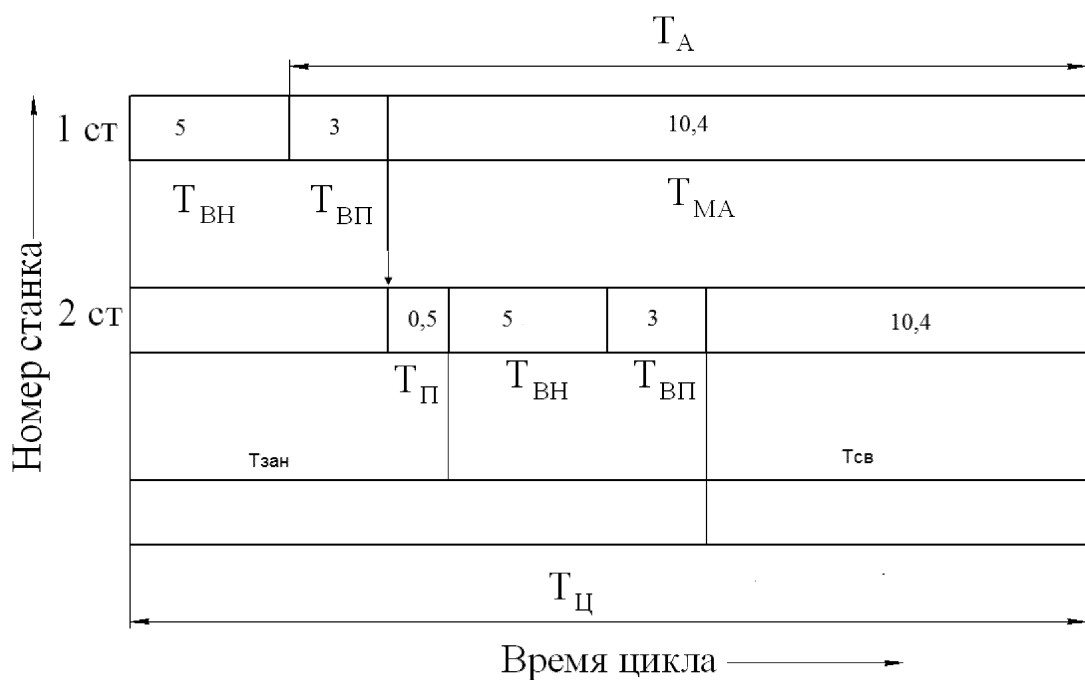


Рисунок 4.1 – Циклограмма многостаночного обслуживания станков-дублеров

#### 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.

$$R_{вс} = R_{ст} \cdot 24\% \quad (4.9)$$

$$R_{вс} = 10 \cdot 0,24 = 2,4 = 3 \text{ чел}$$

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.

$$R_{итр} = R_{ст} \cdot 20\% \quad (4.10)$$

$$R_{итр} = 10 \cdot 0,2 = 2 \text{ чел}$$

#### 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%.

$$R_{итр} = R_{ст} \cdot 1\% \quad (4.11)$$

$$R_{сл} = 10 \cdot 1\% = 0,1 = 1 \text{ чел}$$

#### 4.2.6 Определение количества работников технического контроля

Расчет необходимого 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.

$$R_{к} = R_{ст} \cdot 1\% \quad (4.12)$$

$$R_{к} = 10 \cdot 5\% = 0,5 = 1 \text{ чел}$$

#### 4.3 Определение площади складов

Площадь цехового склада материалов и заготовок вычисляется по формуле

$$F_{з} = Q \cdot t / (250 \cdot q \cdot K_{и}), \text{ м}^2 \quad (4.13)$$

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

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

$q$  – средняя допустимая нагрузка на 1 квадратный метр,  $\text{т}/\text{м}^2$ ,  $q = 3$ ;

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

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

					15.03.05.2020.022.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		61

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

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

Потребная площадь для промежуточного склада деталей рассчитывается по формуле

$$F_{д} = Q_{дт} / (260 \cdot q_{Ки}), \text{ м}^2 \quad (4.14)$$

где  $Q_{д}$  – масса деталей годового объема выпуска, т,  $Q_{д} = 336$ .

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

#### 4.4 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

$$K = \frac{n \cdot i \cdot T_{кр}}{m \cdot T_{см}}, \quad (4.15)$$

где  $n$  – число деталей, транспортируемых в смену;

$i$  – среднее число транспортных операций на одну деталь;

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

$T_{см}$  – время работы в смену, мин.

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

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

#### 4.5 Выбор способа транспортирования стружки

В результате механической обработки детали на участке площадью 648 м<sup>2</sup> образуется 189 т стружки в год или 46,5 кг. в час.

Стружку, образуемую на площади 1000–2000 м<sup>2</sup> в количестве до 300 кг/ч от отдельно стоящих станков, целесообразно собирать в специальную тару и безрельсовым транспортом доставлять к местам переработки [13], но с учетом

					15.03.05.2020.022.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		62

возможности увеличения объема выпуска изделий принимаем шнековый конвейер.

#### 4.6 Планировка участка, определение его основных размеров

Планировка производственного участка будет выполняться в масштабе 1:100.

Построение планировки осуществлено в соответствии с [13].

Планировка производственного участка для обработки детали «Полумуфта» показана в соответствии с рисунком 4.2.

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

#### 4.7 Выбор типа, формы и определение размеров здания

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

Основными параметрами здания являются:

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

$$H_1 = k + z + e + f + c, \quad (4.16)$$

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,  $c = 0,5$ .

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

					15.03.05.2020.022.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		63

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

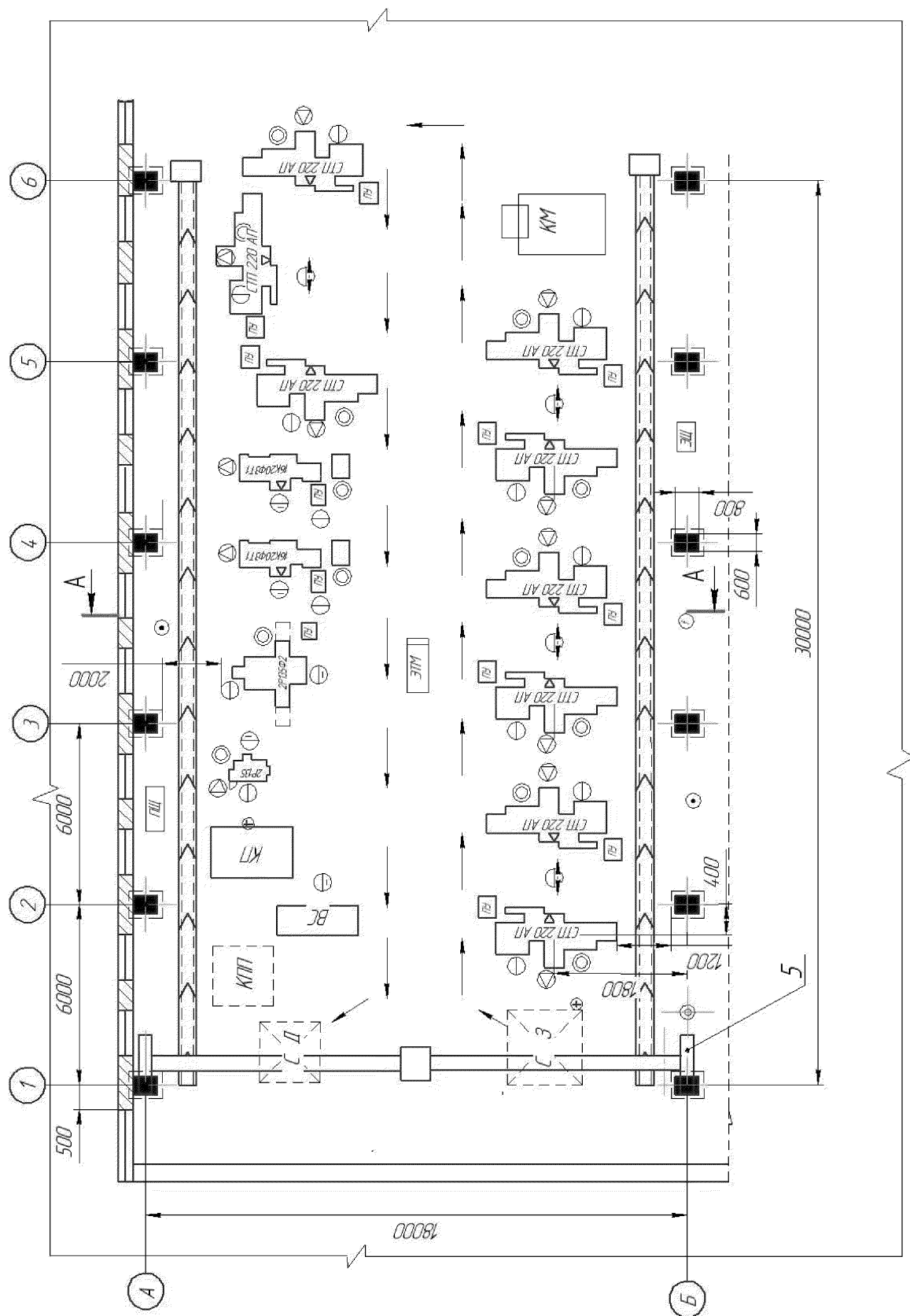


Рисунок 4.2 – Планировка участка механической обработки Детали «Полумуфта»

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

15.03.05.2020.022.00.000 ПЗ

Лист

64

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 4.3.

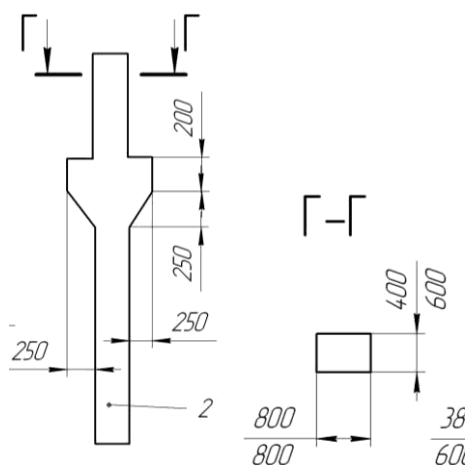


Рисунок 4.3 – Колонны для зданий

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

Габаритные размеры железобетонных ферм приведены на рисунке 4.4.

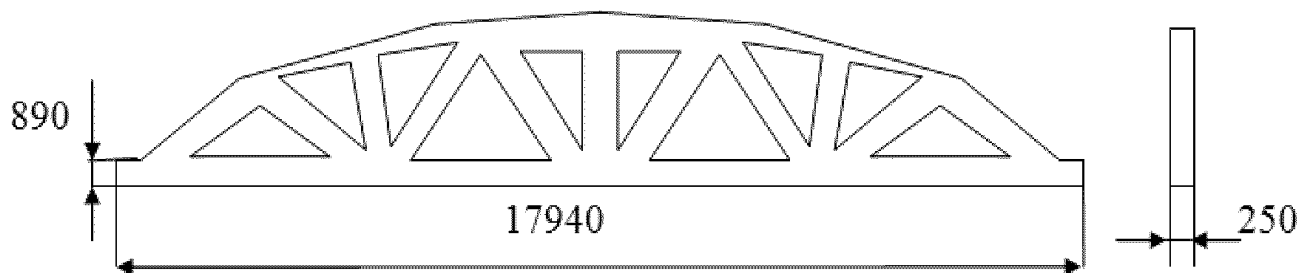


Рисунок 4.4 – Габаритные размеры железобетонных ферм

Полы в соответствии с рисунком 4.5 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 4.6, на которые устанавливают железобетонные фундаментные балки под стены. Верхняя

плоскость фундамента располагается на 150 мм ниже уровня пола, отметка подошвы фундамента  $-1,95$  м.

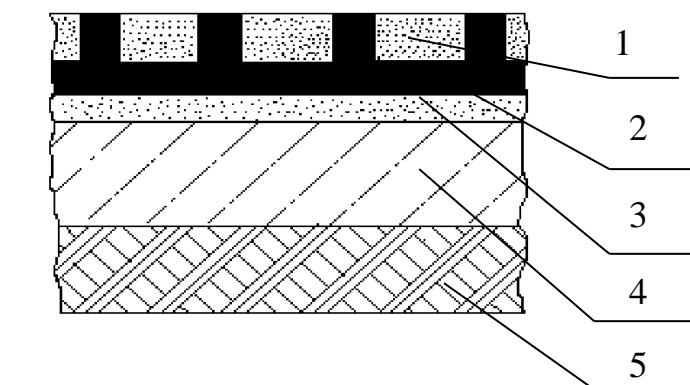


Рисунок 4.5 – Схема конструкции пола

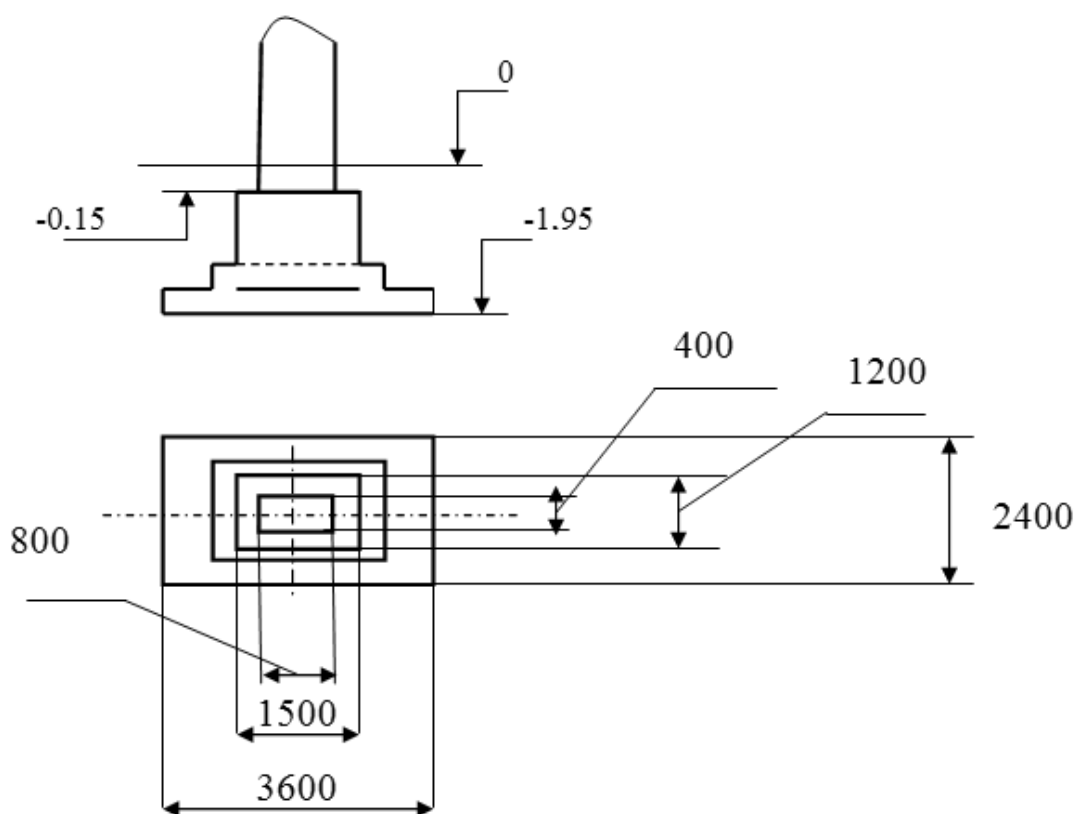


Рисунок 4.6 – Фундамент под колонны серии КЭ-01-49

Кровля в соответствии с рисунком 4.7 является ограждающим покрытием строений и для машиностроительных цехов является утепленной и многослойной. Кровля производственных зданий состоит из сборных настилов, укладываемым по балкам или фермам. Наибольшее распространение получили железобетонные плиты, применяемые как в неотапливаемых, так и в отапливаемых помещениях. Несущий настил выполняется из унифицированных



железобетонных плит 8, на которые укладывается песчано-цементная стяжка 7 и битумная гидроизоляция 6.

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

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

Гидроизоляция выполняется из 3,4 слоев рулонных гидроизоляционных материалов.

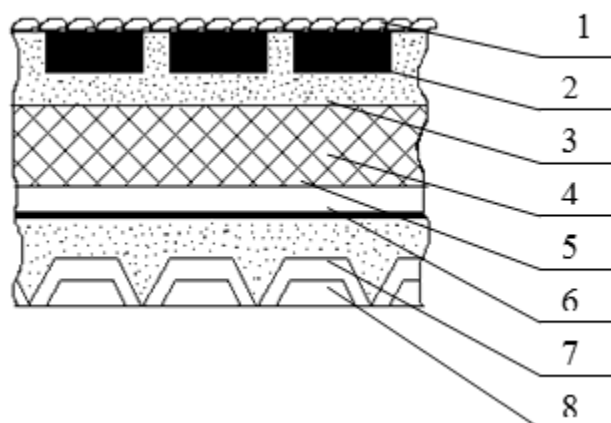


Рисунок 4.7– Схема конструкции кровли

#### Выводы по разделу четыре

В строительном разделе спроектирован участок размерами 18 х 36 м, с высотой пролета 9,65 м. Оборудование в количестве 14шт расположено по ходу техпроцесса. В результате расчетов количества рабочих и их состава получили: 10 станочников, 3 вспомогательных рабочих, 2 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 автоматизированная уборка стружки шнековым конвейером. 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

					15.03.05.2020.022.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		68

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-. Для гашения вибрации вызываемую перемещением вагонетки с деталями по рельсам используют виброгасящие материалы, которые укладывают под рельсы, например резиновые прокладки или прокладки из войлока. 0,2 мм

Также необходимо выполнять организационные мероприятия:

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

					15.03.05.2020.022.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		69

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 участков 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 защитного заземления

На проектируемом участке питание оборудования осуществляется от трехфазной сети напряжением 380 В с изолированной нейтралью.

Мощность оборудования на участке 16,8 кВт.

Исходные данные:

Напряжение  $U = 380$  В;

Мощность  $N = 22$  кВт;

Режим нейтрали – с изолированной нейтралью;

					15.03.05.2020.022.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		70

Вид грунта – суглинок;

Искусственный заземлитель – вертикальный уголок  $b = 12 \text{ мм}$ ,  $l = 2 \text{ м}$ ,  $t_0 = 0,5 \text{ м}$ ,  $l_{\text{МЗ}} = 2 \text{ м}$ .

Выбираем допустимое значение сопротивления заземляющего устройства  $R_{\text{зд}} = 10 \text{ Ом}$ .

Определяем расчетное удельное сопротивление грунта:

$$\rho = \rho_{\text{г}} \cdot \Psi, \text{ Ом}\cdot\text{м} \quad (5.1)$$

где  $\rho_{\text{г}}$  – удельное сопротивление грунта,  $\rho_{\text{г}} = 70 \text{ Ом}\cdot\text{м}$ ;

$\Psi = 1,5$  – климатический коэффициент, зависящий от вида грунта и степени влажности

$$\rho = 70 \cdot 1,5 = 105 \text{ Ом}\cdot\text{м}$$

Установим тип заземляющего устройства – выносное заземляющее устройство.

Определим сопротивление одного искусственного заземлителя:

$$R_{\text{зо}} = \frac{\rho_1}{2 \cdot \pi \cdot l} \cdot \left( \ln \cdot \frac{2,1 \cdot l}{b} + \frac{1}{2} \ln \frac{4,2 \cdot t + 1}{4,2 \cdot t - 1} \right), \text{ Ом} \quad (5.2)$$

где  $t = 1,5 \text{ м}$  – глубина до середины трубы.

$$R_{\text{зо}} = \frac{105}{2 \cdot 3,142} \cdot \left( \ln \cdot \frac{2,1 \cdot 2}{0,012} + \frac{1}{2} \ln \frac{4,2 \cdot 1,5 + 2}{4,2 \cdot 1,5 - 2} \right) = 49,3 \text{ Ом}.$$

Соединительная полоса имеет размеры:  $b = 40 \text{ мм}$ ;  $l = 6 \text{ м}$ ;  $t = 0,52 \text{ м}$  – глубина до середины трубы, заглубление полосы в грунт  $t_0 = 0,5 \text{ м}$ .

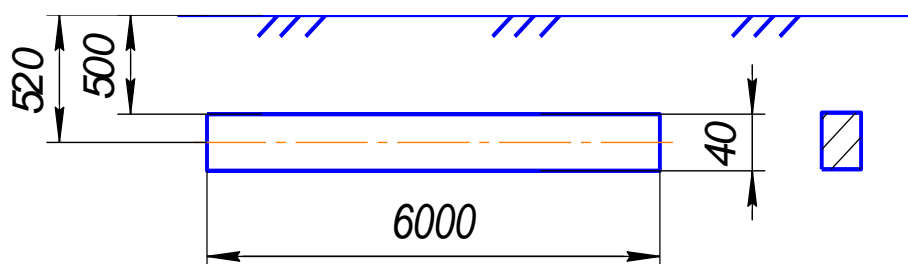


Рисунок 5.1 – Соединительная полоса

Сопротивление одной соединительной полосы:

					15.03.05.2020.022.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		71

$$R_{\text{ПО}} = \frac{\rho_2}{2 \cdot \pi \cdot l_n} \cdot \ln \frac{2l_n^2}{b_n t}, \text{ Ом} \quad (5.3)$$

$$R_{\text{ПО}} = \frac{105}{2 \cdot 3,14 \cdot 6} \cdot \ln \frac{2 \cdot 6^2}{0,04 \cdot 0,052} = 22,5 \text{ Ом.}$$

Определяется сопротивление соединительной полосы с учетом экранирования:

$$R_{\text{П}} = \frac{R_{\text{ПО}}}{\eta_{\text{П}}}, \text{ Ом} \quad (5.4)$$

где  $\eta_{\text{П}} = 0,85$  – коэффициент использования соединительной полосы,

$$R_{\text{П}} = \frac{22,5}{0,85} = 26,4 \text{ Ом.}$$

Общее сопротивление вертикальных электродов:

$$R_{\text{В}} = \frac{R_{\text{ЗО}}}{n \cdot \eta_{\text{В}}}, \text{ Ом} \quad (5.5)$$

где  $\eta_{\text{В}}$  – коэффициент использования вертикальных заземлителей  $\eta_{\text{В}} = 0,85$ ;  
 $n$  – число вертикальных заземлителей, принимаем  $n = 4$

$$R_{\text{В}} = \frac{49,3}{4 \cdot 0,85} = 14,5 \text{ Ом.}$$

Расчетное сопротивление искусственного заземления:

$$R_{\text{ИЗР}} = \frac{R_{\text{В}} \cdot R_{\text{П}}}{R_{\text{В}} + R_{\text{П}}}, \text{ Ом} \quad (5.6)$$

$$R_{\text{ИЗР}} = \frac{14,5 \cdot 26,4}{14,5 + 26,4} = 9,3 \text{ Ом.}$$

Условие  $R_{\text{ИЗР}} \leq R_{\text{ЗД}}$  выполняется:  $9,3 \text{ Ом} < 10 \text{ Ом}$ , следовательно достаточно 4 заземлителей.

Схема расположения защитного заземления показана в соответствии с рисунком 5.3.

					15.03.05.2020.022.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		72

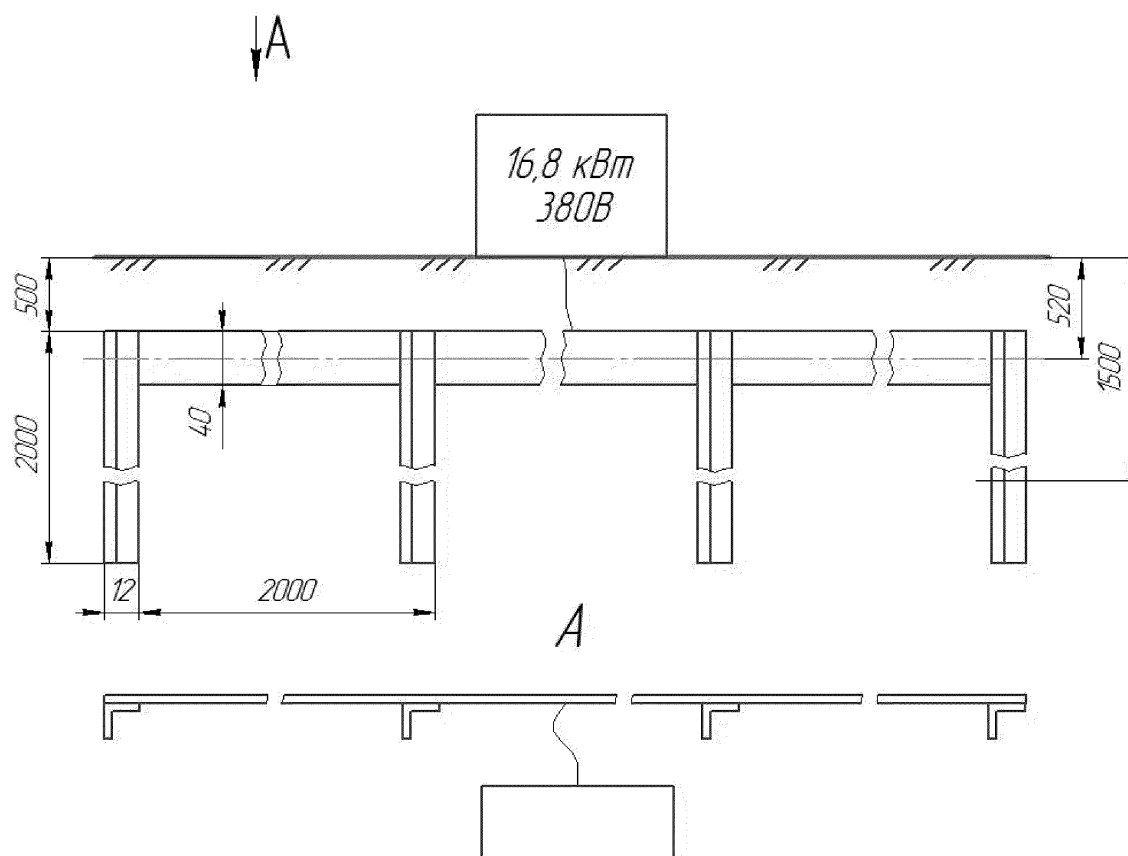


Рисунок 5.2 – Схема расположения защитного заземления

#### 5.4 Действия формирований МЧС и работающих при возникновении чрезвычайных ситуаций

При возникновении чрезвычайных ситуаций МЧС проводят спасательные и другие неотложные работы.

Спасательные работы в очагах поражения включают:

- разведку очага поражения, в результате которой получают истинные данные о сложившейся обстановке;
- локализацию и тушение пожаров, спасение людей из горящих зданий;
- розыск и вскрытие заваленных защитных сооружений, розыск и извлечение из завалов пострадавших;
- оказание пострадавшим медицинской помощи, эвакуацию поражённых в медицинские учреждения;
- санитарную обработку людей, обеззараживание транспорта, технических систем, зданий, сооружений и промышленных объектов;
- неотложные аварийно -восстановительные работы на промышленных объектах.

Спасательные и другие неотложные работы проводят непрерывно в любую погоду, до полного их завершения.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

Разведка в кратчайшие сроки должна установить характер и границы разрушений и пожаров, степень радиоактивного и иного вида заражения в различных районах очага, наличие поражённых людей и их состояние, возможные пути ввода спасательных формирований и эвакуации пострадавших. По данным разведки определяют объём работ, уточняют способы ведения спасательных и аварийных работ, разрабатывают план ликвидации последствий чрезвычайного события.

В планах ликвидации последствий намечают конкретный перечень неотложных работ, устанавливая их очерёдность. С учётом объёмов и сроков проведения спасательных работ определяют силы и средства их выполнения. В первую очередь в плане необходимо предусматривать работы, направленные на прекращение воздействия внешнего фактора на объект, локализацию очага поражения, постановку средств, препятствующих распространению опасности на территории объекта.

Для своевременного и успешного проведения спасательных работ планируется проведение целого ряда неотложных мероприятий:

- устройство при необходимости проездов в завалах и на загрязнённых участках; оборудование временных путей движения транспорта;
- локализация аварий на сетях коммунально – энергетических систем; восстановление отдельных повреждённых участков энергетических и водопроводных сетей и сооружений;
- укрепление и обрушение конструкций зданий и сооружений, препятствующих безопасному проведению спасательных работ.

Особое место в организации и ведении спасательных работ занимает поиск и освобождение из – под завалов пострадавших. Их поиск начинается с уцелевших подвальных помещений, дорожных сооружений, уличных подземных переходов, у наружных оконных и лестничных приямков, околостенных пространств нижних этажей зданий; далее обследуется весь, без исключения, участок спасательных работ. Люди могут находиться также в полостях завала, которые образуются в результате не полного обрушения крупных элементов и конструкций зданий. Такие полости чаще всего могут возникать между сохранившимися стенками зданий и неплотно лежащими балками или плитами перекрытий. Под лестничными маршами.

Спасение людей, попавших под завалы, начинают с тщательного осмотра завала с привлечением кинологов с собаками, соответствующих приборов, а также с опроса очевидцев, при этом устраняют условия, способствующие обрушению отдельных конструкций. Далее пытаются установить связь с попавшими в завалы (голосом или перестукиванием). В завалах проделывают проход сбоку или сверху с одновременным креплением неустойчивых конструкций и элементов. Подходы к людям, находящимся в завале, следует вести как можно быстрее, избегая трудоёмких работ и используя полости в завалах, сохранившиеся помещения, коридоры и проходы.

					15.03.05.2020.022.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		74



Пострадавших выносят на руках, плащах, брезенте, одеялах, а также волоком и на носилках.

К другим неотложным работам относятся ремонт и отключение повреждённых коммунально – энергетических и технологических сетей. Повреждённые системы теплоснабжения отключают от внешней сети задвижками на вводах в здания и в теплоцентрах. Очень важно отключить газовые сети на любых магистралях за пределами и внутри зданий.

Значительная часть работ в очаге поражения приходится на локализацию и ликвидацию пожаров.

Очень важно как можно быстрее оценить обстановку, предугадать развитие пожаров и на этой основе принять правильное решение по их локализации и тушению. При локализации на пути распространения огня устраивают отсечные полосы: на направлении распространения пожара разбирают или обрушивают сгораемые конструкции зданий, полностью удаляют из отсечной полосы легковозгораемые материалы и сухую растительность.

Пожарные подразделения в первую очередь тушат и локализуют пожары там, где находятся люди, и одновременно с тушением огня эвакуируют людей.

При отыскивании и эвакуации из горящего здания людей можно пользоваться некоторыми правилами:

- пожар в здании распространяется преимущественно по лифтовых шахтам, лестничным клеткам, по вентиляционным коробам;
- целые оконные проёмы в горящем здании свидетельствуют о том, что в этом помещении нет людей или они не в состоянии добраться до окон;
- сильное пламя в оконных проёмах свидетельствует о полном развитии пожара при большом количестве сгораемых материалов;
- сильное задымление без пламени – признак быстрого распространения огня скрытыми путями и по конструкциям; если при этом дым густой и тёмный, то это означает горение при недостатке кислорода.

План ремонтно – восстановительных работ. Готовность предприятия к выполнению восстановительных работ оценивается наличием проектно – технической документации по вариантам восстановления, обеспеченностью рабочей силой и материальными ресурсами.

Планирование восстановления работоспособности предприятия может предусматривать как первоочерёдное восстановление, так и капитальное. Первое может быть выполнено силами самого объекта, создающего для этих целей восстановительные бригады. В проекте восстановления освещаются следующие вопросы:

- объём работ по восстановлению с расчётом потребностей в рабочей силе, материалах, строительной технике, оборудовании, деталях, инструменте;
- оптимальные инженерные решения по восстановлению работоспособности предприятия;

– календарный план или сетевой график восстановительных работ, очередность восстановления цехов, исходя из важности их в выпуске основной продукции;

– состав восстановительных бригад.

С возникновением чрезвычайных ситуаций по распоряжению руководителя предприятия вводится чрезвычайный режим функционирования объектового звена РСЧС и организуется выполнение соответствующих мероприятий:

1) Принятие экстренных мер по защите персонала, предотвращению развития ЧС и осуществление АСР.

а) оповещение об опасности и информирование о правилах поведения;

б) медицинская профилактика и использование средств защиты исходя из обстановки;

в) эвакуация работников с участков, на которых существует опасность поражения людей;

г) оказание пострадавшим первой медицинской и других видов помощи.

Для предотвращения или уменьшения последствий ЧС осуществляются предусмотренные планом действия по локализации аварии при остановке или изменении технологического процесса производства, а также по предупреждению взрывов и пожаров.

Одновременно проводятся разведка и оценка складывающейся обстановки, уточняются меры по защите персонала и ликвидации ЧС.

#### Выводы по разделу пять

В разделе пять рассмотрены опасные и вредные производственные факторы на проектируемом участке и меры по снижению или устранению воздействия опасных и вредных производственных факторов.

Произведен расчёт защитного заземления, а также рассмотрены действия формирований МЧС и работающих при возникновении чрезвычайных ситуаций.

					15.03.05.2020.022.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		76

## 6 ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

### 6.1 Ориентировочные расчеты себестоимости изготовления 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.

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

$$C = M_3 + A_0 + P_0 + (O_{гсс} + O_{мс} + O_{оси} + O_{крк} + Z_{др}) \quad (47)$$

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:  $M_3 = 2640000$  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 50000 шт; вес 1 детали – 0,38 кг; нынешняя цена за тонну АК12(АЛ2)-ВМ составляет 88000 руб; )

С учетом принятых значений получаем

$$C = 2640000 + 300000 + 400000 + (76000 + 60000 + 90000) = 3566000 \text{ руб.}$$

Себестоимость за единицу продукции  $3566000 : 50000 = 90,52$  руб.

Выводы по разделу шесть

В данном разделе произведены ориентировочные расчеты себестоимости изготовления детали «Крышка», которая составила 90,52 руб, что на 19,50 руб меньше базовой себестоимости.

					15.03.05.2020.022.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		77

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В выпускной квалификационной работе разработан технологический процесс механической обработка детали «Крышка» 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. Разработанное зажимное приспособление, позволяет сократить время на обработку и зажим детали. Спроектированное приспособление для контроля перпендикулярности отверстия 11Н8 позволяет контролировать размер детали во время обработки, тем самым, снижая возможность брака и уменьшая время на контроль размера.

В строительном разделе спроектирован производственный участок механической обработки. Оборудование в количестве 14шт расположено по ходу техпроцесса. В результате расчетов количества рабочих и их состава получили: 10 станочников, 3 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 автомазирванная уборка стружки шнекового конвеера. 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.

Произведен расчёт защитного заземления, а также рассмотрены действия формирований МЧС и работающих при возникновении чрезвычайных ситуаций.

Произведены ориентировочные расчеты себестоимости изготовления детали «Крышка», которая составила 90,52 руб, что на 19,50руб меньше базовой себестоимости.

Таким образом, цель работы достигнута, задачи – решены.

					15.03.05.2020.022.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		78

## 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](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>

					15.03.05.2020.022.00.000 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		79