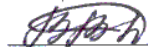


Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Южно-Уральский государственный университет»  
(национальный исследовательский университет)  
Филиал ФГБОУ ВПО «ЮУрГУ» (НИУ) в г. Усть-Катаве  
Кафедра Технологические процессы и оборудование машиностроительного  
производства

РАБОТА ПРОВЕРЕНА

Рецензент



Муреев Владимир

Владимир 2016 г.

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой,

к.т.н., профессор



Сергеев С.В.

2016 г.

Тема работы «Участок механической обработки детали «Корпус»

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА  
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ  
151900.2016.135.00 ПЗ ВКР

Консультанты,

Безопасность жизнедеятельности,

доцент



В.Г. Некрутов

2016 г.

Руководитель работы, доцент

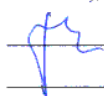


А.В. Бобылев

2016 г.

Строительный раздел,

к.т.н., доцент

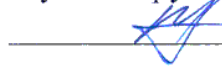


Е.Н. Гордеев

2016 г.

Автор работы

студент группы УКФл-425



И.И. Токорев

2016 г.

Нормоконтролер, ст. преподаватель



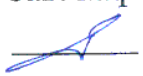
А.В. Иршин

2016 г.

Усть-Катав 2016 г.

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего профессионального образования  
«Южно-Уральский государственный университет»  
(национальный исследовательский университет)  
Филиал ФГБОУ ВПО «ЮУрГУ» (НИУ) в г. Усть-катаве

Направление 151900 Конструкторско-технологическое обеспечение  
машиностроительных производств  
Кафедра Технологические процессы и оборудования машиностроительного  
производства

УТВЕРЖДАЮ  
Зав. кафедрой  
 /Сергеев С.В./  
2016 г.

### ЗАДАНИЕ

на выпускную квалификационную работу студента

Токарева Ивана Ивановича

Группа УКФл-425

1. Тема работы Участок механической обработки детали «Корпус»  
утверждена приказом по университету от « 15 » апреля 2016 г. № 661
2. Срок сдачи студентом законченной работы 28 июня 2016 г.
3. Исходные данные к работе
  - 3.1 Чертеж детали
  - 3.2 Чертеж узла
  - 3.3 Существующий технологический процесс изготовления детали
  - 3.4 Годовая программа выпуска деталей – 5000 шт.
  - 3.5 Материал курсового проекта по дисциплине «Технология машиностроения»

4.Содержание расчетно-пояснительной записки (перечень подлежащих разработке вопросов)

Аннотация

Оглавление

Введение

4.1 Анализ исходных данных. Назначение и описание детали. Сравнение отечественных и передовых зарубежных технологий. Задачи проектирования.

4.2 Технологический раздел. Анализ конструкции детали на технологичность. Определение типа производства. Техничко-экономическое обоснование выбора заготовки. Разработка маршрутного технологического процесса. Определение припусков. Расчёт режимов резания. Определение норм времени. Выводы.

4.3 Конструкторский раздел. Проектирование фрезерного приспособления. Выбор и описание режущего инструмента. Расчет и конструирование резьбовой фрезы. Проектирование калибра для контроля расположения отверстий. Проектирование приспособления для контроля торцового биения. Выводы.

4.4 Строительный раздел. Определение количества оборудования и работающих. Определение потребного количества тележек. Расчет площадей для складирования заготовок и деталей. Выбор способа транспортирования стружки. Планировка оборудования. Выбор типа, формы и определение размеров здания. Выводы.

4.5 Безопасность жизнедеятельности. Требования безопасности на участке. Расчет защитного заземления участка. Организация и проведение АСДНР. Выводы.

4.6 Экономический раздел. Ориентировочные расчеты себестоимости изготовления детали. Выводы

Заключение

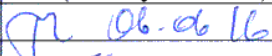
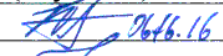


Библиографический список

5. Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)

1 Чертеж детали (Корпус)	1,0 л
2 Чертеж заготовки	0,5 л
3 Размерный анализ	3,0 л
4 Приспособление для фрезерования	1,0 л
5 Калибр на расположение 12-ти отверстий	1,0 л
6 Фреза резьбонарезная	0,5 л
7 Приспособление для контроля биения	1,0 л
8 Таблица сравнения технологий	1,0 л
9 Планировка участка	1,0 л

Всего 10,0 листов

6. Консультанты по работе, с указанием относящихся к ним разделов работы


Раздел	Консультант	Подпись, дата	
		Задание выдал (консультант)	Задание принял (студент)
Строительный	Гордеев Е.Н.	 06.06.16	 06.06.16
Безопасность жизнедеятельности	Некрутов В.Г.	 07.06.16	 07.06.16

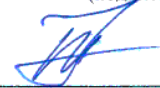
7. Дата выдачи задания 06 июня 2016г.

Руководитель Бобылев Андрей Викторович  
(ФИО)

Задание принял к исполнению 06 июня 2016г.

Студент-дипломник Токарев Иван Иванович  
(ФИО)

  
(подпись)

  
(подпись)

## КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Наименование этапов дипломной работы	Срок выполнения этапов работы	Отметка о выполнении
Введение	06.06.2016	<i>А.В.Б.</i>
Обзорный анализ		
Технологический раздел	07.06.2016	<i>А.В.Б.</i>
Конструкторский раздел	09.06.2016	<i>А.В.Б.</i>
Строительный раздел	15.06.2016	<i>И.И.</i>
Безопасность жизнедеятельности	19.06.2016	
Экономический раздел	21.06.2016	<i>А.В.Б.</i>
Оформление проекта	26.06.2016	<i>А.В.Б.</i>
Направление на рецензию	27.06.2016	<i>А.В.Б.</i>

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ *С.В.Сергеев* /С.В. Сергеев/  
 (подпись)

Руководитель работы \_\_\_\_\_ *А.В.Бобылев* /А.В. Бобылев/  
 (подпись)

Студент-дипломник \_\_\_\_\_ *И.И.Токарев* /И.И. Токарев/  
 (подпись)

## АННОТАЦИЯ

Токарев И.И. Участок механической обработки детали «Корпус». – Усть-Катав: ЮУрГУ, Филиал ФГБОУ ВПО в г. Усть-Катаве; 2016, 106 с., 12 ил., библиогр. список – 20 наим., 9 листов чертежей ф. А1, 2 листа ф. А2.

На основе анализа конструкции детали на технологичность разработан технологический процесс обработки детали типа «Корпус».

В ходе разработки технологического процесса были использованы режущие инструменты, приспособления, повышающие скорость и качество обработки. Разработано приспособление для контроля торцевого биения.

Разработан участок механической обработки деталей. Выбрано и определено количество используемого оборудования, определен состав и количество рабочих. Произведен выбор формы, размеров и типа здания.

В разделе «Безопасность жизнедеятельности» рассмотрены вопросы: Требования безопасности на участке. Расчет защитного заземления участка. Организация и проведение АСДНР.

В экономическом разделе произведен анализ себестоимости изготовления деталей базового и проектируемого вариантов. Проектируемый вариант выгоднее с точки зрения экономики, чем базовый за счет применения высокоточного оборудования с ЧПУ, современного режущего инструмента, соблюдения принципа концентрации операции, сокращения числа рабочих, что естественно снизило его себестоимость.

151900.2016.135.000 ПЗ										
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Участок механической обработки детали «Корпус» Пояснительная записка		Лит.	Лист	Листов	
Разраб.		Токарев И.И.							4	106
Провер.		Бобылев А.В.					Филиал ФГБОУ ВПО ЮУрГУ (НИУ) в г.Усть-Катаве Кафедра ТПиОМП			
Реценз.										
Н. Контр.		Иршин А.В.								
Утверд.		Сергеев С.В.								

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	7
1. АНАЛИЗ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ.....	8
1.1 Назначение и описание детали.....	8
1.2 Сравнение отечественных и передовых зарубежных технологий.....	9
1.3 Задачи проектирования.....	13
2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ.....	14
2.1 Анализ конструкции детали на технологичность.....	14
2.2 Определение типа проката.....	14
2.3 Технико-экономическое обоснование выбора заготовки.....	15
2.3.1 Технико-экономический расчет изготовления заготовки из проката.....	16
2.3.2 Технико-экономический расчет изготовления заготовки методом штамповки.....	19
2.4 Разработка маршрутного технологического процесса.....	21
2.5 Определение припусков.....	22
2.5.1 Аналитический метод определения припусков.....	22
2.5.2 Табличный метод определения припусков.....	26
2.5.3 Расчет припусков для линейных размеров.....	27
2.6 Выбор и описание технологического оборудования.....	28
2.6.1 Выбор смазочно-охлаждающей жидкости.....	30
2.7 Расчет режимов резания.....	31
2.7.1 Расчет режимов резания аналитическим методом.....	32
2.7.2 Расчет режимов резания табличным способом.....	40
2.8 Определение норм времени.....	41
3. КОНСТРУКТОРСКИЙ РАЗДЕЛ.....	46
3.1 Проектирование фрезерного приспособления.....	46
3.2 Выбор и описание режущего инструмента.....	51
3.3 Расчет и конструирование резьбовой фрезы.....	52
3.3.1 Определение диаметра резьбы.....	54
3.3.2 Определение длины фрезы.....	54
3.3.3 Определение количества, формы и геометрии зубьев.....	54
3.3.4 Элементы канавки.....	55
3.4 Проектирование калибра для контроля расположения отверстий.....	57
3.4.1 Расчет резьбового калибра-пробки.....	58
3.4.2 Расчет гладкой пробки для контроля внутреннего диаметра резьбы.....	60
3.4.3 Расчет отверстий в корпусе калибра.....	61
3.5 Проектирование приспособления для контроля торцового биения.....	66

					151900.2016.135.000.ПЗ	2016
Имя	Фамилия	Имя Отчество	Подпись	Дата		5





## ВВЕДЕНИЕ

Машиностроение остается одной из крупнейших отраслей промышленности в России. Оно объединяет огромное количество крупных и средних предприятий, а соответственно миллионы людей, занятых на них.

В настоящее время, когда прогресс не стоит на месте, ведутся разработки современных систем автоматизации и управления, инновационных материалов и точнейших механизмов. А это значит, что производство должно модернизироваться и идти в ногу со временем, включая в процесс производства передовое оборудование, современное программное обеспечение, прогрессивные режущие инструменты, усовершенствованную оснастку, по возможности механизировать и автоматизировать ручной труд, стремиться применять инновационные методы получения заготовок и другое.

Новейшие технологии, которые внедряются в процесс производства, дают возможность выпускаемым изделиям быть всегда конкурентоспособными в сложных условиях рыночной экономики, а предприятию оставаться рентабельным.

Таким образом, происходит модернизация и развитие как отрасли в целом, так и отдельных предприятий в частности. А это в свою очередь, является залогом конкурентоспособности и рентабельности производства. Цель работы разработать технологический процесс и рассчитать целесообразность его внедрения в производственный процесс.

В связи с этим ставятся задачи усовершенствования технологического процесса механической обработки детали, применения современного и более производительного оборудования с числовым программным управлением.

Задачи работы:

- провести анализ технологичности детали и существующих технологических процессов;
- провести размерный анализ разработанного технологического процесса лобовой детали;
- спроектировать приспособление и режущий инструмент, предназначенные для применения при обработке детали;
- спроектировать участок механической обработки деталей типа «Крышка прибора»;
- произвести экономические расчеты показателей эффективности и целесообразности данного проекта.

Объект работы – деталь типа «Корпус».

Предмет работы – разработка участка механической обработки детали типа «Корпус».

					151900.2016.135.000.ПЗ	Лист №
№ п/п	Листы	№ детали	Получено	Дата		7

## 1 АНАЛИЗ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ

### 1.1 Назначение и описание детали

Деталь «Корпус» представляет собой цилиндр с наибольшими внутренним/наружным диаметрами  $\varnothing 160^{+0,25}$  /  $200_{-0,15}$  в соответствии с рисунком 1.1. С одного торца находится базовая цилиндрическая поверхность  $\varnothing 200_{-0,15}$ , на ней 12 сквозных ступенчатых отверстий  $\varnothing 11,2H11^{+0,11}$ ;  $\varnothing 20^{-0,02}$ . Группа из двенадцати резьбовых отверстий M12-7H. Так же имеются поперечные резьбовые отверстия M8-7H.

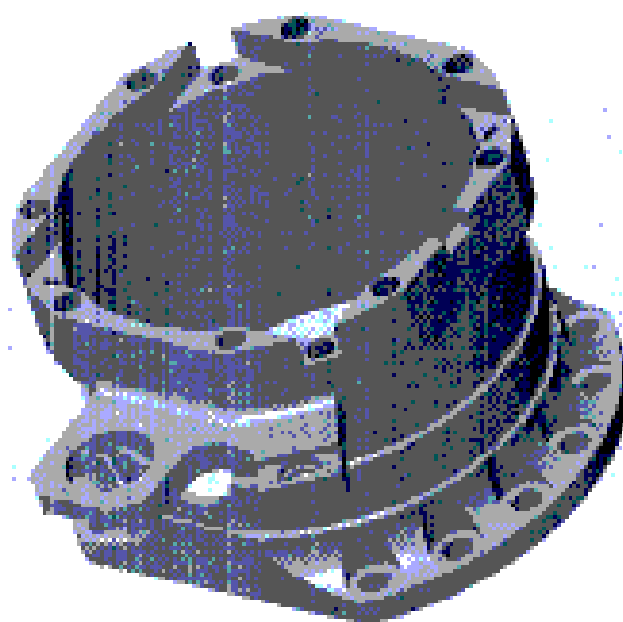


Рисунок 1.1 – Объемная модель детали

Деталь типа «Корпус» изготавливается из штамповки АК6 гр.2 ОСТ 1 90073-85. Это деформируемый алюминиевый сплав (ковочный алюминий).

В его состав кроме алюминия входят медь, магний, марганец, кремний. Кроме высоких механических свойств от этого сплава требуется высокая пластичность в горячем состоянии. Химический состав и физико-механические свойства приведены в таблице 1.1 и 1.2 соответственно.

						151900.2016.135.000.113	Тр.ч. 8
Дата	Страна	№ докум.	Подпись	Дата			8

Таблица 1.1 – Химический состав

Марка сплава	Компоненты (остальное – Al), %				Примеси, % не более			Класс по свойствам
	Cu	Mg	Mn	Прочие	Fe	Si		
АК6	1,8-2,6	0,4-0,8	0,4-0,8	0,7-1,2 Si	0,7	-	Высокой пластичности при повышенной $t^0$ -ре	

Таблица 1.2 – Физико-механические свойства

$\sigma_s$ , МПа	$\sigma_H$ , МПа	$\delta_s$ , %	KCU, кДж/м <sup>2</sup>
378	447	12,5	190

$\sigma_s$  – предел текучести;

$\sigma_H$  – предел прочности при растяжении (временное сопротивление разрыву);

$\delta_s$  – относительное удлинение при разрыве;

KCU – ударная вязкость.

Сплавы АК6 и АК6ч используют для ответственных сплошных деталей авиационной техники длительного ресурса, в частности в крыльях пассажирских самолетов.

Сплав АК6 благодаря высокой пластичности в горячем состоянии применяют для изготовления штамповок, крыльчаток компрессора, крыльчаток вентилятора для компрессоров реактивных двигателей, корпусных деталей агрегатов.

## 1.2 Сравнение отечественных и зарубежных передовых технологий и решений

Существуют такие средства оснащения техпроцессов, обеспечивающие получение деталей высокой точности с наименьшими затратами времени, оснастки. Поэтому рекомендуется использовать для проектирования техпроцессов и изготовления деталей следующие отечественные и зарубежные технологии и решения.

Фирма Okita (Франция) предлагает новый токарный станок модели Multix B300, характеризующийся многофункциональностью, высокой точностью, компенсацией нагрева, позволяющей осуществлять прецизионную обработку даже в условиях варьирования температуры окружающей среды, наличием системы PACS, предохраняющей от столкновения при перемещении органов станка в процессе обработки. Станок оснащен системой ЧПУ, способствующей мм, длина 900 мм, частота вращения шпинделя 5000 мин<sup>-1</sup>, мощность шпинделя 16 кВт и крутящий момент 328 Нм.

Савеловский машиностроительный завод (г. Кимры Тверской области) предлагает токарный станок ТПК-125А1-1 с ЧПУ высокой мощности для лазерной и центровочной обработки. На станке можно производить все виды токарной обработки, включая нарезание резьбы.

Наличие на станке револьверной головки позволяет значительно расширить его технологические возможности, увеличить производительность, повысить качество обрабатываемых деталей. На суппорте станка смонтированы высокоточные линейные направляющие, пневмопатрон, высокоточные шариковые винтовые пары с арочным профилем. Станок оснащен агрегатом автоматизированной подачи прутка (вместимостью 25 шт.), механизмом приема готовой детали, а также устройством для лазерно-плазменного полирования, финишного процесса после механической токарной обработки.

Максимальные диаметр устанавливаемой заготовки 125 мм, длина обрабатываемой поверхности 180 мм, пределы рабочих подач суппорта 1-6000 мм/мин со скоростью 8000 мм/мин, частота вращения шпинделя 50-4000 мин<sup>-1</sup>. На станке можно установить шесть инструментов. Параметр шероховатости поверхностей обрабатываемых сталей Ra 1,25, цветных сплавов (алмазным режущим) – Ra 0,32. Суммарная мощность электродвигателей 9,04 кВт. Габаритные размеры станка 1680 x 1040 x 1630 мм, масса 1,86 т.

Фирма WFL (Франция) предлагает модель токарного многоцелевого станка M35 гаммы MILLTURN. Станки этой гаммы характеризуются крупными приспособлениями – спутниками, высокой точностью, качеством обработанных деталей, системой ЧПУ типа CNC и высокими подачами, которые существенно выше, чем у известных станков подобного типа. Эти станки, являющиеся результатом 20-летних исследований, позволяют осуществлять технологический процесс обработки детали с одного установка. Максимальный диаметр точения составляет 420 мм, мощность на фрезерном шпинделе 20 кВт, крутящий момент до 165 Нм.

Многоцелевой токарный станок фирмы Rosilio модели станка TCN-310, характеризующийся жесткой чугунной станиной, длиной ходов по осям X и Z 250 мм, высотой обработки над станиной 310 мм, мощностью на шпинделе 3,7 кВт при частоте вращения шпинделя 8000 мин<sup>-1</sup>. На станке обеспечивается высокая точность позиционирования. Двигатели и вариаторы, связанные между собой, относятся к типу «полностью цифровых».

Обрабатывающий центр будущего Фирма Welch (США) предлагает обрабатывающий центр Wac 735 Centrac ЧПУ, имеющий пять основных и две дополнительных осей, что расширяет технологические возможности и позволяет использовать любые режущие пластины. Центр имеет встроенную центрирующую призму с автоматической регулировкой высоты для прецизионного механического центрирования, устройство автоматической компенсации изменения размеров заготовки и зажимное устройство, поворачивающееся на 360° вокруг своей оси и вокруг оси обрабатываемой детали.

Интенсивней всего рынок режущего инструмента рос в начале нынешнего десятилетия. За первые три года объем импорта увеличился в несколько раз. В последние два-три года количество иностранного товара увеличивается на 20-30% в год. Основные поставщики – Великобритания, Германия, США. Причем наиболее качественным считается немецкий инструмент. Его доля на рынке постоянно увеличивается. Спросом среди потребителей пользовались итальянские производители, но их доля сокращается, хотя итальянский инструмент

						151900.2016.135.000.113	10
Имя	Фамилия	№ документа	Подпись	Дата			

считается одним из лучших в среднем и низком ценовом сегменте. Украина является флагманом инструментального производства для деревообработки в масштабах СНГ. В Киеве находятся две фирмы, которые делают лучший украинский инструмент. – предприятия «Иберус» и «Удача». В Каменец-Подольском Хмельницкой обл. есть завод, выпускающий достаточно широкий ассортимент доступного по цене инструмента (хотя и не самого высокого качества). Он активно продается в европейской части СНГ и за Уралом. Тем не менее, стоит отметить, что доля инструмента из Китая и стран Юго-Восточной Азии в общем объеме импорта примерно равна доле американских и европейских производителей. Характерной особенностью рынка режущих инструментов является наличие множества известных, но небольших фирм и большого количества действующих в различных странах мелких фирм, не имеющих отражения в рейтинге, но составляющих более 38% объема рынка. По данным рейтингов на мировом рынке режущих инструментов наблюдается превосходство трех фирм – Sandvik, Kennametal, Iscar. Их позиция обусловлена не только объемами производства, но наличием сертификатов качества и постоянным совершенствованием в области материалов и технологий. АВ Sandvik Coromant (Швеция) сертифицирован и соответствует с ISO 9001. Американский концерн Kennametal в 2002 г. объединился с Widia, сильнейшим производителем металлорежущего инструмента, который являлся разработчиком уникальных технологий обработки резанием. Что касается отечественных производителей режущего инструмента, то среди крупнейших можно назвать Свердловский инструментальный завод, Сестротский инструментальный завод, ОАО «Горьковский металлургический завод», Группа компаний «Томский инструмент», ЗАО «Белгородский завод фрез и инструмента», Храпуновский инструментальный завод, Киржачский инструментальный завод. Отечественные производители тоже постепенно приходят к увеличению номенклатуры выпускаемых изделий и совершенствованию уже имеющихся образцов.

Группа компаний «Томский инструмент» представляет высокоточный инструмент, изготовленный по новой технологии – методом вышлифовки.

Спиральные сверла диаметром 2 – 20 мм с цилиндрическим хвостовиком для сверления отверстий в конструкционных сталях повышенной обрабатываемости твердостью 159-229 НВ, углеродистых и легированных сталях твердостью 179-321 НВ, углеродистых и инструментальных сталях твердостью 179-269 НВ, серых и ковких чугунах твердостью 170-210 НВ. Сверла класса точности А1 являются сверлами повышенной точности. Канавки и спинки таких сверл изготовлены методом вышлифовки. Сверла, изготовленные по технологии вышлифовки профиля, имеют следующие преимущества: стабильность размеров профиля; малые значения осевого и радиального биения; возможность нанесения одно- и многослойных износостойких покрытий. Малые значения осевого и радиального биения сверла позволяют получать равномерную нагрузку на режущие кромки, а это повышает стойкость; просверливаемое отверстие не разбивается, что важно, если по технологическому процессу отверстие после сверления подвергается дальнейшей обработке – нарезанию резьбы или закаливанию и развертыванию. Так, сверлами, изготовленными по технологии вышлифовки,

						151900.2016.135.000.ПЗ	11
Имя	Фамилия	И.О. Фамилия	Подпись	Дата			

можно получать отверстия 10-го качества, что в обычных условиях исключает операцию зенкерования.

Наличие на сверлах износостойкого покрытия TiN способствует лучшему отводу стружки, предохраняет режущие кромки от высоких температур, обеспечивая увеличение скорости резания до 28 м/мин и стойкости сверл.

Южно-Уральский государственный университет предлагает методику установки инструмента на начальных этапах обработки, исключив дополнительные переходы.

Получение на станках с ЧПУ отверстий с высокой точностью расположения оси сверлами является сложной задачей. Использование кондукторных втулок крайне затруднительно.

Фирма Rigibore (США) предлагает регулируемую оснастку Smartbore для растачивания отверстий, обеспечивающую регулирование режущих кромок с микрометрической точностью у инструмента, установленного в шпинделе металло-режущего станка. Оснастка представляет собой картридж для растачивания отверстий диаметром от 28 мм или встраиваемую в расточной инструмент ползушку для растачивания отверстий диаметром от 16 мм.

Сверла фирмы Sandvic (Франция), имеющие покрытия  $Al_2O_3$ , подвергаются минимальному химическому износу, а черный или золотистый цвет пластин облегчает детектирование износа на режущих кромках. Фрезы фирмы могут работать как с применением, так и без применения СОЖ.

Все большее количество производств переходит к обработке резанием с минимальным количеством СОЖ (MQL) или обработке без охлаждения (сухая обработка). Обработка по методу MQL осуществляется с охлаждением масляным туманом, который подается непосредственно в зону резания по системе трубок из коррозионно-стойкой стали с наконечниками. Давление масляного тумана в каждой трубке регулируется винтовым жиклером, который изменяет выходной диаметр наконечника. Такой подвод СОЖ эффективнее подвода по внутренним каналам инструмента, например, сверла, когда капли масла могут сливаться между собой. При охлаждении масляным туманом расход СОЖ составляет от 30 до 50 мл/ч, что на несколько порядков меньше расхода при охлаждении поливом, который составляет до 10 л/мин.

Смазочно-охлаждающая жидкость типа NeoSol создана в лаборатории фирмы Hangsterfer (Германия). Она экономична и биостатична, что обусловлено высокой концентрацией воды, с которой смешивается СОЖ. Такая СОЖ должна применяться в разбавленном состоянии порядка 30:1 или более, причем это соотношение зависит от условий обработки. СОЖ марки NeoSol в виде многофункциональной эмульсии характеризуется также возможностью длительного пребывания в отстойнике. Возможны различные варианты этого продукта. Так, СОЖ типа NeoSol 100 CF пригодна для применения при обработке чугунов и других черных сплавов, обеспечивая высокую стойкость против коррозии.

Фирма MasterWork-Holding (США) предлагает зажимное устройство для закрепления обрабатываемых деталей, использующее технологию закрепления за счет сил адгезии при воздействии ультрафиолетового облучения (технология LightActivatedAdhesiveGripping – LAAG). Максимальное усилие зажима достига-

					151900.2016.135.000.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		12

ет 26,6 кН. Сначала в плиту устройства вводятся керамические штифты в соответствии с формой детали. Затем выступающая часть штифтов с помощью шпателя покрывается клеем, между штифтами устанавливается закрепляемая деталь, а штифты подвергаются воздействию ультрафиолетового облучения.

В России сегодня доля машиностроения в общем выпуске производственной продукции составляет около 20%. В то же время объем машиностроения и металлообработки в экономически развитых странах (США, Германия, Япония) составляет от 36 до 45%. Это обеспечивает возможность перевооружения промышленности зарубежных стран каждые 7-10 лет.

### 1.3 Задачи проектирования

1) На основе анализа существующего технологического процесса разработать новый технологический процесс.

2) Выполнить размерный анализ разработанного технологического процесса.

3) Произвести расчет режимов резания и нормирование технологического процесса.

4) Для оснащения нового технологического процесса разработать:

а) приспособление для фрезерования;

б) шаблон на расположение 12-и отверстий;

в) фрезу резьбовую.

5) Разработать планировку участка механической обработки детали «Корпус».

6) Рассмотреть вопросы:

а) требования безопасности на участке

б) защитное заземление участка

в) организация и проведение АСДНР

7) Рассчитать себестоимость изготовления детали.

					151900.2016.135.000.ПЗ	Лист
						13
Проц.	Деталь	Адрес	Подпись	Дата		

## 2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

### 2.1 Анализ конструкции детали на технологичность

Одним из факторов, существенно влияющих на характер технологических процессов, является технологичность конструкции детали. Под технологичностью детали, в первую очередь, понимаем соответствие конструкции требованиям минимальной трудоемкости и материалоемкости. К тому же конфигурация отдельных элементов детали должна быть такой, чтобы можно было применить производительное оборудование, соблюсти принцип постоянства баз; не должно быть повышенных требований к точности и шероховатости поверхностей. Также, говоря о технологичности, не стоит забывать о выборе заготовки: нужно выбрать оптимальный способ получения заготовки, которая будет приближаться по форме к форме готовой детали. Цель анализа технологичности конструкции детали – выявление недостатков конструкции по сведениям, содержащимся в чертежах и технических требованиях, а также возможное улучшение технологичности рассматриваемой конструкции.

Деталь изготавливается из АК6. Такой материал имеет высокую пластичность в горячем состоянии. Так, корпус изготавливается методом горячей штамповки, что обеспечивает наибольшее приближение размеров заготовки к размерам детали. Дороговизна штампа оправдывается большим размером годовой программы изготовления деталей  $N=5000$  шт.

Так как допуски на большинство размеров достаточно большие, и размеры детали имеют оптимальные степени точности, поэтому в целом обработка детали с заданной точностью не составляет особой сложности, за исключением некоторых зон обработки, а именно, сложность представляет изготовление двенадцати отверстий, идущих параллельно образующей наружной цилиндрической поверхности основания и имеющие место врезаний в эту поверхность с радиусом закругления  $R10$ .

В целом можно сделать вывод, что изготовление детали является высокотехнологичным процессом, так как механическую обработку выполняют на высокоточном оборудовании (станки с ЧПУ). При этом используется специальный режущий инструмент и специальные приспособления, обеспечивающие точное и надежное базирование и закрепление детали.

### 2.2 Определение типа производства

В зависимости от габаритов, массы  $m = 1,35$  кг и размера годовой программы выпуска изделий  $N = 5000$  шт., предусмотренного заданием, определяем тип производства. Если масса детали больше 1 кг, а годовая программа выпуска составляет 1000 – 50000 шт., то тип производства таких деталей относится к среднесерийному.

Серийное производство характеризуется ограниченной номенклатурой изделий, устанавливаемых периодически повторяющимися партиями, и сравнительно большим объемом выпуска, чем в единичном типе производства. В серийном

					151900.2016.135.000.ПЗ	Лист
Имя	Фамилия	№ документа	Подпись	Дата		14



производстве технико-экономический процесс изготовления изделия преимущественно дифференцирован, т.е. расчленен на отдельные самостоятельные операции, выполняемые на определенных станках. При серийном производстве обычно применяют универсальные, специализированные, агрегатные, станки с ЧПУ и другие металлорежущие станки, высокопроизводительную оснастку, что позволяет снизить трудоемкость и себестоимость изготовления изделий.

Для определения оптимальной величины партии воспользуемся упрощенной формулой:

$$n = \frac{N \cdot t}{m \cdot \Phi_0},$$

где  $n$  – количество деталей в партии, шт.;

$t$  – необходимый запас деталей на складе  $t=5$ ;

$\Phi_0$  – число рабочих дней в году  $\Phi_0=247$  день;

$N$  – годовая программа выпуска изделия  $N=5000$  шт.

$$n = \frac{5000 \cdot 5}{247 \cdot 2} = 49,8 \text{ шт.}$$

Принимаем количество деталей в партии  $n=50$  шт.

### 2.3 Технико – экономическое обоснование выбора типа заготовки

Технико-экономическое обоснование выбора заготовки для обрабатываемой детали производят по нескольким направлениям: металлоемкости, трудоемкости и себестоимости, учитывая при этом конкретные производственные условия. Технико-экономическое обоснование ведется по двум или нескольким выбранным вариантам. При экономической оценке определяют металлоемкость, себестоимость или трудоемкость каждого выбранного варианта изготовления заготовки, а затем их сопоставляют.

Технико-экономический расчет изготовления заготовки производят в следующем порядке:

- устанавливают метод получения заготовки согласно типу производства, конструкции детали, материалу и другим техническим требованиям на изготовление детали;

- назначают припуски на обрабатываемые поверхности детали согласно выбранному методу получения заготовки по нормативным таблицам или производят расчет аналитическим методом;

- определяют расчетные размеры на каждую поверхность заготовки;

- назначают предельные отклонения на размеры заготовки по нормативным таблицам в зависимости от метода получения заготовки;

- производят расчет массы заготовки на сопоставляемые варианты;

$$m = \rho \cdot V,$$

где  $\rho$  – плотность материала, кг/см<sup>3</sup>;

$V$  – расчетный объем, мм<sup>3</sup>;

- определяют норму расхода материала с учетом неизбежных технологических потерь для каждого вида заготовки (некратность, на отрезание, угар, облой, и т.д.);

					151900.2016.135.000.ПЗ	Лист
Иск	Лист	Исполн	Модифи	Датум		15

- определяют коэффициент использования материала по каждому из вариантов изготовления заготовок с технологическими потерями и без потерь;
- определяют себестоимость изготовления заготовки, выбранных вариантов для сопоставления и определения экономического эффекта получения заготовки;
- определяют годовую экономию материала от сопоставляемых вариантов получения заготовки;
- определяют годовую экономию от выбранного варианта заготовки в денежном выражении.

Расчетные размеры для заготовки определяют по следующим формулам:

$$D_0 = D_{н.об} + 2z_0$$

при односторонней обработке плоских поверхностей

$$H_0 = H_{н.об} + z_0$$

где  $D_0$  – расчетный диаметр заготовки, мм;

$D_{н.об}$  – номинальный диаметр обрабатываемой поверхности детали, мм;

$z_0$  – общий припуск на обработку на одну сторону, мм;

$H_0$  – расчетный размер плоской поверхности, мм;

$H_{н.об}$  – номинальный размер обрабатываемой плоской поверхности, мм.

Расчетные размеры на заготовку округляют до технологической возможности оборудования и экономической целесообразности принятой точности. Рекомендуется расчетные размеры заготовок округлять в сторону увеличения припусков в зависимости от степени точности и типа производства.

Отклонения (допуски) на размеры заготовок назначаются по таблицам в зависимости от металла получения заготовок (прокат, литье, штамповка и др.)

Производим технико-экономический расчет двух вариантов изготовления заготовки:

из проката (пруток) и методом штамповки.

### 2.3.1 Техничко-экономический расчет изготовления заготовки из проката (пруток)

Согласно точности и шероховатости поверхностей обрабатываемой детали, определяем промежуточные припуски по таблице. За основу расчета промежуточных припусков принимаем диаметр  $\varnothing 230$  мм

Устанавливаем предварительный маршрутный технологический процесс обработки поверхности детали диаметром  $\varnothing 230$ h14 мм

Операция 010 токарная (черновая) 14 качество

Припуски на обработку наружных цилиндрических поверхностей назначаем ГОСТ 21488-97 табл.1

$$2Z_{010}^{max} = 2 \text{ мм}$$

Расчетный диаметр заготовки:

$$D_{расч.за}^{max} = D_{010}^{max} + 2Z_{010}^{max}$$

$$D_{расч.за}^{max} = 230 + 2 = 232 \text{ мм}$$

По расчетным данным заготовки выбираем диаметр заготовки проката обычной точности по ГОСТ 21488-97 табл.1 ближайший больший:  $D_{расч.за} = 250$  мм.

Длина проката алюминия при диаметре 250 мм составляет 1 метр.

					151900.2016.135.000.1 ГЗ	Зачет
Имя	Фамилия	И.О. Фамилия	Подпись	Дата		14

Припуски на подрезку торцевых поверхностей заготовки выбираем по табл. 3.12 [1]

$$2Z_{\text{тор}} = 1 \cdot 2 = 2 \text{ (мм)}$$

Общая длина заготовки:

$$L_{\text{заг}} = L_{\text{заг}} + 2Z_{\text{тор}} \\ L_{\text{заг}} = 122 + 2 = 124 \text{ мм}$$

Предельные отклонения на длину заготовки устанавливаем по справочным таблицам. Принимаем длину заготовки 124 мм.

Объем заготовки определяем по плюсовым допускам:

$$V_{\text{г}} = \pi R^2 L_{\text{заг}}$$

где  $L_{\text{заг}} = 124$  (мм) – длина заготовки по плюсовым допускам;

$R = 125$  (мм) – радиус основания заготовки-цилиндра.

$$V_{\text{заг}} = 3,14 \cdot (125)^2 \cdot 124 = 6083,75 \text{ см}^3$$

Массу заготовки определяем по формуле:

$$Q_{\text{г}} = \rho \cdot V_{\text{г}}$$

где  $\rho = 2750$  (кг/м<sup>3</sup>) – плотность материала заготовки

$$Q_{\text{заг}} = 2750 \cdot 0,0061 = 16,78 \text{ кг}$$

Выбираем оптимальную длину проката для изготовленной заготовки.

Потери на зажим заготовки  $L_{\text{зж}}$  принимаем 20 мм.

Длину торцевого обрезка проката определяем по формуле:

$$L_{\text{обр}} = (0,3 - 0,5) \cdot d,$$

где  $d = 250$  (мм) – диаметр сечения заготовки;

$$L_{\text{обр}} = 0,4 \cdot 250 = 100 \text{ мм}$$

Заготовку отрезают на ножницах, это самый производительный и дешевый способ.

Число заготовок, исходя из принятой длины проката по стандартам, определяется по формуле:

$$x = \frac{L_{\text{пр}} - L_{\text{обр}} - L_{\text{зж}}}{L_{\text{заг пр}} + L_{\text{пр}}}$$

где  $L_{\text{пр}}$  – длина проката, (1 метр);

$L_{\text{обр}}$  – длина торцевого обрезка,  $L_{\text{обр}} = 100$  мм;

$L_{\text{зж}}$  – минимальная длина зажимного конца,  $L_{\text{зж}} = 20$  мм;

$L_{\text{заг}}$  – длина заготовки,  $L_{\text{заг}} = 124$  мм;

$L_{\text{пр}}$  – ширина реза,  $L_{\text{пр}} = 6$  мм

Из проката длиной 1 метр:

$$x = \frac{1000 - 100 - 20}{124 + 6} = 6,77 \text{ шт.}$$

Получаем 6 заготовок из данной длины проката.

Некратность в зажимности от принятой длины проката определяем по формуле:

$$L_{\text{нк}} = L_{\text{пр}} - L_{\text{обр}} - L_{\text{зж}} - (L_{\text{заг}} \cdot x)$$

Из проката длиной 1 метр:

					151900.2016.135.000.ПЗ	Лист
Изм.	Уточн	№ докум	Подпись	Дата		17

$$L_{\text{нк.}} = 1000 - 100 - 20 - (124 \cdot 6) = 136 \text{ мм}$$

Потери материала на некрепность определяется по формуле:

$$P_{\text{нк.}} = \frac{L_{\text{нк.}} \cdot 100}{L_{\text{пр}}}$$

Из проката длиной 1 метр:

$$P_{\text{нк.}} = \frac{136 \cdot 100}{1000} = 13,6\%$$

Потери материала на зажим при стрессе по отношению к длине проката составляют:

$$P_{\text{зжж.}} = \frac{L_{\text{зжж.}} \cdot 100}{L_{\text{пр}}}$$

$$P_{\text{зжж.}} = \frac{20 \cdot 100}{1000} = 2\%$$

Потери материала на длину торцевого обрезка проката в процентном соотношении к длине проката составляет:

$$P_{\text{обр.}} = \frac{L_{\text{обр.}} \cdot 100}{L_{\text{пр}}}$$

$$P_{\text{обр.}} = \frac{100 - 100}{1000} = 10\%$$

Общие потери в процентном отношении к длине выбранного проката определяем по формуле:

$$P_{\text{п.о.}} = P_{\text{н.к.}} + P_{\text{обр.}} + P_{\text{зжж.}}$$

$$P_{\text{п.о.}} = 13,6 + 10 + 2 = 25,6\%$$

Расход материала на первую деталь с учетом всех неизбежных технологических потерь определяем по формуле:

$$Q_{\text{заг.общес.}} = \frac{Q_{\text{заг.пр.}} \cdot (100 + P_{\text{п.о.}})}{100}$$

где  $Q_{\text{заг.}} = 16,78 \text{ кг}$  – масса заготовки;

$P_{\text{п.о.}} = 25,6\%$  - общие потери

$$Q_{\text{заг.общес.}} = \frac{16,78(100 + 25,6)}{100} = 21,07 \text{ кг}$$

Определяем коэффициент использования материала по формуле:

$$K_{\text{ИМ}} = \frac{m}{Q_{\text{заг.}}}$$

где  $m$  – вес детали:  $m = 1,35 \text{ кг}$ ;

$$K_{\text{ИМ}} = \frac{1,35}{21,07} = 0,064$$

					151900.2016.135.000.П3	Лист
Имя	Табл	Формулы	Параметры	Длина		18

Такой КИМ нас не устраивает. Желательно, чтобы он составлял около 0,7-0,8. Стоимость заготовки из проката определим по формуле:

$$C_{\text{заг.}} = C_m \cdot Q_{\text{заг.}} + (Q_{\text{заг.}} - m) \cdot \frac{C_{\text{отх.}}}{1000},$$

где  $C_m$  – цена за 1 кг АКб;  $C_m = 196$ руб.,

$Q_{\text{заг.}}$  – вес заготовки;  $Q_{\text{заг.}} = 16,78$  кг;

$m$  – вес детали;  $m = 1,35$ кг

$C_{\text{отх.}}$  – цена 1 т. отходов;  $C_{\text{отх.}} = 55$  руб.,

$C_{\text{заг.}} = 196 \cdot 16,78 + (16,78 - 1,35) \cdot 0,055 = 2791$  руб.

Стоимость заготовки, изготовленной из проката  $C_{\text{заг.}} = 2791$  рублей.

### 2.3.2 Технико-экономический расчет изготовления заготовки методом штамповки

Заготовка изготовлена методом горячей объемной штамповки на горизонтально-ковочной машине ГKM ГОСТ 7023-54. Рабочие части штампов ГKM носят названия пуансонов и матриц. Штамповку на горизонтально-ковочных машинах выполняют в штампах с двумя плоскостями разреза. Одна перпендикулярна оси заготовки между матрицей и пуансоном, вторая – вдоль оси, разделяет матрицу на подвижную и неподвижную половины, обеспечивающие зажим штампуемой заготовки.

Также немаловажно, что наш АКб обладает высокой пластичностью, значит нужно учесть особенности при горячей штамповке подобных материалов. Для обнаружения дефектов штамповки применим методы: цветную дефектоскопию. Эскиз штамповки представлен на рисунке 2.1

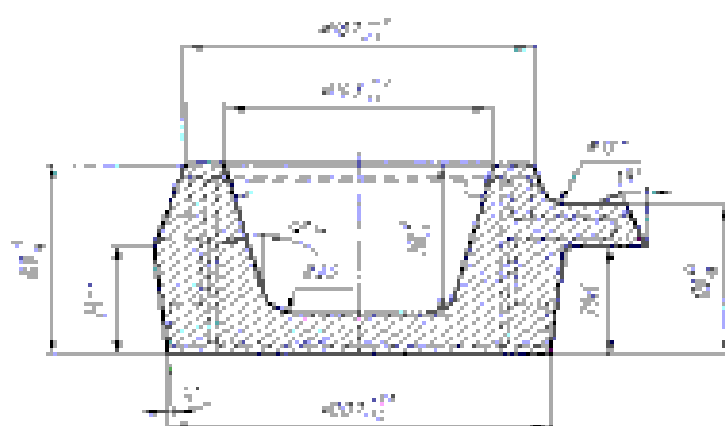


Рисунок 2.1-Эскиз заготовки, полученной штамповкой

Для определения объема штампованной заготовки воспользуемся программой Solid works, создав объемную модель заготовки:  $V_{\text{заг.}} = 356 \text{ см}^3$

Масса штампованной заготовки определяется из данных программы:  $Q_{\text{заг.шт.}} = 9,78$ кг.

					151900.2016.135.000.ПЗ	№
Вид	Лист	Материал	Изделие	Дата		1/1

Принимая неизбежные технологические потери при горячей штамповке равными 10%, определим расход материала на одну деталь:

$$Q_{\text{загл.итог.общес.}} = \frac{Q_{\text{загл.итог.}} \cdot (100 + P_{\text{шт}})}{100}$$

где  $P_{\text{шт}}$  – технологические потери;  $P_{\text{шт}} = 10\%$ ;

$Q_{\text{загл.итог.}}$  – вес заготовки;  $Q_{\text{загл.итог.}} = 9,78$  кг

$$Q_{\text{загл.итог.общес.}} = \frac{9,78(100 + 10)}{100} = 10,76 \text{ кг.}$$

Коэффициент использования материала на штампованную заготовку:

$$KIM = \frac{m}{Q_{\text{заг.}}}$$

где  $m$  – вес детали;  $m = 1,35$  кг

$$KIM = \frac{1,35}{9,78} = 0,14$$

Стоимость штампованной заготовки определяем по формуле:

$$C_{\text{заг.}} = C_{\text{м}} \cdot Q_{\text{заг.}} + (Q_{\text{заг.}} \cdot m) \cdot C_{\text{отх.}}$$

$$C_{\text{заг.}} = 196 \cdot 9,78 + (9,78 - 1,35) \cdot 55 = 1454 \text{ руб.}$$

Годовая экономия материала от выбранного варианта изготовления заготовки:

$$Э_{\text{м}} = (Q_{\text{ит}} - Q_{\text{шт}}) \cdot N,$$

где  $Q_{\text{ит}}$  – расход материала при прокате;  $Q_{\text{ит}} = 16,78$  кг;

$Q_{\text{шт}}$  – расход материала при штамповке;  $Q_{\text{шт}} = 10,76$  кг;

$N$  – годовая программа выпуска продукции;

$$Э_{\text{м}} = (16,78 - 10,76) \cdot 5000 = 30100 \text{ кг}$$

Экономический эффект выбранного вида изготовления заготовки в денежном выражении на годовую производственную программу выпуска изделия составляет:

$$Э_{\text{д}} = (C_{\text{ит}} - C_{\text{шт}}) \cdot N,$$

$$Э_{\text{д}} = (2791 - 1454) \cdot 5000 = 6685000 \text{ руб.}$$

Технико-экономические расчеты показывают, что заготовка, полученная методом горячей штамповки более экономична по использованию материала, чем заготовка из проката как по КИМ, так и по себестоимости.

					151900.2016.135.000.ПЗ	Лист
Иван	Левин	Александр	Игорь	Давид		20

## 2.4 Разработка маршрутного технологического процесса

Составим маршрутный технологический процесс изготовления детали “Корпус” и сведем его в таблицу 2.1 с указанием необходимого оборудования.

Таблица 2.1 Маршрутный технологический процесс

Номер операции	Наименование операции	Оборудование
1	2	3
010	Заготовительная	КГШП
020	Контрольная	Станок контролера
030	Токарная ЧПУ	L28 CNC
040	Токарная ЧПУ	L28 CNC
050	Изготовление образцов	
060	Маркировочная	3-5HC-25
070	Термическая (старение)	VKNC
080	Контроль механических свойств	
090	Контрольная	Станок контролера
100	Цветная дефектоскопия	
110	Токарная ЧПУ	L28 CNC
120	Токарная ЧПУ	L28 CNC
130	Фрезерная ЧПУ	ОЦ V450-5
140	Электрохимическое удаление заусенцев	4420Ф11
150	Моечная	МА 10-395
160	Термическая (старение)	VKNC
170	Токарная ЧПУ	L28 CNC
180	Фрезерно-расточная	ОЦ V450-5





Номинальный припуск на обработку поверхностей для диаметральных размеров:

$$z_{\text{ном}} = z_{\text{мин}} + T_{A_{i-1}},$$

где  $T_{A_{i-1}}$  – допуск на размер на предшествующем переходе, мм

Максимальный припуск на обработку поверхностей для диаметральных размеров:

$$z_{\text{макс}} = z_{\text{мин}} + T_{A_{i-1}} + T_{A_i}$$

где  $T_{A_i}$  – допуск на размер на выполняемом переходе, мм

Определим аналитическим методом припуски, допуски и операционные размеры на два чертежных размера – один вал и одно отверстие. Результаты запишем в таблицы 2.2, 2.3, представленные ниже.

Определим аналитическим методом припуска, допуска и операционные размеры по технологическим переходам на диаметральный размер 200h12 (-0,46)

Токарную обработку выполним на станке L28 CNC. Заготовка устанавливается в трехкулачковый патрон.

Назначаем предварительный маршрут обработки [6,с.9]:

- 010 Заготовительная – штамповка; по h15 (-1,85)
- 020 Токарная (точение черновое) по h14 (-1,15)
- 030 Токарная (точение получистовое) по h12 (-0,46)

Таблица 2.2 Расчет припусков, допусков и операционных размеров на диаметральный размер 200h12(-0,46)

Номер операции	Квалитет-точности	Rz, мкм	h, мкм	$\Delta\varepsilon$ , мкм	$\Delta y$ , мкм	$z_{\text{мин}}$ , мм	$z_{\text{ном.}}$ , мм	$z_{\text{макс}}$ , мм	Операц. размер
010	h15(-1,85)	160	200	260	-	-	-	-	207(-1,85)
020	h14(-1,15)	50	50	100	80	1,2	2,2	2,72	204(-0,6)
030	h12(-0,46)	-	-	-	30	0,41	0,93	1,14	200(-0,46)

Значение  $\Delta\varepsilon$  находим, исходя из кривизны на 1мм для поковок ,

Определяем операционные припуски для 030 операции.

Определяем минимальный припуск по формуле:

$$2z_{\text{мин}} = 2[(R_{z_{i-1}} + h_{i-1}) + \sqrt{\Delta\varepsilon_{i-1}^2 + \Delta y_i^2}],$$

$$2z_{\text{мин}} = 2[(50+50) + \sqrt{100^2 + 30^2}] = 410 \text{ мкм} = 0,41 \text{ мм} .$$

Определяем номинальный припуск по формуле:

$$2z_{\text{ном}} = 2z_{\text{мин}} + T_{A_{i-1}}$$

$$2z_{\text{ном}} = 0,41 + 0,52 = 0,93 \text{ мм}$$

Определяем расчетный максимальный припуск по формуле:

$$\begin{aligned} Z_{x_{max}} &= Z_{x_{min}} + T_{n-1} + T_n \\ Z_{x_{max}} &= 0,41 + 0,52 + 0,21 = 1,14 \text{ мм} \end{aligned}$$

Минимальный диаметр на Ø20 операции:

$$d_{\text{min}}^{020} = d_{\text{ном}}^{020} + z_{\text{пр}}^{020}$$

Подставив численные значения, имеем:

$$d_{\text{min}}^{020} = 203,07 + 0,41 = 203,48 \text{ мм}$$

Номинальный (максимальный) диаметр на Ø20 операции:

$$d_{\text{ном}}^{020} = d_{\text{мин}}^{020} + T^{020}$$

Подставив численные значения, имеем:

$$d_{\text{ном}}^{020} = d_{\text{мин}}^{020} + 0,52 = 204 \text{ мм}$$

Тогда операционный диаметр на Ø10 операции:  $d_{\text{опер}} = 204_{-0,2} \text{ мм}$

Определяем операционные припуски для Ø20 операции.

$$\begin{aligned} Z_{x_{min}} &= 2[(160+200) \cdot \sqrt{260^2 + 80^2}] = 1200 \text{ мкм} = 1,2 \text{ мм} \\ Z_{x_{max}} &= 1,2 + 1,0 = 2,2 \text{ мм} \\ &20 \text{ мм} \end{aligned}$$

Минимальный диаметр на Ø10 операции:

$$d_{\text{пр}}^{010} = d_{\text{ном}}^{010} + z_{\text{пр}}^{010}$$

Подставив численные значения, имеем:

$$d_{\text{пр}}^{010} = 204,8 + 1,2 = 206 \text{ мм}$$

Максимальный диаметр на Ø10 операции:

$$d_{\text{ном}}^{010} = d_{\text{пр}}^{010} + T^{010}$$

Подставив численные значения, имеем:

$$d_{\text{ном}}^{010} = d_{\text{пр}}^{010} + 1,0 = 207 \text{ мм}$$

Тогда, учитывая характер заготовительной операции – заготовка-штамповка, имеем операционный диаметр на Ø10 операции:  $d_{\text{опер}} = 207_{-0,2} \text{ мм}$

Определим аналитическим методом припуска, допуска и операционные размеры по технологическим переходам на диаметральный размер 152H10(  $^{+0,014}$  )

Токарную обработку выполняем на станке модели L28 CNC в трехкулачковом патроне.

Назначаем предварительный маршрут обработки:

Ø10	Заготовительная;	по Н15 145 ( $^{+0,014}$ )
Ø20	Точение (черновое)	по Н14 146 ( $^{+0,014}$ )
Ø30	Точение (чистовое)	по Н12 152( $^{+0,014}$ )

№ п/п	№ докум.	Автор	Провер.	Дата

Таблица 2.3 Расчет припусков, допусков и операционных размеров на диаметральный размер  $152^{+0,16}$

Номер операции	Квалитет точности	Rz	h	$\Delta x_z$	$\Delta y_z$	$Z_{\text{нпн}}$	$Z_{\text{нпс}}$	$Z_{\text{нпм}}$	Операци. размер
		мкм	мкм	мкм	мкм	мм	мм	мм	
010	H15 ( $0,16$ )	160	200	195	-	-	-	-	145 ( $0,16$ )
020	H14 ( $0,10$ )	125	120	78	120	1,18	2,38	3,12	146 ( $0,10$ )
030	H12 ( $0,075$ )	-	-	-	80	0,77	1,51	1,69	152 ( $0,075$ )

Максимальный диаметр на 030 операции:

$$D_{\text{max}}^{\text{нпн}} = D_{\text{max}}^{\text{нпс}} - z_{\text{нпн}}^{\text{нпн}}$$

Подставив численные значения, имеем:

$$D_{\text{max}}^{\text{нпн}} = 152,45 - 0,27 = 152,18 \text{ мм}$$

Номинальный (минимальный) диаметр на 030 операции:

$$D_{\text{min}}^{\text{нпн}} = D_{\text{min}}^{\text{нпс}} = D_{\text{max}}^{\text{нпс}} - T^{\text{нпс}}$$

Подставив численные значения, имеем:

$$D_{\text{min}}^{\text{нпн}} = D_{\text{min}}^{\text{нпс}} = 152,18 - 0,18 = 152 \text{ мм}$$

Тогда операционный диаметр на 030 операции:  $D_{\text{опер}} = 152^{+0,16}$  мм

Определим операционные припуски для 030 операции:

$$2z_{\text{нпн}} = 2[(125+120) + \sqrt{78^2 + 80^2}] = 773 \text{ мкм} = 0,77 \text{ мм}$$

$$2z_{\text{нпс}} = 0,77 + 0,74 = 1,51 \text{ мм}$$

$$2z_{\text{нпм}} = 0,77 + 0,74 + 0,18 = 1,69 \text{ мм}$$

Максимальный диаметр на 020 операции:

$$D_{\text{max}}^{\text{нпн}} = D_{\text{max}}^{\text{нпс}} - z_{\text{нпн}}^{\text{нпн}}$$

Подставив численные значения, имеем:

$$D_{\text{max}}^{\text{нпн}} = 147,51 - 0,77 = 146,74 \text{ мм}$$

Номинальный (минимальный) диаметр на 020 операции:

$$D_{\text{min}}^{\text{нпн}} = D_{\text{min}}^{\text{нпс}} = D_{\text{max}}^{\text{нпс}} - T^{\text{нпс}}$$

Подставив численные значения, имеем:

$$D_{\text{min}}^{\text{нпн}} = D_{\text{min}}^{\text{нпс}} = 146,74 - 0,74 = 146 \text{ мм}$$

Тогда операционный диаметр на 020 операции:  $D_{\text{опер}} = 146^{+0,10}$  мм

Осуществив проверку, определим операционные припуски для 020 операции:

$$2z_{\text{нпн}} = 2[(160+200) + \sqrt{195^2 + 120^2}] = 1180 \text{ мкм} = 1,18 \text{ мм}$$

$$2z_{\text{нпс}} = 1,18 + 1,2 = 2,38 \text{ мм}$$

$$2z_{\text{нпм}} = 1,18 + 1,2 + 0,74 = 3,12 \text{ мм}$$

Максимальный диаметр на 010 операции:

$$D_{\text{max}}^{\text{нпн}} = D_{\text{max}}^{\text{нпс}} - z_{\text{нпн}}^{\text{нпн}}$$

Подставив численные значения, имеем:

$$D_{\text{max}}^{\text{нп}} = 147,38 - 1,18 = 146,2 \text{ мм}$$

Номинальный (минимальный) диаметр на 020 операции:

$$D_{\text{max}}^{\text{нп}} = D_{\text{max}}^{\text{нп}} = D_{\text{max}}^{\text{нп}} - T^{\text{нп}}$$

Подставив численные значения, имеем:

$$D_{\text{max}}^{\text{нп}} = D_{\text{max}}^{\text{нп}} = 146,2 - 1,2 = 145 \text{ мм}$$

Тогда операционный диаметр на 010 операции:  $D_{\text{опер}} = 145 \pm_{-0,1}^{\text{нп}}$  мм

Припуски на 020 операцию верну подсчитаны, диаметр заготовки выбран правильно.

### 2.5.2 Табличный метод определения припусков

При табличном методе припуск устанавливают по стандартам и таблицам, которые составлены на основе обобщения и систематизации производственных данных. Припуски обычно дают в зависимости от массы и габаритных размеров деталей, их конструктивных форм, заданных точности и параметра шероховатости обрабатываемой поверхности.

Недостатком этого метода является то, что припуски назначаются независимо от технологического процесса обработки детали без учета конкретных условий его выполнения, а также могут оказаться завышенными.

Расчет начинают с последней операции обработки. По таблицам соответствующих видов обработки устанавливают размеры промежуточных припусков на каждую операцию и затем определяют промежуточные размеры заготовки. Наименьшие значения рекомендуемых припусков выбирают из справочников и ГОСТов.

Определим некоторые припуски, допуски и промежуточные размеры табличным методом, данные сведем в таблицу 2.4.

Таблица 2.4 Расчет припусков, допусков и промежуточных размеров табличным методом

Технич. операции	Наим. знач. припус. $Zz_{\text{нп}}, \text{мм}$	Расчетный размер, мм	Допуск мм (квалитет)	Промежуточные размеры, мм		Наиб. значение припуска $Zz_{\text{нп}}, \text{мм}$
				наиб.	наим.	
Внутренний размер $\varnothing 36,5h14^{-0,021}$						
Заготовительная	–	38,6	1,00 (15)	39,6	38,6	–
Внутренний размер $\varnothing 36,5h14^{-0,025}$						
Точение черновое	1,4	36,5	0,62 (14)	37,12	36,5	2,76
Внутренний размер $\varnothing 27h12^{-0,021}$						
Заготовительная	–	30,1	0,84 (15)	30,94	30,1	–

Продолжение таблицы 2.4

Точение черновое	1,3	28,1	0,520 (14)	28,62	28,1	2,43
Точение полуцистовое	0,2	27	0,21 (12)	27,21	27	0,81
Наружный размер $\varnothing 166h12_{0,4}$						
Заготовительная	–	169,3	1,6 (15)	169,3	167,7	–
Точение черновое	1,3	167,2	1,00 (14)	167,2	166,2	2,43
Точение полуцистовое	0,2	166	0,4 (12)	166	165,6	0,81

Расчетно-аналитический метод определения припусков дает более точные результаты. Здесь же припуски завышены. Этим методом следует пользоваться для ориентировочных расчетов.

### 2.5.3 Расчет припусков для линейных размеров

Размерным анализом технологического процесса изготовления деталей называют специальные способы выявления и фиксации связей размерных параметров детали при ее изготовлении, а также методы расчета этих параметров путем решения размерных цепей.

Размерный анализ позволяет уточнить намеченный вариант технологического процесса и решить следующие задачи:

- установить требуемые размеры заготовки с минимально необходимыми припусками, что обеспечивает сокращение расхода материала;
- спроектировать технологический процесс с минимально необходимым количеством операций и переходов, что снижает трудоемкость изготовления изделий;
- спроектировать технологический процесс, гарантирующий изготовление качественных деталей и отсутствие брака при их производстве.

ГЦСТ 16319 – 70, определяет размерную цепь как совокупность размеров, образующих замкнутый контур и непосредственно участвующий в решении поставленной задачи.

ГОСТ 16320 – 70 устанавливает методы решения прямой и обратной задачи

Прямая задача – определение размеров и предельных отклонений всех составляющих звеньев размерной цепи по известному размеру и отклонению замыкающего звена. Обратная задача – определение размеров и отклонений замыкающего звена по известным размерам и отклонениям составляющих звеньев.

При проектировании технологического процесса очень часто предоставленный в чертеже размер и технические требования непосредственно не выполняются. В размерной схеме это звено всегда является замыкающимся звеном. Так как замыкающее звено и его точность определяется точностью изготовления составляющих звеньев, то необходимо проверить по точности выполнения составляющих звеньев, обеспечены ли предписанные чертежом и технические требования. Проверка ведется следующим образом: допуск замыкающего звена равен (больше) сумме допусков составляющих звеньев. Так, если условие соблюдено, то считаем, что предлагаемый вариант технологического процесса может быть принят, так как он полностью обеспечивает изготовление деталей в соответствии с требованиями чертежа.

Если же указанные условия не выдерживаются, то нужно либо ужесточить допуск, либо вводить дополнительные операции, обеспечивающие большую точность выполнения размера. После корректировки вновь проверяем выполнение условий на чертеже, и если они соблюдены, то технологический процесс принимается за рабочий. На трех листах формата А1 представлены размерные цепи, необходимые для проектирования технологического процесса механообработки моей детали. Так, мы находим настроечные размеры, определяем припуски на подрезку торцов и соответствующие операции линейные размеры: начиная с последней операции, доходим до заготовительной операции и определяем линейные размеры заготовки.

## 2.6 Выбор и описание технологического оборудования

Выбор стандартного оборудования – одна из важнейших задач при разработке технологического процесса механической обработки заготовки. От правильного выбора зависит производительность изготовления детали, экономическое использование производственных площадей, механизации и автоматизации ручного труда, электроэнергии и в итоге себестоимость изделия. При выборе оборудования необходимо руководствоваться основными принципами:

- станок должен обеспечить требуемую точность обработки и качество поверхности;
- производительность станка должна соответствовать заданной производственной программе выпуска деталей;
- мощность и жесткость станка должны обеспечить обработку твердосплавным режущим инструментом на оптимальных режимах резания;
- станок должен обеспечить удобство обработки (удобство управления, удаления стружки);
- размеры рабочей зоны станка должны соответствовать размерам обрабатываемой детали.

Одним из основных направлений технологии машиностроения на сегодняшний день является интенсификация технологических процессов и повышение

					151900.2016.135.000.ПЗ	28
Мин	Листы	№ докум.	Подпись	Дата		

производительности труда путем применения для механической обработки высокопроизводительного автоматизированного оборудования. В соответствии с этим я большую часть механической обработки перевел на станки с ЧПУ. При работе в режиме программного управления оператор устанавливает режущий инструмент и заготовку, проверяет нахождение всех координат станка строго в исходном положении и включает с пульта программу. Затем весь цикл обработки детали осуществляется автоматически без участия оператора. Обработку будем вести с оптимальными и достаточно высокими режимами резания. Таким образом, стремимся добиться требуемой точности с наименьшими затратами и сократить общее штучное время на обработку детали.

Переход к станкам с ЧПУ имеет ряд преимуществ:

- полная автономность кинематических схем для всех координат перемещения рабочих органов станка, связь между перемещениями по координатам осуществляется через программу;
- упрощение кинематических схем приводов подач и широкая унификация элементов как самих приводов, так и механики по всем координатам;
- простое осуществление через программу сложного по времени и точного по положению взаимодействия практически неограниченного числа перемещений по осям координат;
- введение автоматической смены режущего инструмента по командам числовой программы.

Основные паспортные данные выбранного оборудования отразим в таблицах 2.5, 2.6.

Для токарных ЧПУ операций выберем станок с ЧПУ L28 CNC:

Таблица 2.5 Основные характеристики токарного станка с ЧПУ L28 CNC

Наибольший диаметр обрабатываемой заготовки, мм:	266
Наибольшая длина обрабатываемой заготовки	700
Подача, мм/об	0,1-200
Число оборотов шпинделя, об/мин	30-4000
Мощность привода, кВт	1,5
Габаритные размеры станка, мм	1985x750x1520
длина	1985
ширина	1450
высота	750
Масса станка, кг	1520

Для фрезерных ЧПУ операций применяем ОЦ V450-5:

Таблица 2.6 Основные характеристики ОЦ V450-5

Зона обработки X/Y/Z	450x350x350
Размер стола	355X610
Ускоренные подачи по X,Y,Z(мм/мин)	20000
Число координат	5
Максимальная нагрузка на стол	150(кг)
Габаритные размеры	1500X2000X1950
Частота вращения шпинделя	10000

### 2.6.1 Выбор смазочно-охлаждающей жидкости

Для уменьшения трения, охлаждения инструмента и обрабатываемой детали применяют смазывающе-охлаждающие жидкости (СОЖ).

Под смазочно-охлаждающими жидкостями подразумеваются водные и масляные жидкости, применяемые при обработке металлов резанием.

Таковыми жидкостями могут служить: эмульсии, компаундированные масла, сульфозресолы, минеральные и растительные масла, растворы соды в воде, скипидар и керосин.

Применение смазочно-охлаждающих жидкостей является одним из наиболее дешевых средств для достижения высокой производительности процесса резания и надлежащего качества поверхности. Их применение позволяет уменьшить износ инструмента и долговечность станочного оборудования, а также трение инструмента о заготовку.

При контакте смазочно-охлаждающей жидкости с деталью, стружкой и инструментом она растекается по поверхности, нагревается и частично испаряется. Охлаждающее действие заключается в отводе тепла за счет теплоотдачи и потопления его жидкостью при испарении.

Помимо охлаждающей способности применяемая при резании жидкость должна обладать высокой смазывающей способностью, хорошо проникать между трущимися поверхностями.

В моем случае это: Sitala D 3404 -- высококачественная минеральная СОЖ, применяемая при средних и тяжелых видах обработки алюминиевых и стальных сплавов. Специальные присадки способны продлить срок службы техники, что приводит к снижению затрат на техническое обслуживание станков. Использование данного продукта позволяет минимизировать брак при производстве. Благодаря особому составу жидкости обработанная поверхность деталей будет отличаться высоким качеством. При изготовлении СОЖ не применяются хлор, вторичные амины, фенол и нитрит, что делает продукт совершенно безопасным.

					151900.2016.135.000-IT3	20
Имя	Фамилия	И.О. Фамилия	Подпись	Дата		



#### - Применение

Shell Sitala D 3404 – специально разработана для средне- и тяжело нагруженных операций обработки различных алюминиевых сплавов.

Sitala D 3404 также подходит для всех типов механообработки стальных сплавов. Продукт рекомендуется использовать в сочетании с водой жесткостью от 5 до 25 °dH.

#### - Преимущества

- Применение специальных присадок для обработки алюминия – продлевает срок службы инструмента, улучшает качество обработки поверхности, снижает процент брака.
- Высокая стабильность – продлевает срок службы насоса и снижает затраты на техобслуживание системы приготовления и подачи СОЖ.
- Прекрасные моющие свойства – обеспечивают чистоту деталей, станка и способствует созданию более приятных производственных условий.
- Надёжная защита от коррозии – способствует снижению процента брака и уменьшает издержки, связанные с решением проблем коррозии.
- Низкое пенообразование при использовании мягкой воды – обеспечивает бесперебойную работу и допускает подачу СОЖ под высоким давлением/большой скоростью.
- Удовлетворяет требованиям экологической безопасности – не содержит хлора, вторичных аминов, фенола и нитрита.

### 2.7 Расчет режимов резания

При выборе и расчете режимов обработки учитывают тип и размеры режущего инструмента, материал режущей части, материал и состояние заготовки, тип и состояние оборудования.

Элементы режимов резания находятся в функциональной взаимной зависимости, установленной эмпирическими формулами. Расчет режимов резания по эмпирическим формулам является аналитическим методом расчета режимов резания.

При определении режимов резания табличным методом используют нормативные таблицы в зависимости от выбранного типа производства и установленного вида обработки заготовки. Табличный метод дает возможность ускорить разработку технологических процессов и сократить сроки подготовки к запуску изготовления данного изделия.

Параметры режима резания выбирают таким образом, чтобы достичь наибольшей производительности труда при наименьшей себестоимости данной технологической операции.

					151900.2016.135.000.ПЗ	Лист
						31
Имя	Фамилия	Адрес	Телефон	Дата		

Эти условия удастся выполнять при работе инструментом выгодной геометрии, с максимальным использованием всех эксплуатационных возможностей станка.

Режимы резания рассчитаны на применение инструмента с оптимальными значениями геометрических параметров режущей части, с режущими элементами из твердого сплава.

### 2.7.1 Расчет режимов резания аналитическим методом

Элементами режимов резания являются:

1) Глубина резания ( $t$ ).

При черновой обработке назначают по возможности максимальную, равную всему припуску на обработку или большей его части.

При чистовой обработке – в зависимости от требований точности размеров и шероховатости обработанной поверхности.

2) Подача ( $S$ ).

При черновой обработке выбирают максимальную возможную подачу, исходя из жесткости и прочности СПИД, мощности привода станка и других ограничивающих факторов.

При чистовой обработке – в зависимости от требуемой степени точности и шероховатости обработанной поверхности. Подачу выбираем по таблицам.

3) Скорость резания ( $V$ ).

Рассчитывают по эмпирической формуле, установленной для каждого вида обработки.

Для токарной обработки:

$$V_{\text{пр}} = \frac{C_v}{T^m \cdot t^x \cdot S^y} \cdot K_v,$$

где  $C_v$  – коэффициент характеризующий материал и условия обработки;

$T$  – период стойкости инструмента, мин;

$t$  – глубина резания, мм;

$S$  – подача, мм/об;

$K_v$  – общий поправочный коэффициент на скорость резания, учитывающий условия резания;

$m, x, y$  – показатели степени.

Для фрезерной обработки:

$$V_{\text{пр}} = \frac{C_v \cdot D^a}{T^m \cdot t^x \cdot S_f^y \cdot B^U \cdot z^p} \cdot K_v,$$

где  $S$  – подача, мм/об ( $S_f = S/z$ , мм/зуб);

$T$  – период стойкости фрезы, мин;

					151900.2016.135.000.ПЗ	16.01
Имя	Листы	№ докум.	Подпись	Дата		32

$B$  – ширина фрезерования, мм;  
 $z$  – число зубьев фрезы;  
 $t$  – глубина фрезерования, мм;  
 $C_v$  – постоянная скорости;  
 $q, m, x, y, p, u$  – показатели степени.

Значение коэффициента  $C_v$ , показателей степени ( $m, x_v, u_v, q_v, y_v, p_v$ ) и период стойкости  $T$  инструмента, применяемого для данного вида обработки, приведены в таблицах для каждого вида обработки.

Для получения действительного значения скорости резания ( $V_{\text{рез}}$ ) с учетом конкретных значений  $l, S, T$  вводится поправочный коэффициент  $K_{\text{кр}}$ , который равен произведению ряда коэффициентов:

$$K_{\text{кр}} = K_{\text{мт}} \cdot K_{\text{ин}} \cdot K_{\text{тп}},$$

где  $K_{\text{мт}}$  – коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала;  
 $K_{\text{ин}}$  – коэффициент, учитывающий материал инструмента;  
 $K_{\text{тп}}$  – коэффициент, учитывающий состояние поверхности заготовки.

Значения коэффициентов определяются по таблицам для каждого вида обработки.

Частота вращения шпинделя  $n$ :

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D},$$

где  $D$  – диаметр обрабатываемой поверхности, мм.

Отсюда можно определить скорость резания:

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000}.$$

#### 4) Сила резания ( $P_c$ ).

Под силой резания обычно подразумевают ее главную составляющую  $P_c$ , определяющую расходуемую на резание мощность  $N$  и крутящий момент  $M_{\text{кр}}$  на шпинделе станка.

Для токарной обработки силу резания рассчитывают по формуле:

$$P_c(P_1; P_2) = C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p,$$

где  $C_p$  – постоянная резания;

$V$  – скорость резания, м/мин;

$t$  – глубина резания, мм;

$S$  – подача, мм/об;

$K_p$  – общий поправочный коэффициент на силу резания, учитывающий условия резания;

$x, y, n$  – показатели степени.

Поправочный коэффициент  $K_p$  представляет собой произведение коэффициентов учитывающих изменение против табличных условий резания:

$$K_p = K_{\text{мт}} \cdot K_{\text{ин}} \cdot K_{\text{тп}} \cdot K_{\text{тп}} \cdot K_{\text{тп}},$$

					151900.2016.135.000.013	Лист
Имя	Датум	Исполнитель	Проверка	Длина		23

где  $K_{sp}$  – коэффициент, учитывающий влияние механических свойств обрабатываемого материала на силы резания;

$K_{sp}, K_{pr}, K_{sp}, K_{pr}$  – коэффициенты, учитывающие влияние геометрических параметров реза.

Для фрезерной обработки силу резания рассчитывают по формуле:

$$P_z = \frac{C_p \cdot t^x \cdot S_f^y \cdot B^z}{D^q \cdot n^w} \cdot K_{sp}$$

где  $B$  – ширина фрезерования;

$z$  – число зубьев фрезы;

$t$  – глубина фрезерования;

$n$  – число оборотов фрезы в минуту, об/мин;

$C_p$  – постоянная скорости,

$q, x, y, z, w$  – показатели степени.

$K_{sp}$  – общий поправочный коэффициент на силу резания.

Постоянная  $C_p$  для данных (расчетных) условий резания и показатели степени ( $x, y, z, w$ ) для каждой из составляющих силы резания приведены в таблицах.

Мощность резания рассчитывают по формуле:

$$N = \frac{P_z \cdot V_{рез}}{102 \cdot 60}$$

При сверлении глубина резания рассчитывается по формуле:

$$t = 0,5D,$$

где  $D$  – диаметр сверла, мм

$t$  – глубина резания по формуле

Скорость резания при сверлении:

$$V_{св} = \frac{C_v D^q}{T^m \cdot f^x \cdot S^y} \cdot K_{sv}$$

где  $T$  – стойкость сверла, мин

$x$  – подача мм/об

$C_v, m, q, x, y, K_{sv}$  – табличные коэффициенты для сверления, учитывающие условия обработки

Крутящий момент находят по формуле

$$M_{кр} = 10 \cdot C_m \cdot D^q \cdot s^y \cdot K_{sv}$$

где  $M_{кр}$  – крутящий момент при сверлении;

$C_m, q, y, K_{sv}$  – табличные коэффициенты для сверления, учитывающие условия обработки

Окружная сила резания при сверлении:

$$P_z = 10 \cdot C_p \cdot D^q \cdot s^y \cdot K_{sv}$$

						151900.2016.135.000.ПЗ	23
Илл	Лист	Архив	Подпись	Дата			24

где  $P_0$  – окружная сила резания,

$C_p, c, y, K_p$  – табличные коэффициенты для сверления, учитывающие условия обработки.

Мощность резания при сверлении рассчитывается по следующей формуле.

$$N_c = \frac{M_{св} \cdot n}{9750}$$

где  $N_c$  – мощность резания при сверлении.

Рассчитаем аналитическим методом режимы резания для операции 030 для 3-х переходов.

Токарная операция 030.

Станок – L28 CNC. Мощность электродвигателя 1,5 кВт

- 1 Подрезать торец (1), точить поверхность (2);
- 2 Сверлить отверстие (3);
- 3 Расточить отверстие (3).

Переход 1.

Припуск на обработку поверхности (1) равен 5 мм.

Для данного перехода принимаем:  $t = h = 0,35$  мм,  $S = 0,2$  мм/об,  $T = 150$  мин., табл. 2.4 [6]

Рассчитаем скорости резания:

$$V = \frac{340}{60^{0,2} \cdot 1,83^{0,15} \cdot 0,8^{0,45}} \cdot 0,9 = 136,2 \text{ м/мин.}$$

Частота вращения шпинделя ( $n$ ):

$$n = \frac{1000 \cdot 122}{3,14 \cdot 189} = 229,6 \text{ об/мин.}$$

Корректируем частоту вращения  $n = 200$  об/мин

$$V = \frac{3,14 \cdot 189 \cdot 200}{1000} = 118 \text{ м/мин.}$$

Силы резания:

$$P_r = 300 \cdot 1,83^1 \cdot 0,8^1 \cdot 118^0 \cdot 0,87 = 382 \text{ Н.}$$

Мощности резания:

$$N_{св} = \frac{382 \cdot 118}{102 \cdot 60} = 7 \text{ кВт.}$$

					151900.2016.135.000.ПЭ	Мин.
Изм.	Лист	Материал	Подпись	Дата		33

$$t_{\text{рез}} = \frac{L}{n \cdot S}, \text{ мин}$$

где  $L$  – длина рабочего хода инструмента, мм;

$n$  – число оборотов шпинделя, об/мин;

$S$  – подача, мм/об;

$$L = l + y + \Delta, \text{ мм}$$

где  $l$  – длина обрабатываемой поверхности,  $l = 2,5$  мм;

$y$  – величина врезания,  $y = 1$  мм;

$\Delta$  – величина перебега,  $\Delta = 3$  мм.

$$L = 2,5 + 1 + 3 = 6,5 \text{ мм}$$

Подставим значения в формулу.

$$t_{\text{рез}} = \frac{6,5 \cdot 2}{170 \cdot 0,7} = 0,11 \text{ мин.}$$

Определяем общее время обработки по формуле:

$$t_{\text{общ}} = t_{\text{зм}} + t_{\text{пр}} + t_{\text{отв}} + t_{\text{вых}} + t_{\text{рез}}$$

где  $t_{\text{зм}}$  – время смены режущего инструмента,  $t_{\text{зм}} = 0,31$  мин;

$t_{\text{пр}}$  – время подвода и отвода режущего инструмента,  $t_{\text{пр}} = 0,1$  мин;

$t_{\text{отв}}$  – время выхода режущего инструмента из зоны резания,  $t_{\text{отв}} = 0,28$  мин;

$t_{\text{рез}}$  – время резания,  $t_{\text{рез}} = 0,3$  мин.

$$t_{\text{общ}} = 2 (0,31 + 0,1 + 0,28) + 0,3 = 1,68 \text{ мин.}$$

Переход 2. Определяем глубину резания:

$$l = \frac{D_{\text{из}} - D_{\text{об}}}{2} = \frac{96,5 - 90}{2} = 3,25 \text{ мм}$$

По табл. 11 [6] выбираем подачу  $S_1 = 0,7$  мм/об,  $S_2 = 0,7$  мм/об

Определяем скорость резания по эмпирическим формулам с учётом жесткости системы.

Окружная скорость резца определяется по формуле:

$$V = \frac{C_v}{T^{0,1} \cdot l^{0,2} \cdot S_1^{0,75}} \cdot K_v$$

где  $C_v$  – коэффициент характеризующий материал и условия обработки,  $C_v = 350$ ;

$T$  – стойкость инструмента,  $T = 60$  мин;

$S$  – подача,  $S = 0,7$  мм;

$l$  – глубина резания,  $l = 3,25$  мм;

$K_v$  – общий поправочный коэффициент на скорость резания, учитывающий фактические условия резания, определяемый по формуле:

					151900.2016.135.000.ПЗ	30
Изм.	Листы	№ докум	Подпись	Дата		30

$$K_c = K_{mv} \cdot K_{mv} \cdot K_{sv}$$

где  $K_{mv}$  – коэффициент на обрабатываемый материал,  $K_{sv} = 1$  по табл.3 [6];

$K_{mv}$  – коэффициент на инструментальный материал,  $K_{sv} = 1$  по табл.6 [6];

$K_{sv}$  – коэффициент, учитывающий состояние поверхности заготовки,

$K_{sv} = 0,8$  по табл. 5 [6];

$$K_c = 1 \cdot 0,8 \cdot 1 = 0,8$$

Показатели степени определяются по табл. 17[1]:  $X_c = 0,15$ ;  $Y_c = 0,35$ ;  $m = 0,2$ .

Подставляя в формулу значения,

$$V = \frac{350}{60^{0,15} \cdot 4,8^{0,35} \cdot 0,7^{0,2}} \cdot 0,8 = 108,94 \text{ м/мин.}$$

$$V = \frac{350}{60^{0,15} \cdot 1,55^{0,35} \cdot 0,7^{0,2}} \cdot 0,8 = 129,03 \text{ м/мин.}$$

Находим число оборотов шпинделя по формуле

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}$$

где  $V$  – скорость резания, м/мин;

$D$  – диаметр обрабатываемой поверхности, мм.

$$n = \frac{1000 \cdot 108,94}{3,14 \cdot 96,5} = 461,67 \text{ об/мин}$$

$$n = \frac{1000 \cdot 129,03}{3,14 \cdot 96,5} = 664,92$$

Корректируем число оборотов шпинделя из условий обработки и устанавливаем действительное число оборотов  $n_f = 170$  об/мин.

Определяем действительную скорость резания:  $V = 40,12$  м/мин.

Определяем величину окружной силы по формуле:

$$F_c = 10 \cdot C_f \cdot t^1 \cdot S^2 \cdot V^2 \cdot K_p$$

где  $C_f$  – коэффициент, характеризующий материал и условия обработки,  $C_f = 204$ ;

$t$  – глубина резания,  $t = 3,25$  мм;

$S$  – подача,  $S = 0,7$  мм/об;

$V$  – скорость резания,  $V = 40,12$  м/мин;

$K_p$  – поправочный коэффициент на силу резания, определяемый по формуле:

$$K_p = K_{mv} \cdot K_{sv} \cdot K_{sv} \cdot K_{sv} \cdot K_{sv}$$

где  $K_{sv}$  – коэффициент, учитывающий качество обрабатываемой поверхности:

$$K_{sv} = \left( \frac{\sigma_p}{750} \right)^2$$

Значение показателя  $\lambda = 0,75$  по табл. 9 [1].

Имя	Датум	Модификация	Подпись	Дата

$$K_{\text{ap}} = \left( \frac{510}{750} \right)^{0,7} = 0,74$$

$K_{\text{ap}}, K_{\text{ap}}, K_{\text{ap}}, K_{\text{ap}}$  - коэффициенты, учитывающие влияние геометрических параметров режущей части инструмента. По табл.23[6] принимаем:

$$K_{\text{ap}} = 0,89, K_{\text{ap}} = 1,0, K_{\text{ap}} = 1, K_{\text{ap}} = 1.$$

$$K_p = 0,74 \cdot 0,89 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0,6586$$

Показатели степени определяются по табл. 22 [1, с.273]:  $x = 1,0$ ;  $y = 0,75$ ;  $n = 0$ .  
Подставляем значения в формулу:

$$P_2 = 10 \cdot 204 \cdot 4,8^1 \cdot 0,7^{0,75} \cdot 42,12^0 \cdot 0,6586 = 4935,3 \text{ Н}$$

$$P_1 = 10 \cdot 204 \cdot 1,55^1 \cdot 0,7^{0,75} \cdot 32,9^0 \cdot 0,6586 = 1593,7$$

Определяем мощность резания по формуле:

$$N_{\text{рез}} = \frac{P_2 \cdot V}{1020 \cdot 60}$$

где  $P_2$  - окружная сила, Н;

$V$  - скорость резания, м/мин.

Подставляя значения получаем:

$$N_{\text{рез}} = \frac{4935,3 \cdot 42,12}{1020 \cdot 60} = 3,3 \text{ кВт}$$

$$N_{\text{пр}} = \frac{1593,7 \cdot 32,9}{1020 \cdot 60} = 0,86$$

Определяем время обработки по формуле

$$t_{\text{об}} = \frac{L \cdot i}{n \cdot S}, \text{ мин}$$

где  $L$  - длина рабочего хода инструмента, мм;

$n$  - число оборотов шпинделя, об/мин;

$S$  - подача, мм/об;

$i$  - число проходов.

$$L = l + y + \Delta, \text{ мм}$$

где  $l$  - длина обрабатываемой поверхности,  $l = 33$  мм;

$y$  - величина врезания,  $y = 1$  мм;

$\Delta$  - величина перебега,  $\Delta = 0$  мм (для обработки в упор).

$$L = 33 + 1 + 0 = 34 \text{ мм}$$

$$L = 12 + 1 + 0 = 13 \text{ мм}$$

Подставляем значения в формулу:

$$t_{\text{об}} = \frac{34 \cdot 2}{170 \cdot 0,7} = 0,235 \text{ мин.}$$

					151900.2016.135.000.ПЗ	Уч.оп.
Изм.	Давн.	Исполн.	Проверк.	Дата		ЛР



$$t_m = \frac{13,2}{170 \cdot 0,7} = 0,066$$

Определяем общее время обработки :

где  $t_{св}$  - время смены режущего инструмента,  $t_{св} = 0,25$  мин;

$t_{под}$  - время подвода и отвода режущего инструмента,  $t_{под} = 0,1$  мин,

$t_{вых}$  - время выхода режущего инструмента из зоны резания,  $t_{вых} = 0,0248$  мин;

$t_{рез}$  - время резания,  $t_{рез} = 0,235$  мин.

$$t_{общ} = 2 (0,25 + 0,1 + 0,0248) + 0,235 = 0,985 \text{ мин.}$$

В данном случае время смены режущего инструмента, время подвода и отвода, время выхода режущего инструмента из зоны резания не учитывается, т.к. это время берется один раз на весь переход, так как обработка ведется одним инструментом.

Переход 3.

Поддачу для растачивания выбираем по таблице 2,4 [6].

Принимаем:  $t = 1,91$  мм;  $S = 0,4$  мм/об,  $T = 60$  мин.

Рассчитаем скорости резания для черновой и чистовой обработки по формуле:

$$V = \frac{340}{60^{0,2} \cdot 1,91^{0,7} \cdot 0,4^{0,7}} \cdot 0,9 = 180 \text{ м/мин};$$

Частота вращения шпинделя ( $n$ ) по формуле :

$$n = \frac{1000 \cdot 180}{3,14 \cdot 93,8} = 611 \text{ об/мин};$$

$$n = \frac{1000 \cdot 272}{3,14 \cdot 95,2} = 910 \text{ об/мин.}$$

Так как у применяемых станков с ЧПУ бесступенчатая передача, то принимаем расчетную частоту вращения шпинделя ( $n$ ) и пересчет скорости резания ( $V$ ) не производим.

Силы резания :

$$P_c = 300 \cdot 1,91^{1,0} \cdot 0,4^{1,0} \cdot 180^0 \cdot 0,87 = 208,8 \text{ Н};$$

Мощности резания подчитаем по формуле:

$$N = \frac{208,8 \cdot 180}{102 \cdot 60} = 6 \text{ кВт.}$$

$$L = 10 + 0,1 + 1 = 11,1 \text{ мот}$$

$$t_m = \frac{12,1 \cdot 2}{611 \cdot 0,4} = 0,099 \text{ мин.}$$

$$t_{общ} = 2 (0,31 + 0,15 + 0,0028) + 0,135 = 1,06 \text{ мин.}$$

					151900.2016.135.000.ПЗ	Лист
Иск	Мель	Ав дробл	Изм/виз	Лист		39

Сведем в таблицу 2.7 полученные расчетные данные.

Таблица 2.7 Режимы резания, рассчитанные аналитическим методом

№ перехода	Глубина резания $t$ , (мм)	Подача $S$ , (мм/об)	Скорость резания $V$ , (м/мин)	Частота вращения $n$ , (об/мин)	Стойкость инструмента $T$ , (мин)
1	2	3	4	5	6
Операция Ø30					
1	0,35	0,19	183	1380	140
2	20	0,16	18,9	850	93
3	1,25	0,13	97	980	96

### 2.7.2 Расчет режимов резания табличным способом

Рассчитаем табличным методом режимы резания для операции Ø30, операции 120.

Таблица 2.8 Расчет режимов резания табличным методом

№ перехода	№ поверхности	Глубина резания $t$ , (мм)	Подача $S$ , (мм/об)	Скорость резания $V$ , (м/мин)	Частота вращения $n$ , (об/мин)	Стойкость инструмента $T$ , (мин)
1	2	3	4	5	6	7
Операция Ø30 Токарная						
1	1,2	0,35	0,2	194	1380	150
2	3	20	0,15	19,8	850	96
3	3	1,25	0,12	95	980	90
Операция 120 Фрезерно-сверлильная						
1	1,2,3,4,5,6,7	8,0	0,8	100	1592	120
2	8,9	8,0	0,8	100	1592	120
3	10	26,0	0,8	100	1415	120
4	11	16,0	0,8	70	2275	120
5	12,13	12,5	0,8	25	5096	120
6	14	14,0	0,5	50	2123	180

## 2.8 Определение нормы времени

Под техническим нормированием понимаем установление норм времени на выполнение определенной работы. Правильное нормирование изготовления продукции при ее соответствующем качестве является основным критерием оценки совершенства технологического процесса. Техническую норму времени определяют на основе технического расчета и анализа возможностей оборудования, режущего инструмента, а также требований, предъявляемых к детали.

Подсчитаем норму штучного времени на все операции, принимая, что для работы созданы необходимые условия (исправное оборудование, новый инструмент, рабочие имеют соответствующую квалификацию, назначены оптимальные припуски и режимы резания и др.)

Общая норма времени на механическую обработку одной заготовки равна:

$$T_{шт.} = T_{осн.} + T_{всп.} + T_{т.о.} + T_{орг.о.} + T_{отд.}$$

где  $T_{осн.}$  – основное (машинное) время, (мин);

$T_{всп.}$  – вспомогательное время, (мин);

$T_{т.о.}$  – время на техническое обслуживание рабочего места, (мин);

$T_{орг.о.}$  – время на организационное обслуживание рабочего места, (мин);

$T_{отд.}$  – время на отдых и естественные потребности, (мин)

$$T_{всп.} = \frac{L \cdot i}{n \cdot S}$$

где  $L$  – расчетная длина обработки и направления подачи, (мм);

$n$  – частота вращения шпинделя, (мм/об);

$i$  – число рабочих ходов режущего инструмента;

$S$  – подача, (мм/об)

Расчетная длина рабочего хода инструмента определяется:

$$L = l + l_{вр.} + l_{п.} + l_{подх.},$$

где  $L$  – длина обрабатываемой поверхности;

$l_{вр.}$  – величина врезания инструмента;

$l_{п.}$  – величина перебега;

$l_{подх.}$  – величина подхода инструмента;

$l_{вр.}$  и  $l_{п.}$  для резцов определяем по [18], для обработки отверстий по [18]. Для фрез определим суммарно  $l = l_{вр.} + l_{п.}$  по [18]. Величина  $l_{подх.}$  составляет от 2 до 5 мм.

$T_{всп.}$  включает в себя время на установку и снятие детали, включение и выключение оборудования, на контрольные измерения. Установившем его величину для каждого перехода по [3, табл.3.40] и по [18, с.15].

Оперативное время определяем по формуле:

$$T_{опер.} = T_{осн.} + T_{всп.}$$

Примем, что

					151900.2016.135.000.ПЗ	Зач. №
Изм.	Лист	М.И.М.И.	Подпись	Дата		41

$$T_{т.о.} + T_{орг.о.} + T_{отд.} = T_{ДКП}$$

Для серийного производства  $T_{ДКП}$  составляет примерно (5 - 6)% от оперативного времени.

$$T_{шт.} = T_{оп.} + T_{всп.} + T_{доп.}$$

Операция Ø30. Токарная ЧПУ.

Переход 1. Подрезать торец (1)

Расчетная длина рабочего хода инструмента:

$$L = 92 + 0,35 + 37 + 205 = 334,35 \text{ мм}$$

$$T_{оп.} = \frac{334,35 \cdot 1}{1380 \cdot 0,2} = 1,21 \text{ мин.}$$

Вспомогательное время выбираем по машиностроительным нормативам  $T_{всп.} = 0,11 \text{ мин.}$

Оперативное время  $T_{опер.} = 1,21 + 0,11 = 1,32 \text{ мин.}$

Тогда, с учетом  $T_{ДКП}$  имеем норму штучного времени  $T_{шт.} = 1,39 \text{ мин.}$

Переход 2. Точить поверхность (2)

Расчетная длина рабочего хода инструмента:

$$L = 1,5 + 0,35 + 4,29 + 205 = 211 \text{ мм}$$

$$T_{оп.} = \frac{211 \cdot 1}{1380 \cdot 0,2} = 0,76 \text{ мин.}$$

Вспомогательное время выбираем по машиностроительным нормативам  $T_{всп.} = 0,11 \text{ мин.}$

Оперативное время

$T_{опер.} = 0,76 + 0,11 = 0,87 \text{ мин.}$

Тогда, с учетом  $T_{ДКП}$  имеем норму штучного времени

$T_{шт.} = 0,91 \text{ мин.}$

Переход 3. Сверлить отверстие (3)

$$T_{оп.} = \frac{296 \cdot 1}{850 \cdot 0,15} = 2,32 \text{ мин.}$$

Вспомогательное время выбираем по машиностроительным нормативам  $T_{всп.} = 0,11 \text{ мин.}$

Оперативное время

$$T_{опер.} = 2,32 + 0,11 = 2,43 \text{ мин.}$$

Тогда, с учетом  $T_{ДКП}$  имеем норму штучного времени

$T_{шт.} = 2,55 \text{ мин.}$

Переход 4. Расточить отверстие (3)

Расчетная длина рабочего хода инструмента:

$$L = 127 + 1,25 + 84,8 + 135 = 19 \text{ мм.}$$

$$T_{оп.} = \frac{348,05 \cdot 1}{980 \cdot 0,12} = 2,96 \text{ мин.}$$

						151900.2016.135.000.ПЗ	Лист
Изм.	Листов	Материал	Изготовитель	Длина			42

Вспомогательное время выбираем по машиностроительным нормативам  
 $T_{всп} = 0,13$  мин.

Оперативное время

Товер. =  $2,96 + 0,13 = 3,09$  мин.

Тогда, с учетом  $T_{доп}$  имеем норму штучного времени

$T_{шт.} = 3,24$  мин.

Таким образом, видим, что большая часть времени затрачивается в данной операции на растачивание отверстия – так получается в связи с тем, что обработка ведется малоразмерным расточным инструментом на малых подачах и оборотах. Но при этом получается требуемая форма и качество обработанной поверхности.

Операция 200. Фрезерно-сваргильная ЧПУ.

Переход 1. Центровать 2 отв.(1), 3 отв.(2)

Расчетная длина рабочего хода инструмента:

$$L = 34,5 + 3,5 + 0 + 5 = 43 \text{ мм,}$$

$$T_{охл} = \frac{43 \cdot 1}{1200 \cdot 0,1} = 0,25 \text{ мин}$$

Вспомогательное время выбираем по машиностроительным нормативам  
 $T_{всп} = 0,25$  мин.

Оперативное время

Товер. =  $0,25 + 0,25 = 0,5$  мин.

Тогда, с учетом  $T_{доп}$  имеем норму штучного времени

$T_{шт.} = 0,52$  мин.

Переход 2. Сверлить 2 отв. (1), 3 отв.(2)

Расчетная длина рабочего хода инструмента:

$$L = 38 + 3 + 0 + 5 = 46 \text{ мм,}$$

$$T_{охл} = \frac{46 \cdot 1}{1800 \cdot 0,05} = 1,78 \text{ мин}$$

Вспомогательное время выбираем по машиностроительным нормативам  
 $T_{всп} = 0,43$  мин.

Оперативное время

Товер. =  $1,78 + 0,43 = 2,21$  мин

Тогда, с учетом  $T_{доп}$  имеем норму штучного времени  $T_{шт.} = 2,36$  мин.

Переход 3. Сверлить отв. (3)

Расчетная длина рабочего хода инструмента:

$$L = 24 + 3 + 0 + 5 = 32 \text{ мм,}$$

$$T_{охл} = \frac{32 \cdot 1}{1250 \cdot 0,05} = 0,54 \text{ мин}$$

Вспомогательное время выбираем по машиностроительным нормативам  
 $T_{всп} = 0,21$  мин.

Оперативное время Товер. =  $0,54 + 0,21 = 0,75$  мин.

Тогда, с учетом  $T_{доп}$  имеем норму штучного времени  $T_{шт.} = 0,77$  мин.

Переход 4. Рассверлить отв. (3)

					151900.2016.135.000.П3	Лист
Вид	Деталь	Измерения	Порядок	Листов		43

Расчетная длина рабочего хода инструмента:

$$L = 19+3+0+5=27 \text{ мм,}$$

$$T_{\text{ток}} = \frac{27 \cdot l}{1950 \cdot 0,05} = 0,21 \text{ мин}$$

Вспомогательное время взбираем по машиностроительным нормативам  
 $T_{\text{всп}}=0,17$  мин.

Оперативное время

$$T_{\text{опер.}} = 0,21+0,17 = 0,38 \text{ мин.}$$

Тогда, с учетом  $T_{\text{доп}}$ , имеем норму штучного времени  $T_{\text{шт.}} = 0,39$  мин.

Подсчитанные выше данные и данные для остальных операций сведем в таблицу 2.9.

Таблица 2.9 Нормы штучного времени

Наименование операций	Время на операцию,
Токарные ЧПУ , L28 CNC	44,99 мин.
Фрезерные ЧПУ , OTC V450-5	187,25 мин.
Электрохимическое удаление заусенцев 4420Ф11	20,0 мин.
Моечные	15,0 мин.
Контрольные	42,3 мин.
Упаковка	7,0 мин.
Итого	368,24 мин.

Нормы времени для базового техпроцесса сведем в таблицу 2.10

Таблица 2.10 Нормы времени по операциям базового тех. Процесс

Наименование операций	Время на операцию, мин
Токарные, 16K20	158,1
Фрезерные , FUW 250	150,26
Сверлильные, HC-12A	23,0
Слесарные	285,6
Моечные	35,0
Контрольные	62,0
Упаковка	7,0
Итого	591,65

Выводы по разделу два

В данном разделе на основе анализа существующего технологического процесса разработан новый технологический процесс, выполнен размерный анализ разработанного технологического процесса, произведен расчет режимов резания и нормирование технологического процесса

					151900.2016.135.000.ПЗ	Лист
						15
№ п/п	№ п/п	№ п/п	№ п/п	№ п/п		

## 3 КОНСТРУКТОРСКИЙ РАЗДЕЛ

### 3.1 Проектирование станочного приспособления для фрезерования

Для качественного изготовления деталей используют различного рода приспособления, применение которых повышает производительность труда, облегчает условия труда, обеспечивает полную взаимозаменяемость, более точное нормирование.

Характер конструкции приспособлений в большей степени зависит от типа производства. В серийном производстве применяют сравнительно несложные универсальные приспособления, предназначенные для установки и закрепления разнообразных по форме и размерам деталей (трехкулачковые патроны, оправки, кондуктора и т.д.). Рисунок 3.1

Также используют специальные приспособления, изготавливаемые для обработки определенных деталей при выполнении одной какой-либо операции технологического процесса.

При выборе приспособления особое значение имеет выбор установочной базы, которая должна совпадать с исходной базой. Тогда можно достичь наименьшей погрешности обработки, так как погрешность установки будет сведена к нулю.

Выбираем приспособления в зависимости от применяемого оборудования, метода обработки по соответствующим стандартам.

На токарном станке L28 CNC для закрепления заготовки используется трёхкулачковый патрон ГОСТ 2675-80, цилиндрическая оправка ГОСТ 8742-62 [6]

На фрезерных и сверлильных операциях при обработке на ОЦ V450-3 для закрепления и базирования деталей применяем специальные приспособления.

Проектируемое приспособление для данной детали будет крепиться на столе станка горизонтально, положение определяется с помощью установочных цилиндрических пальцев и фиксируется двумя болтами.

Так как производство среднесерийное, то возможно применение ручного труда для закрепления детали - применение эксцентрикового зажима. Уникальностью (преимуществом) приспособления является то, что оно многоместное и есть возможность обработки поверхностей сразу, причем зажим их осуществляется равномерно за счет применения цапги. Установка детали осуществляется на предварительно обработанные поверхности, а зажим и центрирование производится по боковым поверхностям. Рассчитанная сила зажима препятствует повороту детали вокруг своей оси и отрыву ее от поверхности приспособления.

					151900.2016.135.000.ПЗ	Лист
Иск	Даль	Литвинюк	Модисов	Дегтя		46



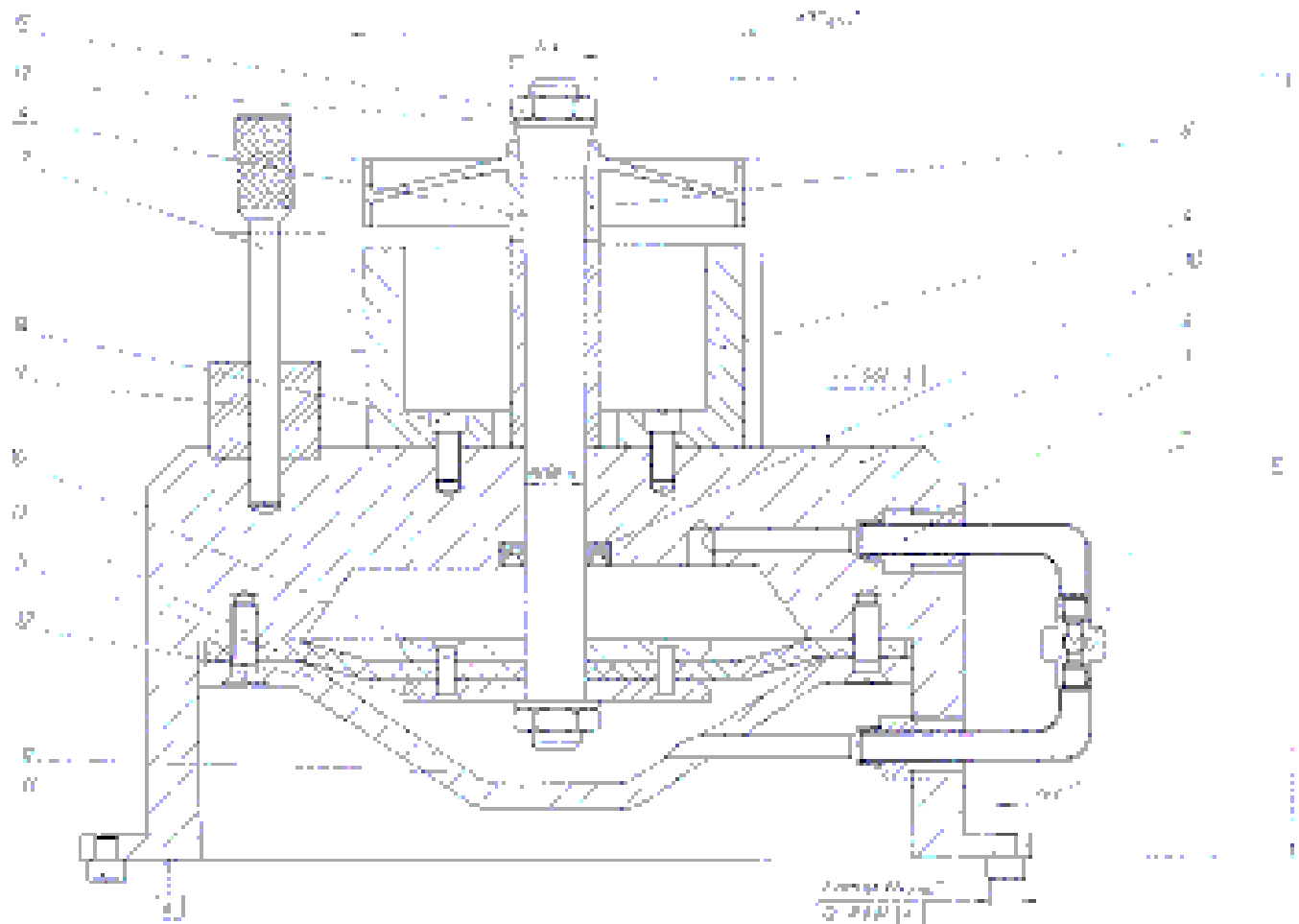


Рисунок 3.1-Приспособление для фрезерования

#### Выбор установочных элементов приспособления

Приспособление устанавливается на стол станка при помощи двух цилиндрических пальцев, которые предотвращают поворот приспособления относительно стола станка. В столе станка выполнены пазы размером  $14H7 (+0,018)$ , а размер установочного пальца принимаем  $\varnothing 14h6 (-0,014)$ . Таким образом установка приспособления на столе станка будет производиться по посадке с зазором  $\varnothing 14 \frac{H7}{h6}$  мм.

Запрессовка установочных пальцев в приспособление будет производиться по посадке с натягом  $\varnothing 8 \frac{H7}{r6}$  мм.

Определяем максимальный зазор между установочными пальцами и пазами стола станка:

$$S_{\max} = e_i + ES.$$

где  $S_{\max}$  – максимальный зазор, мм;

$e_i$  – нижнее отклонение установочного пальца,  $e_i = -0,014$  мм;

$ES$  – верхнее отклонение отверстия,  $ES = 0,018$  мм.

$$S_{\max} = 0,014 + 0,018 = 0,032 \text{ мм.}$$

					151900.2016.135.000.513	Лист 47
Иван	Левин	М. Юрьев	Мухомов	Левин		

Определяем действительный угол поворота приспособления относительно стола станка:

$$\operatorname{tg}' \alpha = \frac{2 \cdot S'_{\text{зад}}}{L_{\text{п}}}, \quad (3.2)$$

где  $\operatorname{tg}' \alpha$  - действительный угол поворота, град.;

$L_{\text{п}}$  - расстояние между установочными пальцами,  $L_{\text{п}} = 195$  мм

$$\operatorname{tg}' \alpha = \frac{2 \cdot 0,032}{195} = 0,23 \cdot 10^{-3} = 0^{\circ}0'13,6''.$$

Геометрические параметры установочных пальцев показаны на рисунке 3.4

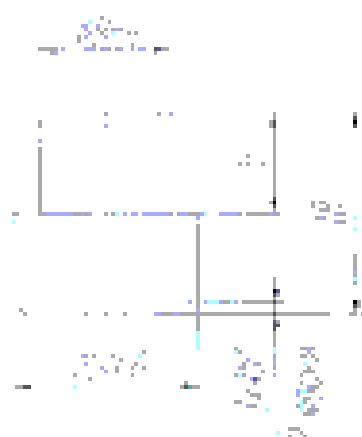


Рисунок 3.2 - Геометрические размеры установочного цилиндрического пальца

Технологические требования, предъявляемые к установочным пальцам:

- твердость – 40...45 HRC;
- покрытие – Хим. Окс. прм.

Определение места приложения сил закрепления и их величины

После выбора способа установки (базирования) детали и разместив установочные элементы в приспособлении, определяем величину, место приложения и направления сил для зажима обрабатываемой детали.

Величину силы зажима и ее направление определяем в зависимости от сил резания и их моментов, действующих на обрабатываемую деталь.

На обрабатываемую деталь действуют силы резания от фрезерования, а также их моменты. Силу зажима будем определять в зависимости от сил резания при фрезеровании.

Определяем силу резания при фрезеровании (окружная сила) по формуле:

$$P_z = \frac{10 \cdot C_p \cdot V^2 \cdot S^2 \cdot B^2 \cdot z}{D^2 \cdot n^2} \cdot K_{\text{оп}}$$

где  $P_z$  – окружная сила, Н;

$B$  – ширина фрезерования,  $B = 1,64$  мм;

$K_{sp}$  – поправочный коэффициент,  $K_{sp} = 0,3$ ;

$z$  – число зубьев фрезы,  $z = 3$ ;

$t$  – глубина резания,  $t = 10$  мм;

$n$  – частота вращения фрезы,  $n = 620$  об/мин;

$S_z$  – подача на зуб,  $S_z = 0,12$  мм/зуб;

$D$  – диаметр фрезы,  $D = 20$  мм,

$C_p, x, y, u, g, w$  – коэффициенты и показатели степеней,  $C_p = 218$ ;  $x = 0,92$ ;

$y = 0,78$ ;  $u = 1$ ;  $g = 1,15$ ;  $w = 0$  [14].

$$P_z = \frac{10 \cdot 218 \cdot 10^{0,92} \cdot 0,12^{0,78} \cdot 1,64 \cdot 3}{20^{1,15} \cdot 620^0} \cdot 0,3 = 163 \text{ Н.}$$

Обрабатываемые детали в любой стадии обработки и в готовом виде имеют отклонения от геометрической формы и номинальных размеров, заданных чертежом. Эти отклонения (погрешности) должны лежать в пределах заданных допусков. Допуском задается наибольшее возможное значение погрешности размера или формы детали.

Суммарная погрешность любого координирующего размера складывается из первичных погрешностей, которые принято делить на три группы: погрешность установки, погрешность настройки станка и погрешность обработки. Нас интересует погрешность установки.

Погрешность установки  $\epsilon_u$  возникает в процессе установки деталей в приспособления и складывается из погрешности базирования и погрешности закрепления. Кроме того, в погрешность установки следует включать дополнительную погрешность, связанную с приспособлением: неточностью его изготовления, неточностью установки на станке, износом его установочных элементов.

Погрешность установки находится путем суммирования составляющих ее погрешностей по правилу квадратного корня по формуле:

$$\epsilon_u = \sqrt{\epsilon_b^2 + \epsilon_z^2 + \epsilon_{sp}^2}.$$

где  $\epsilon_b$  – погрешность базирования, мм;

$\epsilon_z$  – погрешность закрепления, мм;

$\epsilon_{sp}$  – погрешность приспособления, мм.

Погрешность базирования – это расстояние между крайними делениями проекций измерительной базы на направление выполняемого размера.

Для шестого случая погрешность базирования равна  $\epsilon_b = 0,08$  мм

Погрешность закрепления - это разность между наибольшей и наименьшей величинами проекций смещения измерительной базы в направлении измеряемого размера вследствие приложения к обрабатываемой детали силы зажима.

Так как обработка детали производится в достаточно жестком приспособлении, то погрешность закрепления оказывает незначительное влияние на точность обработки и ее можно в расчетах не учитывать, то есть можно компенсировать и  $\epsilon_z = 0$ .

Погрешность приспособления возникает в результате неточного изготовления приспособления, его сборки и износа установочных элементов в процессе эксплуатации:

$$\epsilon_{пр} = \sqrt{\epsilon_{у.э.}^2 + \epsilon_{из}^2 + \epsilon_{о.у.}^2}$$

где  $\epsilon_{у.э.}$  - погрешность установочных элементов приспособления, мм;

$\epsilon_{из}$  - износ установочных элементов, мм;

$\epsilon_{о.у.}$  - ошибки установки приспособления на станке, мм.

Погрешность приспособления будем рассчитывать без учета износа установочных элементов.

$\epsilon_{у.э.}$  представляет собой систематическую погрешность при использовании одного приспособления, она частично или полностью будет компенсироваться настройкой станка, обычно она принимается примерно равной от 0,01 до 0,02 мм.

$\epsilon_{о.у.}$  характеризует погрешность установки приспособления на станке, она обуславливается смещением корпуса приспособления на столе станка и тоже компенсируется настройкой станка. Для приспособлений обычной точности составляет около 0,02 мм.

Эта погрешность будет складываться из:

- отклонения оси отверстий под установочные пальцы от оси А (см. чертеж) – 0,02мм;
- отклонение от симметричности базовой поверхности составляет 0,02 мм;
- неперпендикулярность базовой поверхности составляет 0,02 мм относительно поверхности Б корпуса приспособления.

$$\epsilon_{о.у.} = \sqrt{0,02^2 + 0,06^2} = 0,062$$

Итак, погрешность установки:

$$\epsilon_{пр} = \sqrt{0,08^2 + 0,062^2} = 0,1 \text{ мм}$$

Расчет приспособления на точность заключается в том, чтобы приспособление было работоспособным, позволяло получить заданные размеры обрабатываемой детали.

Для нашего случая допуск на получаемый размер обрабатываемой детали по чертежу составляет 0,5 мм, а приспособление дает погрешность 0,1 мм. Таким образом, приспособление позволит вести обработку заготовок и получать год-

ные детали, то есть полученные размеры будут лежать в установленных пределах.

К любому приспособлению или изделию предъявляются технические требования, которые должны выполняться

К проектированию приспособления предъявляются следующие технические требования:

- 1) Все требования, указываемые на чертеже;
- 2) Остальные технические требования согласно ТУ 72-321.

### 3.2 Выбор и описание режущего инструмента

Одновременно с выбором станка и приспособлений для операции выбирается необходимый режущий инструмент, обеспечивающий достижение наибольшей производительности, требуемой точности и шероховатости поверхности. Тип и размеры режущего инструмента для выполнения заданной операции зависят от способов обработки материала, размеров обрабатываемых поверхностей, а также от требований, предъявляемых к точности и шероховатости поверхности, вида производства. Выбор материала режущей части имеет большое значение для повышения производительности и уменьшения себестоимости обработки.

Выбираем стандартный режущий инструмент фирмы Seco, применяемый на ФГУП ПСЗ. Также применяем специальный режущий инструмент.

Каждая цифра или буква маркировки инструмента означает:

У Резцов : 1-способ зажима пластины, 2-форма пластины, 3- тип инструмента, 4-задний угол, 5-направление резания, 6-высота хвостовика, 7-ширина хвостовика, 8-длина инструмента, 9-длина режущей кромки.

Мы используем следующие:

- 1) SWKBN2525K06;
- 2) SWKBR2532S06;
- 3) SWKBN2532K06;
- 4) SWKBR2525S06;
- 5) SSFBN2525K06;
- 6) SSFBN2525P06.

У сверл: 1-тип сверла, 2-подача СОЖ, 3-диаметр, 4-глубина сверления, 5- диаметр хвостовика, 6-направление вращения.

Мы используем следующие:

- 1) SD502-40-80-50R2;
- 2) SD203-11.2-31-12R5;
- 3) SD30-30-90-32R5;
- 4) SD30-27-81-32R5;
- 5) SD203-12.5-36-14R5;
- 6) SD203-9.5-29-10R5;
- 7) SD502-36-72-50R2;

						151900.2016.135.000.ПЗ	Тема
Имя	Имя	Имя	Имя	Имя			51

- 8) SD203-8.00-27-8R5;
- 9) SD203-10.7-33-12R5;
- 10) SD203-16.00-39-16R5;
- 11) SD203-6.7-25-6R5;
- 12) SD502-34-68-50R2;
- 13) SD502-35.25-68-50R2;
- 14) SD26-1.10-7.3-3R1;
- 15) SD203-3.3-14-6R5;
- 16) SD203-5.0-20-6R5.

У фрез: 1-направление вращения, 2-вид крепления, 3-система фрез, 4-диаметр, 5-размер пластины, 6-количество зубьев.

Мы используем следующие:

- 1) C6-R217.53-040-12-3A;
- 2) R220.70-0040-06-6;
- 3) C6-R217.53-045-12-3A;
- 4) 553L280Z3.0-SIRON-A;
- 5) 553125Z3.0-SIRON-A;
- 6) 553300Z3.3-SIRON-A;
- 7) 553120R100Z3.0-SIRON-A;
- 8) 553160Z3.0-SIRON-A;
- 9) 553140Z3.0-SIRON-A;
- 10) 553140Z3.3-SIRON-A;
- 11) 553200Z3.0-SIRON-A;
- 12) 553100SZ3.0-SIRON-A;

### 3.3 Расчет и проектирование резьбовой фрезы

Для нарезания резьбы M8×1,75 и M12×1,75 используем спроектированную в данном проекте цилиндрическую гребенчатую резьбопорежную фрезу Ø 6,4 с конусом Морзе № 2.

Таковыми фрезами нарезают внутренние резьбы, в тех случаях, когда наибольший диаметр резьбы исключает возможность применения насадных фрез. Конус Морзе служит для крепления фрезы в отверстие шпинделя станка.

Фрезу изготавливаем из быстрорежущей стали по ГОСТ 19265–73 марки P18 с твердостью рабочей части после термической обработки HRC62...65, для повышения стойкости фрезу шлифуют.

Быстрорежущие стали обладают более высокими, чем углеродистые инструментальные стали, физико-механическими и эксплуатационными свойствами: твердостью до HRC 70, теплостойкостью в пределах 500-650<sup>0</sup>С, сохранением высокой износостойкости при изгибе и повышенном сопротивлении пластической деформации.

По эксплуатационным свойствам современные быстрорежущие стали можно

					151900.2016.135.000.ПЗ	Лист
Иск.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		52

классифицировать на 3 группы: обычной (теплостойкость  $620^{\circ}\text{C}$ ), повышенной ( $630 - 640^{\circ}\text{C}$ ) и высокой ( $700 - 725^{\circ}\text{C}$ ) производительности. Сталь P18 относится к первой группе.

Химический состав стали P18 показан в таблице 3.1:

Таблица 3.1 Химический состав стали P18

C	Mn	Si	W	Cr	Mo	Ni	S	P
0.7-0.8	0.4	0.4	17.5- 19.0	3.8-4.4	0.3	0.4	0.03	0.03

Изготовленный из стали P18 инструмент имеет наибольший интервал температуры закалки (малочувствителен к перегреву) и в связи с этим - стабильные свойства заготовок разных плавок. Незначительное содержание ванадия обеспечивает хорошую шлифуемость стали.

Выбираем тип и размер резьбовой фрезы. При выборе диаметра гребенчатой фрезы руководствуемся следующими соображениями. С увеличением диаметра фрезы возрастает число зубьев фрезы, а следовательно, и минутная подача. Увеличение минутной подачи приводит к уменьшению времени одного цикла, т.е. к повышению производительности резьбофрезерования. С другой стороны, с увеличением диаметра фрезы возрастает искажение профиля фрезеруемой резьбы, которое заметно сказывается при фрезеровании внутренней резьбы почти большой дуги контакта фрезы с обрабатываемой поверхностью. Размеры профиля резьбы выбираются по заданному профилю резьбы (ГОСТ 1336-62).

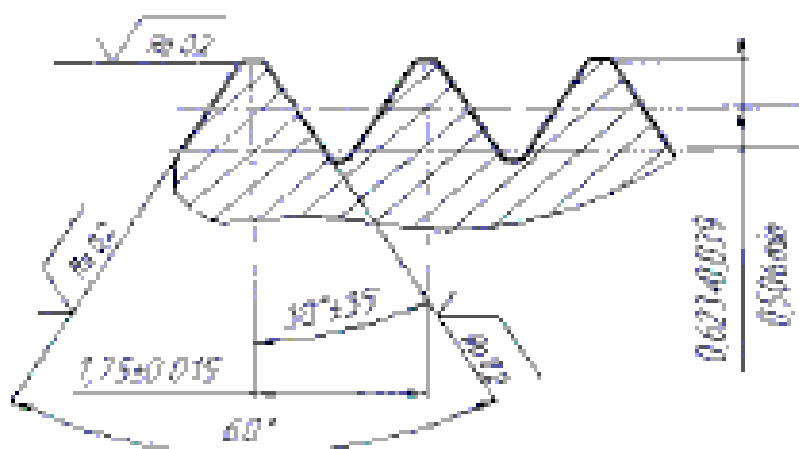


Рисунок 3.3- Профиль резьбы гребенчатой резьбовой фрезы.

Конструктивные элементы гребенчатой резьбовой фрезы выбирают по ГОСТ 1336-62.

### 3.3.1 Определение диаметра фрезы

При выборе максимального диаметра фрезы  $D$  пользуются простейшими приближенными формулами:

- для резцов с максимальным шагом для данного диаметра резьбы

$$D = 0,8 \cdot d,$$

где  $d$  – диаметр фрезеруемой резьбы,  $d = 8$  мм.

$$D = 0,8 \cdot 8 = 6,4 \text{ мм.}$$

Принимаем диаметр фрезы  $D = 6,4$  мм.

### 3.3.2 Определение длины фрезы

Длина рабочей части на 2-3 шага больше длины резьбы на детали и на  $1,25P$  длина увеличивается за счет осевого перемещения фрезы для полного нарезания резьбы. Таким образом, получаем, что:

$$l = l_p + (2...3)P + 1,25P,$$

где  $l_p$  – длина нарезаемой резьбы,  $l_p = 14$  мм;

$P$  – шаг резьбы,  $P = 1,75$  мм.

$$l = 14 + 1,75 \cdot 2 + 1,25 \cdot 1,75 = 19,7 \text{ мм.}$$

Принимаем длину рабочей части фрезы  $l = 20$  мм.

Длина термосоправки :  $L = 102$  мм.

### 3.3.3 Определение количества, формы и геометрии зубьев

Количество торцовых зубьев (ребенок) определяется по формуле:

$$Z = 1,75 \sqrt{D},$$

где  $D$  – диаметр фрезы,  $D = 6,4$  мм.

$$Z = 1,75 \cdot \sqrt{6,4} = 4,41$$

Принимаем количество торцовых зубьев  $Z = 4$ .

Цилиндрические фрезы имеют остроконечную трапециевидную форму зубьев, или параболическую – выпуклую. Причем для мелкозубых фрез форма зуба трапециевидная одноугольная с шириной ленточки  $s = 0,6-0,8$  мм, образующей задний угол  $\alpha$ .

Зубья фрезы затылованы на величину затылования  $K$ . основное преимущество затылованного зуба – сохранение его профиля после переточки по передней поверхности, так как высота зуба в осевом сечении после переточки остается постоянной.



### 3.3.4 Элементы канавки

Гребенчатые фрезы проектируются с прямыми и винтовыми стружечными канавками, имеющими угол наклона  $\omega = 5-15^\circ$ . Винтовые канавки повышают плавность фрезерования, но в этом случае по боковым режущим

кромкам сохраняются разные передние углы. С одной стороны он положительный, а с другой – отрицательный. Условия резания от этого несколько ухудшаются.

Угол впадины для фрез с мелкими зубьями  $\psi = 65-85^\circ$ . Такой угол необходим для того, чтобы обеспечить достаточный объем канавки для размещения стружки и улучшить условия для выхода шлифовального круга при затыловании.

На основании вышесказанного принимаем:

- угол на клон канавки  $\omega = 7^\circ$ ;

- угол впадины  $\psi = 80^\circ$ .

Определяем глубину канавки по формуле:

$$h = t + K + r,$$

где  $t$  – высота профиля резьбы канавки,  $t = 0,514$  мм;

$K$  – величина затылования,  $K = 0,8$  мм;

$r$  – радиус закругления дна канавки,  $r = 0,75$  мм.

$$h = 0,514 + 0,8 + 0,75 = 2,064 \text{ мм.}$$

#### Передний угол

Фрезы затыловываются с разными передним углом в зависимости от обрабатываемого материала: для сталей средней твердости и титановых сплавов  $\gamma = 3-5^\circ$ . Принимаем передний угол  $\gamma = 3^\circ$ .

#### Задний угол

Для фрез с затылованным зубом значение заднего угла зависит от величины затылования. Задний угол при вершине зубьев берется в пределах  $\alpha = 8 - 12^\circ$ . Принимаем  $\alpha = 8^\circ$ .

Величина затылования определяется по формуле:

$$K = \frac{\pi \cdot D}{Z} \cdot \operatorname{tg}^2 \alpha,$$

где  $D$  – диаметр фрезы,  $D = 6,4$  мм;

$Z$  – количество зубьев фрезы,  $Z = 4$ .

$$K = \frac{3,14 \cdot 6,4}{4} \cdot \operatorname{tg}^2 8^\circ = 0,77 \approx 0,8 \text{ мм.}$$

Наличие положительного переднего и заднего углов вызывает искажение профиля, поэтому необходимо скорректировать профиль зуба фрезы, т.е. найти искаженный уменьшенный профиль фрезы. Скорректированный профиль зуба фрезы с заданным передним углом  $\gamma$  обеспечит получение требуемого профиля готовой детали.

					151900.2016.135.000.113	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		55

Исполнительные размеры профиля резьбы фрезы в плоскости передней поверхности при угле  $\gamma > 0^\circ$  определяются по формулам.

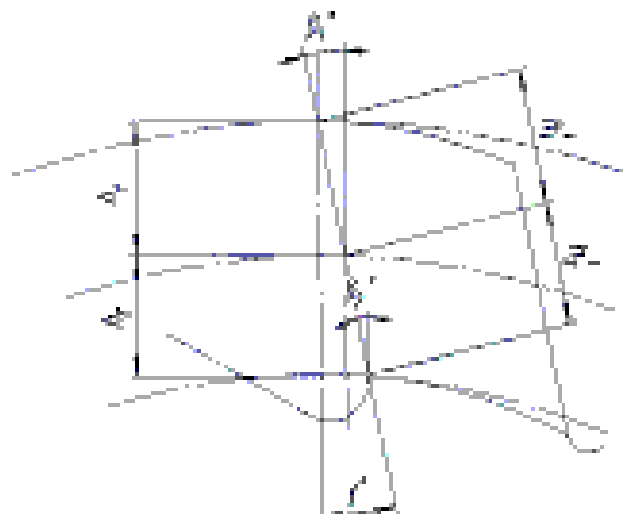


Рисунок 3.4- Схема для расчета профиля резьбовой фрезы при  $\gamma > 0^\circ$

$$\sin\beta_1 = \frac{R \cdot \sin\gamma}{R - h_1}$$

$$\sin\beta_2 = \frac{R \cdot \sin\gamma}{R - (h_1 + h_2)}$$

где  $R$  – радиус фрезы,  $R = 3,2$  мм;

$h_1, h_2$  – величины высот профиля резьбы в осевом сечении (по ГОСТ1336-62)

Величины  $h_1', h_2'$  определяются по формулам:

$$h_1' = \frac{(R - h_1) \cdot \sin(\beta_1 - \gamma)}{\sin\gamma}$$

$$h_2' = \frac{[R - (h_1 + h_2)] \cdot \sin(\beta_2 - \beta_1)}{\sin\beta_1}$$

Подставляя значения определяем:

$$\sin\beta_1 = \frac{3,5 \cdot \sin 3^\circ}{3,5 - 0,297} = 0,057$$

$$\sin\beta_2 = \frac{3,5 \cdot \sin 3^\circ}{3,5 - (0,297 + 0,217)} = 0,061$$

$$h_1' = \frac{(3,5 - 0,297) \cdot \sin(3,26^\circ - 3^\circ)}{\sin 3^\circ} = 0,281 \text{ мм}$$

$$h_2' = \frac{[3,5 - (0,297 + 0,217)] \cdot \sin(3,49^\circ - 3,26^\circ)}{\sin 3,26^\circ} = 0,211 \text{ мм}$$

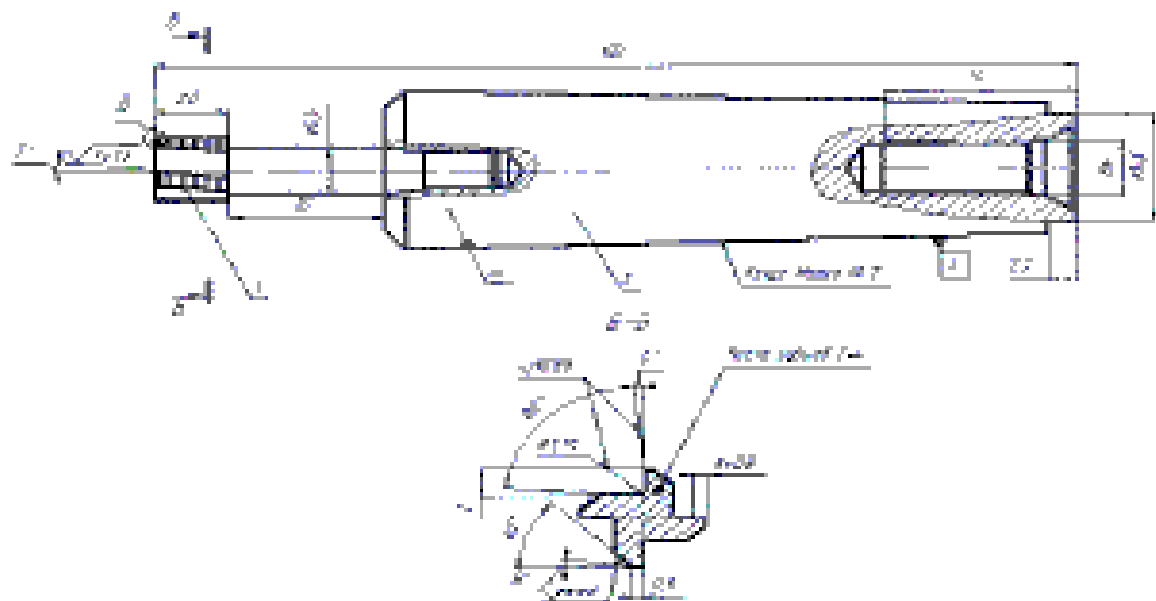


Рисунок 3.5- Фрезь резьбы

### 3.4 Проектирование калибра на расположение отверстий

Контроль расположения отверстий калибром производится после того, как установлено, что размеры контролируемых поверхностей выполнены в пределах соответствующих полей допусков.

Изделие считается годным, если калибр соединяется с изделием (проходит) по всем контролируемым поверхностям.

Рассчитаем калибр на расположение 12-ти резьбовых отверстий M12-7H относительно диаметра  $152^{+0,05}$ .

Исходной величиной для расчета исполнительных диаметров измерительных элементов прошивных пробок является диаметр контрольной линии (окружности) –  $d_k$  устанавливающий теоретическое положение и размеры измерительных элементов (место, занимаемое в корпусе калибра "идеальной" пробкой).

$$d_k = d_n - 2 \cdot \Delta,$$

где  $d_n$  – наименьший предельный размер отверстия изделия;  $d_n = 6,5 \text{ мм}$

$\Delta$  – предельное смещение осей отверстий детали от номинального расположения;

Согласно чертежу:

$$\Delta = R = 0,15 \text{ мм.}$$

Введение в чертеж калибра допусков на изготовление и износ измерительных элементов обуславливает возможность отклонения их за пределы контрольной линии. Для устранения ожидаемых при этом погрешностей измерения, вводятся компенсационные поправки  $F$ , увеличивающие расчетный измерительный диаметр пробки по сравнению с диаметром контрольной линии.

Допуски на изготовление и износ измерительных элементов калибров назначаются с таким расчетом, чтобы было соблюдено следующее соотношение:

$$[F] \geq F_1,$$

где  $[F]$  – допускаемое отклонение измерительных элементов калибра или допускаемая компенсационная поправка;

$F_1$  – компенсационная поправка, определяемая по формуле:

$$F_1 = 2 \cdot \Delta_K + \delta_{K_{отв}} + \delta_{H_{отв}} + \delta_{K_{пр}} + \delta_{H_{пр}},$$

где  $\Delta_K$  – предельное смещение осей отверстий от номинального расположения в корпусе калибра;

$\delta_{K_{отв}}$  – допуск на изготовление отверстия;

$\delta_{H_{отв}}$  – допуск на износ отверстия;

$\delta_{K_{пр}}$  – допуск на изготовление пробки;

$\delta_{H_{пр}}$  – допуск на износ пробки.

Значения  $[F]$ ,  $\Delta_K$ ,  $\delta_{K_{отв}}$ ,  $\delta_{H_{отв}}$ ,  $\delta_{K_{пр}}$ ,  $\delta_{H_{пр}}$  определяем по таблицам 4 и 5 ОСТ 95.1081-99 «Калибры комплексные для контроля собираемости составных частей изделий» для допуска  $R=0,15$  мм.

### 3.4.1 Расчет резьбового калибра-пробки

Расчитаем гладкую часть калибра-пробки, которая входит в корпус калибра.

Принимаем

$$d_{\text{всп}} = d_{\text{стан}} = 13 \text{ (мм)}.$$

Диаметр гладкой части нового калибра рассчитываем по формуле:

$$d_{\text{нов}} = d_{\text{всп}},$$

Отсюда:

$$d_{\text{нов}} = 13_{-0,008} \text{ (мм)}$$

Для более точной формулировки размера необходимо записать в следующем виде:

$$d_{\text{нов}} = 13h5_{(-0,008)} \text{ (мм)}.$$

Определим допустимый износ:

$$d_{\text{изн}} = d_{\text{нов}} - (\delta_{H_{отв}} + \delta_{H_{пр}}),$$

Вычисляем:

					151900.2016.135.000.113	Лист
Имя	Дата	Исполнитель	Проверка	Листы		58

$$d_{\text{min}} = 13 - (0,008 + 0,005) = 12,987 \text{ (мм)}.$$

Для резьбовых отверстий М12-7Н задан позиционный допуск на смещение оси отверстия относительно Ø166, в радиусном выражении  $R = 0,15 \text{ мм}$ .

Определим по ОСТ 95.1081 – 72:

$$\Delta = 0,015 \text{ (мм)};$$

$$F = 0,06 \text{ (мм)};$$

$$2\Delta_k = 0,016 \text{ (мм)};$$

$$\delta_{\text{к.отв}} = 0,011 \text{ (мм) по Н6};$$

$$\delta_{\text{н.отв}} = 0,01 \text{ (мм)};$$

$$\delta_{\text{к.рез}} = 0,008 \text{ (мм) по h5};$$

$$\delta_{\text{н.рез}} = 0,005 \text{ (мм)};$$

Находим  $F_1$  по формуле:

$$F_1 = 0,016 + 0,011 + 0,01 + 0,008 + 0,005 = 0,05 \text{ (мм)}.$$

Сравниваем значения допускаемого отклонения измерительных элементов калибра (допускаемая компенсационная поправка  $F$ ) согласно формуле:

$$0,06 \geq 0,05.$$

Следовательно, условие соблюдается.

Определим значения диаметров резьбы калибра:

$d$  – номинальный диаметр резьбы;

$d_1$  – внутренний диаметр резьбы;

$d_2$  – средний диаметр резьбы.

Размеры резьбовой части пробки принимаем по ГОСТ 18465-73:

$$d = 12,023_{-0,002}, \text{ плюс до } \text{Ø}11,994;$$

$$d_1 = 10,106 \text{ и меньше};$$

$$d_2 = 10,869_{-0,011}, \text{ плюс до } \text{Ø}10,848.$$

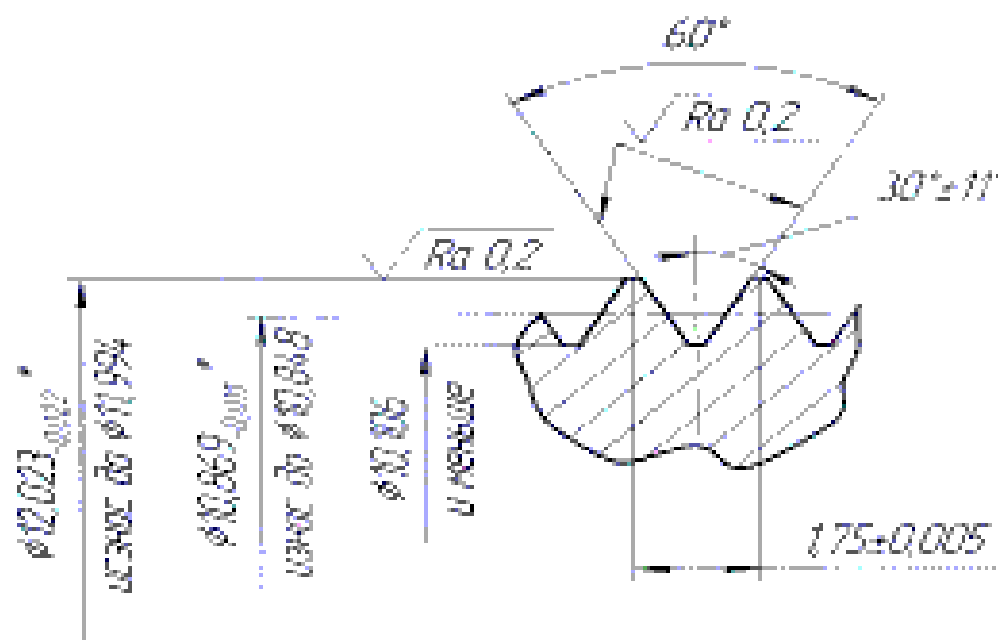


Рисунок 3.6 - Размеры резьбовой части пробки

Остальные размеры принимаем конструктивно в зависимости от размера детали и калибра.

Гладкую часть калибра-пробки, которая входит в корпус калибра, принимаем аналогично гладкой части резьбового калибра-пробки. Таким образом, размеры будут также аналогичны:

$$d_{\text{глад}} = 1,3h5(d_{\text{нп}}) \text{ (мм)},$$

$$d_{\text{глад}} = 12,987 \text{ (мм)}.$$

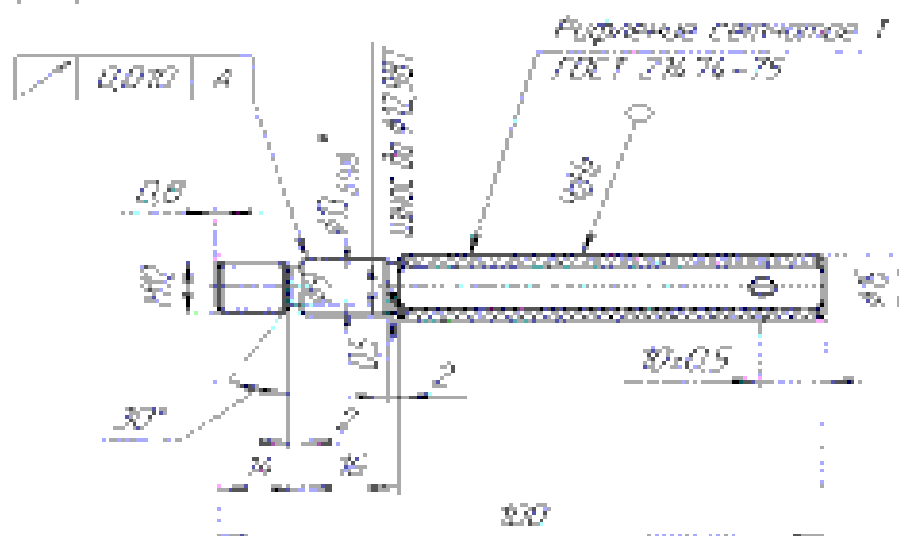


Рисунок 3.7 - Пробка резьбовая.

### 3.4.2 Расчет гладкой пробки для контроля внутреннего диаметра резьбы:

Рассчитаем гладкую часть пробки, которая входит в тело детали:

Внутренний диаметр резьбы  $d_1 = 10,106$  и меньше;

Определим по ГОСТ 95.1081 – 72 значения величин для гладкой пробки.

$$\Delta = 0,015 \text{ (мм)};$$

$$F = 0,06 \text{ (мм)};$$

$$2\Delta_K = 0,016 \text{ (мм)};$$

$$\delta_{\text{нп}} = 0,009 \text{ (мм) по Н6};$$

$$\delta_{\text{нп}} = 0,005 \text{ (мм)};$$

$$\delta_{\text{к-пр}} = 0,005 \text{ (мм) по h5};$$

$$\delta_{\text{к-пр}} = 0,005 \text{ (мм)}.$$

Находим  $F_1$  по формуле:

$$F_1 = 0,016 + 0,009 + 0,005 + 0,006 + 0,005 = 0,042 \text{ (мм)}$$

Сравниваем значения допускового отклонения измерительных элементов калибра (допускаемая компенсационная поправка  $F$ ) согласно формуле:

$$0,06 \geq 0,042.$$

Следовательно, условие соблюдается.

Номинальный диаметр гладкой части пробки, непосредственной контролирующей внутренний диаметр резьбы определяется по следующей формуле:

						151900.2016.135.000.П3	26.15
Изм.	Листы	№ документа	Изменяется	Датум			40

$$d_{2\text{гр.ном}} = d_1 + 4 \cdot \delta_K + F_1,$$

Вычислим:

$$d_{2\text{гр.ном}} = 10,106 + 2 \cdot 0,013 + 0,042 = 10,032 \text{ (мм)}.$$

Диаметр новой пробки, то есть на изготовление, вычислим по формуле:

$$d_{\text{изгот.}} = d_{2\text{гр.ном}} + \delta_{2\text{гр.н}}.$$

Рассчитаем:

$$d_{\text{изгот.}} = 10,032 + 0,006 \text{ (мм)}.$$

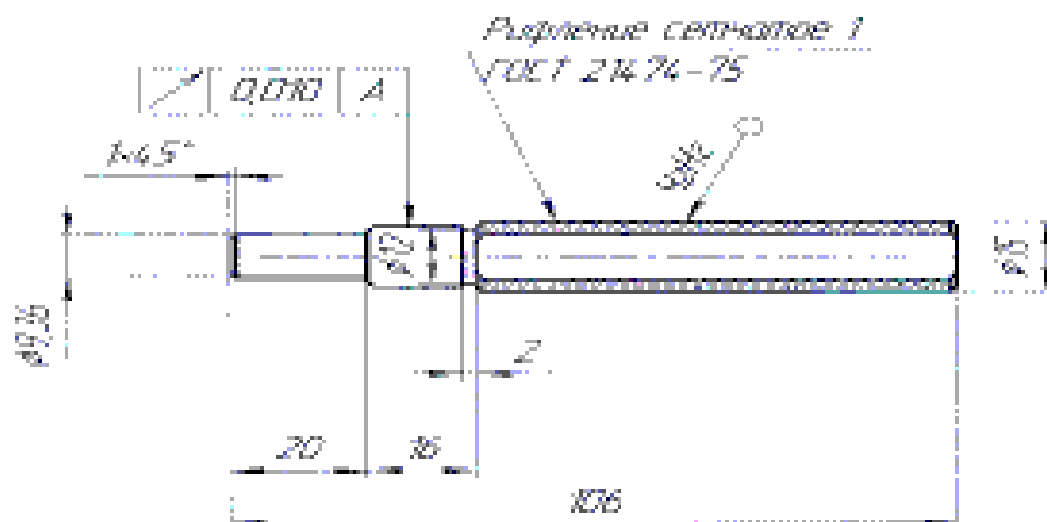


Рисунок 3.8 - Пробки гладкая

Рассчитаем допустимый износ:

$$d_{2\text{гр.изг}} = d_{2\text{гр.ном}} - (\delta_{K\text{гр}} + \delta_{H\text{гр}}),$$

Вычислим:

$$d_{2\text{гр.изг}} = 10,032 - (0,006 + 0,005) = 10,021 \text{ (мм)}.$$

Резьбовая и гладкая пробки, а так же корпус калибра изготавливается из углеродистой инструментальной стали – У8А ГОСТ 1435-74. Чистота рабочих поверхностей Ra 0,2.

### 3.4.3 Расчет отверстий в корпусе калибра

Определим по ОСТ 95.1081 – 72 значения величин для гладкого отверстия:

$$\delta = 0,013 \text{ (мм)};$$

$$E = 0,06 \text{ (мм)};$$

$$2\Delta_{\text{гр}} = 0,016 \text{ (мм)};$$

$$\delta_{K\text{гр}} = 0,011 \text{ (мм) по H6};$$

$$\delta_{H\text{гр}} = 0,01 \text{ (мм)};$$

$$\delta_{K\text{гр}} = 0,008 \text{ (мм) по h5};$$

					151900.2016.135.000.ПЗ	Лист
Изм	Листы	Исполн.	Провер.	Дата		61

$$\delta_{\text{изм}} = 0,005 \text{ (мм)}.$$

Находим  $F_1$  по формуле (3.12):

$$F_1 = 0,016 + 0,011 + 0,01 + 0,008 + 0,005 = 0,05 \text{ (мм)}$$

Сравниваем значения допускаемого отклонения измерительных элементов калибра (допускаемая компенсационная поправка  $F$ )

$$0,06 \geq 0,05.$$

Согласно ОСТ 95 1081-99 диаметр отверстия определяется по следующей формуле:

$$D_{\text{ном}} = D + 0,4 \cdot 4 \cdot \Delta.$$

Вычислим:

$$D_{\text{ном}} = 13 + 0,4 \cdot 4 \cdot 0,015 = 13,024 \text{ (мм)}$$

Диаметр нового отверстия калибра:

$$D_{\text{отв.кал}} = D_{\text{ном}} - \delta_{\text{изм}}$$

Вычислим:

$$D_{\text{отв.кал}} = 13,024 - 0,005$$

По ОСТ 95 1704 вычислим условный диаметр и диаметр на износ, соответственно формулы:

$$D_{\text{услов}} = D_{\text{отв.кал}} - 2\Delta_{\text{из}},$$

$$D_{\text{на износ}} = D_{\text{отв.кал}} + 0,47 \cdot 4 \cdot \Delta_{\text{из}}.$$

Вычислим:

$$D_{\text{услов}} = 13,024 - 0,016 = 13,008 \text{ (мм)},$$

$$D_{\text{на износ}} = 13 + 0,47 \cdot 4 \cdot 0,015 = 13,028 \text{ (мм)}.$$

Расчет исполнительных размеров калибра:

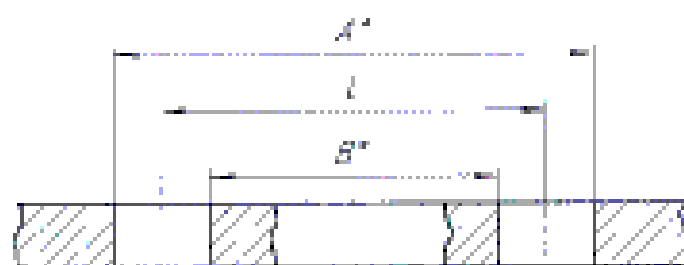


Рисунок 3.9 Схема замера исполнительных размеров

Допуски на изготовление исполнительных (контролирующих) размеров измерительных элементов калибра  $\delta_A, \delta_B$ :

$$\delta_A = \delta_0 - 4 \cdot \Delta_{\text{из}} + \delta_{\text{изм}}.$$

Вычислим:

$$\delta_A = \delta_0 - 2 \cdot 0,016 + 0,011 = 0,043 \text{ (мм)}.$$

Вкл	Зачт	М. Шугров	Подпись	Дата



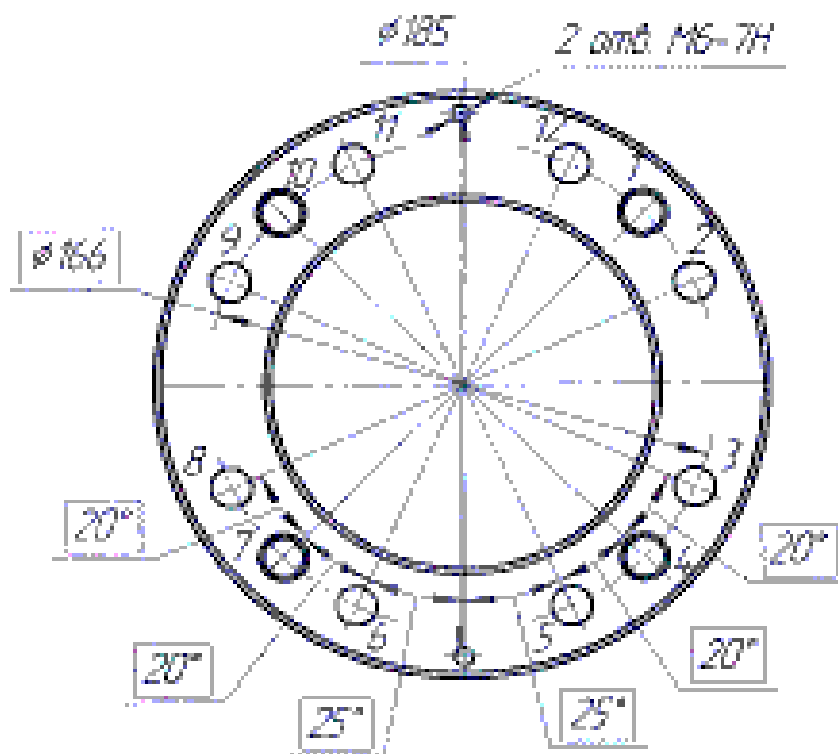


Рисунок 3.10 - Корпус калибра

Исполнительные (контролирующие) размеры измерительных элементов калибра:

$$A_{\text{нов}} = (L_K + D_{\text{отв. нов}}) \cdot \cos \alpha,$$

$$A_{\text{изн}} = L_K + D_{\text{отв. изн}},$$

$$B_{\text{нов}} = (L_K + D_{\text{отв. нов}}) \cdot \sin \alpha,$$

$$B_{\text{изн}} = L_K + D_{\text{отв. изн}}.$$

где  $A_{\text{нов}}$ ,  $B_{\text{нов}}$  – исполнительные (контролирующие) размеры новых измерительных элементов калибра;

$A_{\text{изн}}$ ,  $B_{\text{изн}}$  – исполнительные (контролирующие) размеры предельно изношенных измерительных элементов калибра;

$L_K$  – размер, координирующий расположение осей отверстий калибра;

Размер  $L_K$ , координирующий расположение осей отверстий калибра задается равным размерам, координирующим расположение осей. Для данного калибра нет постоянного значения этой величины, так как производится контроль 12-ти отверстий. При этом следует отметить, что благодаря расположению отверстий калибра, вместо 11 размеров необходимо получить только

6: 5 пар повторяющихся размеров и один не повторяющийся.

Имя	Место	Подпись	Подпись	Дата

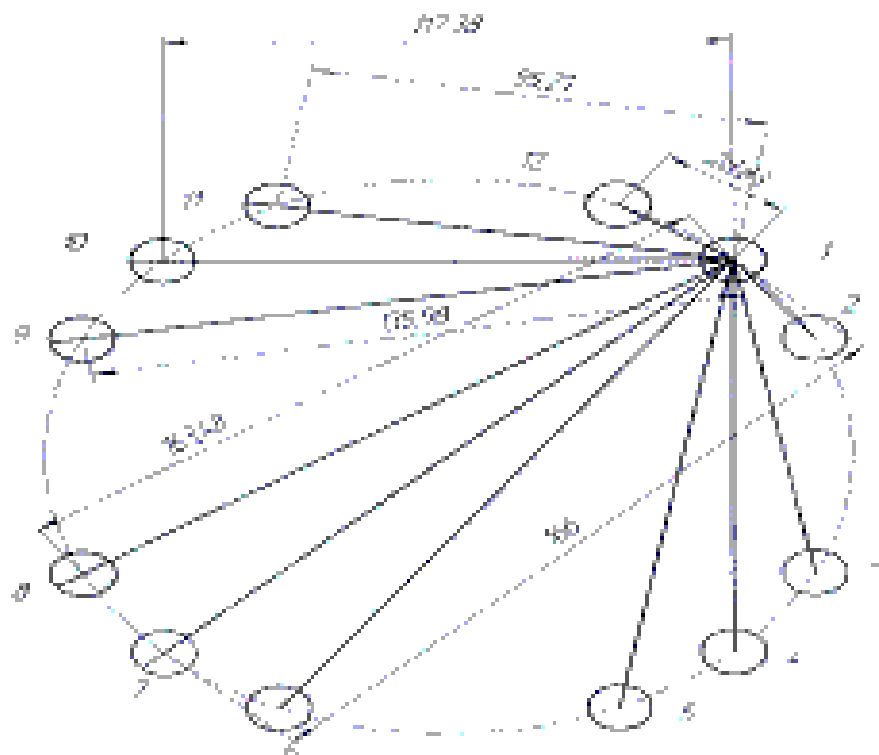


Рисунок 3.11- Схема замера размеров

При помощи графической программы «Компас», были определены шесть размеров, соответствующих размерам, координирующим расположение осей отверстий калибра. Схема замера представлена на рисунке. Эти размеры также можно определить, согласно ГОСТ 9501081-99 по формуле:

$$L_{\alpha} = D \cdot \sin \frac{\alpha^{\circ}}{2},$$

Полученные данные сведем в таблицу 3.2

Таблица 3.2 Значения размера  $L_{\alpha}$ , в миллиметрах

Положение	1-2 1-12	1-3 1-11	1-4 1-10	1-5 1-9	1-6 1-8	1-7
Значение, мм	28,826	95,21	117,38	135,98	163,48	166

По приведенным выше формулам найдём исполнительные размеры между отверстиями 1 и 2(12):

$$A_{\text{вн}} = (28,826 + 13,028) \cdot 0,943 = 42,05^{+0,002} \text{ (мм)},$$

$$A_{\text{вн}} = 28,826 + 13,028 = 42,108 \text{ (мм)},$$

$$B_{\text{вн}} = (28,826 - 13,028) \cdot 0,943 = 15,602_{-0,002} \text{ (мм)},$$

$$B_{\text{вн}} = 28,826 - 13,028 = 15,544 \text{ (мм)}.$$

Исполнительные размеры между отверстиями 1 и 3(11):

$$A_{\text{вн}} = (95,21 + 13,028) \cdot 0,943 = 108,434^{+0,002} \text{ (мм)},$$

$$A_{\text{вн}} = 95,21 + 13,028 = 108,492 \text{ (мм)},$$

$$B_{\text{нн}} = (95,21 - 13,008)_{-0,028} = 81,986_{-0,028} \text{ (мм)},$$

$$B_{\text{из}} = 95,21 - 13,028 = 81,928 \text{ (мм)}.$$

Исполнительные размеры между отверстиями 1 и 4(10):

$$A_{\text{нн}} = (117,38 + 13,008)^{+0,041} = 130,604^{+0,041} \text{ (мм)},$$

$$A_{\text{из}} = 117,38 + 13,028 = 130,662 \text{ (мм)},$$

$$H_{\text{нн}} = (117,38 - 13,008)_{-0,028} = 104,156_{-0,028} \text{ (мм)},$$

$$H_{\text{из}} = 117,38 - 13,028 = 104,408 \text{ (мм)}.$$

Исполнительные размеры между отверстиями 1 и 5(9):

$$A_{\text{нн}} = (135,98 + 13,008)^{+0,041} = 149,204^{+0,041} \text{ (мм)},$$

$$A_{\text{из}} = 135,98 + 13,028 = 149,262 \text{ (мм)},$$

$$H_{\text{нн}} = (135,98 - 13,008)_{-0,028} = 122,756_{-0,028} \text{ (мм)},$$

$$H_{\text{из}} = 135,98 - 13,028 = 122,698 \text{ (мм)}.$$

Исполнительные размеры между отверстиями 1 и 6(8):

$$A_{\text{нн}} = (163,48 + 13,008)^{+0,041} = 176,704^{+0,041} \text{ (мм)},$$

$$A_{\text{из}} = 163,48 + 13,028 = 176,762 \text{ (мм)},$$

$$H_{\text{нн}} = (163,48 - 13,008)_{-0,028} = 150,256_{-0,028} \text{ (мм)},$$

$$H_{\text{из}} = 163,48 - 13,028 = 150,498 \text{ (мм)}.$$

Исполнительные размеры между отверстиями 1 и 7:

$$A_{\text{нн}} = (166 + 13,008)^{+0,041} = 179,224^{+0,041} \text{ (мм)},$$

$$A_{\text{из}} = 166 + 13,028 = 179,282 \text{ (мм)},$$

$$H_{\text{нн}} = (166 - 13,008)_{-0,028} = 152,776_{-0,028} \text{ (мм)},$$

$$H_{\text{из}} = 166 - 13,028 = 152,718 \text{ (мм)}.$$

Сведём полученные исполнительные (контролирующие) размеры измерительных элементов калибра в таблицу:

Таблица 3.3 Исполнительные размеры калибра, в миллиметрах

Символ	Исполнительные размеры	
	новый	изношенный
$A_{1-11}^{1-1}$	$42,05^{+0,041}$	42,108
$H_{1-19}^{1-2}$	$15,602_{-0,028}$	15,544
$A_{1-11}^{1-5}$	$108,434^{+0,041}$	108,492
$B_{1-11}^{1-7}$	$81,986_{-0,028}$	81,928
$A_{1-11}^{1-8}$	$130,604^{+0,041}$	130,662

Продолжение таблицы 3.3

Символ	Исполнительные размеры	
	новый	использованный
$B_{1,10}^{1+}$	104,156 <sup>+0,003</sup>	104,098
$B_{1,4}^{1+}$	122,756 <sup>+0,003</sup>	122,698
$A_{1,4}^{1+}$	176,794 <sup>+0,003</sup>	176,762
$B_{1,4}^{1+}$	150,256 <sup>+0,003</sup>	150,198
$A_{1,1}$	179,224 <sup>+0,003</sup>	179,282
$B_{1,1}$	152,776 <sup>+0,003</sup>	152,718

### 3.5 Приспособление для контроля торцового биения

Важной задачей является разработка методов и средств контроля, позволяющих увеличить производительность при проверке изделий. Увеличение производительности контроля достигается при внедрении средств механизации и автоматизации. Увеличение производительности приводит к снижению затрат на контрольной операции, за счёт чего происходит уменьшение себестоимости изделий.

Контроль торцового биения осуществляется при помощи индикатора. Детали, закрученная на втулку, выполняется вращательное движение, а затем производится контроль фактической величины торцового биения.

Разработка схемы приспособления

Схема приспособление приведена на рисунке 3.12. Для контроля биения необходимо подвести рычаг индикатора к контролируемой поверхности. Контролируемая деталь устанавливается на оправке.

$$\Delta = \sqrt{\Delta_1^2 + \Delta_2^2 + \Delta_3^2 + \Delta_{ин}^2}$$

где  $\Delta_1=0,003$ мм – допуск радиального биения базировочных поверхностей

$\Delta_2=0,003$ мм – допуск перпендикулярности оси.

$\Delta_3=0,004$ мм – допуск параллельности

$\Delta_{ин}=0,0075$ мм – погрешность показаний индикатора на участке шкалы.

Подставив значения в формулу, получим

$$\Delta = \sqrt{0,003^2 + 0,003^2 + 0,004^2 + 0,0075^2} = 0,0095 \text{ мм}$$

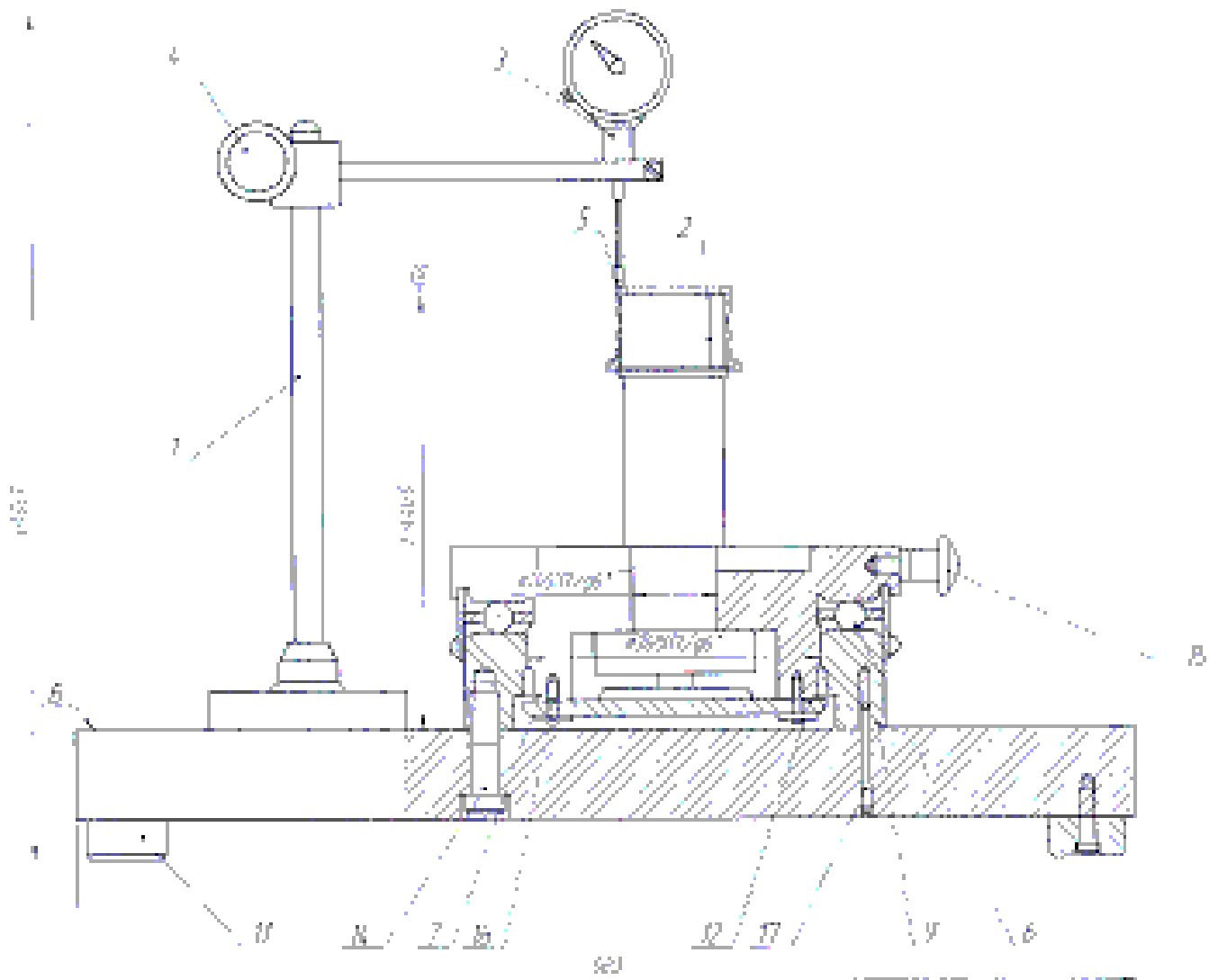


Рис 3.12 Приспособление для измерения торцевого биения

#### Компоновка контрольного приспособления

Деталь базируется на втулке 2 под собственным весом. Подводится индикатор 3 при помощи ванта 15, устанавливается натяг на индикаторе минимум 1 оборот. Деталь поворачивается и производится контроль.

Конструкция контрольного приспособления представлена на рисунке 3.12.

#### Выводы по разделу три

В данном разделе разработано фрезерное приспособление, разработана фреза резьбовая. Разработано механизированное контрольное приспособление для контроля расположения 12-и отверстий, разработано приспособление для контроля торцевого биения

Имя	Инициал	29 августа	Игорь	Иван

## 4 СТРОИТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ

### 4.1 Определение количества оборудования и работающих

В предлагаемом технологическом процессе заготовку изготавливаем методом штамповки, весом 9,78 кг (КИМ = 0,14). Вес готовой детали 1,35 кг.

Определяем годовую программу запуска:

$$N_{\text{зап}} = \frac{N_{\text{вып}} \cdot 100\%}{100\% - a}$$

где  $N_{\text{вып}}$  – годовая программа выпуска,  $N_{\text{вып}} = 5000$  шт;

$a$  – процент технологических потерь,  $a = 3\%$

$$N_{\text{зап}} = \frac{5000 \cdot 100\%}{100\% - 3\%} = 5154 \text{ шт}$$

Определим трудоемкость производственной программы:

$$T_{\text{с}} = N \cdot T_{\text{шт}}$$

где  $N$  – годовая программа выпуска деталей,  $N = 5000$  шт;

$T_{\text{шт}}$  – суммарное время изготовления одной детали, мин.

Проектируемый вариант:  $T_{\text{шт}} = 6,14$  ч.;  $T_p = 30700$  ч.

Базовый вариант:  $T_{\text{шт}} = 9,86$ ;  $T_p = 49300$  ч.

Действительный годовой фонд времени определяется по формуле:

$$F_2 = F \cdot k \cdot n$$

где  $F$  – номинальный годовой фонд времени при работе в 1 смену, равный произведению продолжительности рабочей смены в часах на число рабочих дней в году за вычетом праздничных сокращенных часов;

$k$  – коэффициент использования номинального фонда времени;

$n$  – число рабочих смен в сутки ( $n=2$ ).

Коэффициент использования номинального фонда времени оборудования, учитывающий время простоя его в ремонте принимается в % от номинального фонда времени и зависит от режима работы. При работе в 2 смены составляет 3%, то есть  $k = 0,97$ .

Подставляя в формулу данные, получаем:

$$F_2 = 251 \cdot 8 \cdot 0,97 \cdot 2 = 3895 \text{ ч.}$$

Действительный годовой фонд времени работы рабочего определяется по формуле (4.4):

$$F_{\text{р}} = F_p \cdot k_p$$

где  $F_p$  – номинальный годовой фонд времени рабочего (как и для оборудования равен 2008 ч.);

$k_p$  – коэффициент использования номинального фонда времени рабочего, учитывающий время отпусков и невыход рабочего по уважительным причи-

нам. Принимается в размере 11% от номинального фонда времени ( $k_p = 0,89$ ).

Подставляя значения в формулу, получаем:

					151900.2016.135.000.ПЗ	Учеб
Имя	Фамилия	Имя	Фамилия	Имя		68

$$F_{\text{сп}} = 251,8 \cdot 0,89 = 1780 \text{ ч.}$$

Расчетное количество станков определяем по формуле:

$$C_p = \frac{T_{\Sigma \text{шт}}}{F_{\text{д}}}$$

где  $T_{\Sigma \text{шт}}$  – суммарное штучное время, необходимое для обработки на станках данного типа годового количества деталей, ч;

$F_{\text{д}}$  – действительное число часов работы одного станка при работе в одну смену.

Или расчетное число станков равно :

$$C_p = \frac{T_{\text{шт}} \cdot N}{60 \cdot F_{\text{д}}},$$

где  $T_{\text{шт}}$  – штучное время для обработки одной детали на станках данного типа и размера, мин.

Определим коэффициент загрузки оборудования.

Отношение расчетного количества оборудования к принятому оборудованию – это коэффициент загрузки или использования оборудования. Коэффициент загрузки в среднесерийном производстве следует принимать равным 0,75...0,85. При большем значении оборудование будет перегружено и потребуются увеличение числа станков. При меньшем значении коэффициента – необходимо догружать станок другими операциями.

$$K_{\text{з}} = \frac{C_p}{C_{\text{пр}}},$$

Произведем расчеты для проектируемого варианта.

Операции 030, 040, 110, 120, 170, токарные ЧПУ. Станок L 28 CNC

$$\sum T_{\text{шт}} = 44,99 \text{ мин.}$$

Расчетное число станков:

$$C_p = \frac{44,99 \cdot 5000}{60 \cdot 3895} = 0,96$$

Принятое число станков  $C_{\text{пр}} = 1$ .

Коэффициент загрузки оборудования  $K_{\text{з}} = 0,96$

Операции 130, 180, 190, 200, 230, фрезерные ЧПУ. Станок ОЦ V450-S

$$\sum T_{\text{ст}} = 187,25 \text{ мин.}$$

Расчетное число станков.

$$C_{\text{ст}} = \frac{187,25 \cdot 5000}{60 \cdot 3895} = 3,87$$

Принятое число станков  $C_{\text{ст}} = 4$ .

Коэффициент загрузки оборудования  $K_{\text{за}} = 0,96$

Операции 020, 080, 090, 260 – контрольные. Стол контролера.

$$\sum T_{\text{ст}} = 42,3 \text{ мин.}$$

Расчетное число оборудования:

$$C_{\text{ст}} = \frac{42,3 \cdot 5000}{60 \cdot 3895} = 0,9$$

Принимаем  $C_{\text{ст}} = 1$

Коэффициент загрузки  $K_{\text{за}} = 0,9$

Операция 140 – электрохимическое удаление заусенцев, 4420Ф11.

$$\sum T_{\text{ст}} = 20 \text{ мин}$$

Расчетное число оборудования:

$$C_{\text{ст}} = \frac{20 \cdot 5000}{60 \cdot 3895} = 0,42$$

Принимаем  $C_{\text{ст}} = 1$

Коэффициент загрузки  $K_{\text{за}} = 0,42$

Полученные данные для разрабатываемого технологического процесса сведем в таблицу 4.1:

Таблица 4.1 – Количество оборудования в проектируемом варианте

Используемое оборудование	Коэффициент загрузки оборудования	Количество оборудования
1.28 CNC	0,96	1
ОЦ V450-5	0,8	4
4420Ф11	0,42	1
Стол контролера	0,9	1
	$K_{\text{за, ср}} = 0,77$	$\sum = 7$

Из сделанных расчетов видно, что оборудование на участке имеет низкий средний коэффициент загрузки оборудования. Следовательно, появляется возможность дополнительно нагрузить имеющееся оборудование.



Рассчитаем количество основных работающих для проектируемого варианта.

Определим количество производственных рабочих введем по каждой профессии отдельно, с учетом двухменной работы. Для серийного производства количество производственных рабочих определяем по числу станков по формуле:

$$P_{пр} = \frac{T_{ин} \cdot N}{60 \cdot F_{эф} \cdot S_p}$$

где  $S_p$  – количество станков, на которых может одновременно работать один рабочий ( $S_p = 1,3...5$ ).

Если рассчитанное количество производственных рабочих получится дробное, то его округляем до целого числа.

Произведем расчеты для проектируемого варианта.

Операции 030, 040, 110, 120, 170 – токарные, 130, 180, 190, 200, 230 – фрезерные.

$$\sum T_{пр} = 232,24 \text{ мин.}$$

$$P_{пр} = \frac{232,24 \cdot 5000}{60 \cdot 1780 \cdot 1,4} = 7,77$$

С учетом двухменной работы принимаем  $P_{пр} = 14$  человек.

Коэффициент занятости  $K_z = 0,56$

Операции 140, 240 – электрохимическое удаление заусенцев

$$\sum T_{пр} = 20 \text{ мин.}$$

$$P_{пр} = \frac{20 \cdot 5000}{60 \cdot 1780 \cdot 1,4} = 0,67$$

С учетом двухменной работы принимаем  $P_{пр} = 2$  человек.

Коэффициент занятости  $K_z = 0,34$

Полученные данные для проектируемого варианта сведем в таблицу 4.3:

Таблица 4.3 Количество основных рабочих в проектируемом варианте

Специальность	Коэффициент занятости персонала	Количество персонала
Оператор станка с ЧПУ	0,56	14
Наладчик станка с ЧПУ	0,56	3
Оператор станка 4420Ф1	0,34	2
	Кз. ср. = 0,81	$\Sigma = 19$

Определим численность вспомогательных рабочих.

Для выполнения вспомогательных работ в цехе в состав рабочего персонала включаются вспомогательные рабочие. К ним относятся мойщики, контролёры инструментальщики, кладовщики, транспортные и другие подобные рабочие.

Определение потребного количества вспомогательных рабочих ведем с учетом того, что большая их часть выполняет общецеховые функции, обслуживая несколько участков цеха. В серийном производстве общее количество вспомогательных рабочих в цехе составляет 20-25% от числа производственных рабочих.

- контролеры ОТК – 1 контролер на 20 основных рабочих;
- транспортные рабочие – 8% от числа основных рабочих;
- мастер – 1 на участок;
- младший обслуживающий персонал цеха (МОИП): уборщики цеховых и бытовых помещений – 2-3% от общего числа производственных рабочих (1 на 500 м<sup>2</sup> площади цеха);
- служащие цеха делятся на две категории: инженерно-технические работники (ИТР) – 16-22% от числа основных рабочих и счетно-контрольный персонал (СКП) – 1,5-3% от числа основных рабочих.

Таким образом, подсчитывая, представим численность рабочих в проектируемом варианте с помощью таблицы 4.4.

Таблица 4.4 – Численность вспомогательных рабочих

Специальность	Проектируемый вариант
Транспортные рабочие	1
Контролеры	1
Мастер	1
Уборщица	1
Мойщик	1
Упаковщик	1
	$\Sigma = 6$

#### 4.2 Определение потребного количества тележек

Тележки используются для межоперационного транспортирования деталей. Потребное количество тележек определяется по формуле:

$$T = \frac{Q \cdot i}{q \cdot 85 \cdot \Phi_{01} \cdot m \cdot K_1} \cdot \left( \frac{l_{cp}}{V_{cp}} + t_1 + t_2 \right),$$

где  $Q = 5000$  шт – годовая программа выпуска деталей;

$i$  – количество транспортных операций с грузом на один рейс;

$q$  – загрузка тележки за один рейс;

$\Phi_{01} = 2070$  мин – номинальный годовой фонд времени работы тележки;

$m = 2$  – количество рабочих смен в сутки;

$K_1 = 0,97$  – коэффициент, учитывающий простои тележки;

$l_{cp}$  – средний пробег тележки за один рейс, м;

$V_{cp}$  – средняя скорость тележки, м/мин;

$t_1 = 5$  мин – время одной загрузки тележки;

$t_2 = 5$  мин – время одной разгрузки тележки.

Количество транспортных операций на один рейс равно единице. За один рейс тележка загружается пятью деталями, то есть  $q = 5$  шт. Средний пробег тележки принимается равным половине длине участка, то есть  $l_{cp} = 6$  м. Скорость тележки равна  $V_{cp} = 55$  м/мин. Тогда количество тележек будет равно

$$T = \frac{5000 \cdot 4}{4 \cdot 85 \cdot 2070 \cdot 2 \cdot 0,97} \cdot \frac{6}{55} + 5 + 5 = 0,14 \text{ шт.}$$

Принимаем  $T = 1$  шт.

#### 4.2.1 Определение потребности количества кранового оборудования

В разрабатываемом цехе установим кран однобалочный с трубчатым мостом и кабиной управления. Расчет требуемого количества мостовых кранов проводится на основе веса перемещаемых грузов и количества крановых операций.

Количество мостовых кранов для механических цехов определяется по формуле :

$$K = \frac{D \cdot i}{\Phi \cdot m} \cdot \frac{\left( \frac{l_{cp}}{V_{cp}} + t_1 + t_2 \right)}{\Phi_c \cdot K_1}$$

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

$$D = \frac{N \cdot G_1}{G_2}, \text{ шт.}$$

$$D = \frac{5000 \cdot 9,78}{1115} = 43,8 \text{ т}$$

где  $G_1$  – вес одной детали;

$G_2$  – вес контейнера с деталями;

$m$  – количество рабочих смен в сутки;

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

$i$  – количество крановых операций на один перевозимый груз;

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

$v$  – средняя скорость движения крана;

$t_{з,р}$  – время на одну загрузку и одну разгрузку, мин.;

$\Phi_{кр} = 480 \text{ ч}$  – номинальный фонд времени работы крана;

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

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

$$K_{пр} = \frac{43,8 \cdot 1}{240 \cdot 2} \cdot \frac{10}{30} \cdot \frac{1 \cdot 2 + 2}{480 \cdot 0,85} = 0,009 \text{ шт.}$$

Принимаем потребное количество мостовых кранов  $K_{кр,пр} = 1$  шт.

#### 4.2.2 Выбор способа транспортирования стружки

В результате механической обработки образуется значительное количество стружки, которую необходимо удалить с территории участка. Для выбора способа транспортирования стружки определяется количество стружки (т) на 1 м<sup>2</sup> площади цеха. Первым этапом рассчитывается масса стружки

$$m_{стр} = \frac{(m_{дет}^k - m_{дет}^b) N^{IP}}{1000},$$

где  $m_{дет}^k = 1,35 \text{ кг}$  – масса детали Б;

$m_{дет}^b = 9,78 \text{ кг}$  – масса заготовки для детали Б.

Тогда масса стружки по формуле равняется

$$m_{стр} = \frac{(9,78 - 1,35) \cdot 2400}{1000} = 2,02 \text{ т.}$$

Площадь цеха определяется по удельной площади, проходящейся на единицу оборудования. Нормы удельных площадей назначаются по рекомендациям [19] в зависимости от наибольшего габаритного размера оборудования. Расчет удельной площади цеха представлен в таблице 4.5.

										151900.2016.135.000.113	Лист
Имя	Лист	№ докум.	Издание	Дата							74

Таблица 4.5 Расчет удельной площади цеха

Мод. станка	Габаритные размеры, мм			Количество станков, шт.	Удельная площадь, м <sup>2</sup>	
	Длина	Ширина	Высота		на один станок	на все станки модели
V450-5	1500	2000	1950	4	6	24
L 28 CNC	1985	750	1520	1	2	2
4420Ф11	1820	1477	1900	1	5	5
$\Sigma (S_{i,ст})$						31

Тогда количество стружки, приходящейся на 1 м<sup>2</sup> площади цеха будет равно

$$\frac{m_{сст}}{S_{цз}} = \frac{2,02}{31} = 0,065 \text{ т/м}^2.$$

Так как  $\frac{m_{сст}}{S_{цз}} < 0,3 \text{ т/м}^2$ , то назначаемся система уборки стружки М – механизированная с использованием ручного труда.

#### 4.3 Расчет площадей для складирования заготовок и деталей.

В состав механического цеха входят вспомогательные отделения и складские помещения. В зависимости от масштаба производства и размера цеха состав отделений может быть различным – некоторые отделения и складские помещения объединяются, в ряде случаев некоторые отделения являются общими для нескольких цехов.

Определение площади склада заготовок.

Склад заготовок предназначен для хранения запасов заготовок – отливок, поковок, штамповок и по возможности должен быть объединен с заготовительным отделением.

Запас заготовок в складе должно быть не велико. Так как его назначение является обеспечивать регулярное снабжение заготовками для бесперебойной работы станков.

Определяем площадь склада заготовок по формуле (4.9):

$$S_{сз} = \frac{Q_1 \cdot t_1}{\Phi \cdot q_1 \cdot k},$$

где  $S_{сз}$  – площадь склада заготовок, м<sup>2</sup>;

$Q_1$  – масса заготовок, обрабатываемых на участке в течение года ( $Q_1 = 48,9 \text{ т}$ );

$t_1$  – количество дней запаса заготовок ( $t_1 = 10 \text{ дней}$ );

$\Phi$  – число рабочих дней в году ( $\Phi = 253 \text{ день}$ );

$q_1$  – грузонапряженность на пол склада ( $q_1 = 1,5 : 2,5 \text{ т/м}^2$ );

$k$  – коэффициент использования площади склада, учитывающий проходы и проезды ( $k = 0,4 \div 0,5$ )

$$S_{\text{г.з.}} = \frac{48,9 \cdot 10}{251 \cdot 2 \cdot 0,5} = 1,95 \text{ м}^2$$

Ввиду малой площади, склад заготовок находится в общецеховом складе заготовок.

Межоперационный склад предназначен для хранения деталей в процессе их изготовления (между операциями обработки), то есть для хранения полуфабрикатов.

Площадь межоперационного склада рассчитывается по средней массе  $Q_2$  (больше чистого веса деталей на 7 – 8%), по числу заходов деталей в промежуточную кладовую и по продолжительности пролеживания деталей на складе.

Площадь межоперационного склада определяется по формуле

$$S_{\text{г.м.}} = \frac{Q_2 \cdot t_2 \cdot i}{\Phi \cdot q_2 \cdot k}$$

где  $S_{\text{г.м.}}$  – площадь межоперационного склада,  $\text{м}^2$ ;

$Q_2$  – средняя масса деталей ( $Q_2 = 6,75 \text{ т}$ );

$t_2$  – количество дней запаса деталей ( $t_2 = 7$  дней);

$i$  – среднее количество операций, после которых детали будут заходить на склад ( $i = 5$ );

$\Phi$  – число рабочих дней в году ( $\Phi = 251$  день);

$q_2$  – грузонапряженность на пол склада ( $q_2 = 0,9 \div 1,7 \text{ т/м}^2$ );

$k$  – коэффициент использования площади склада, учитывающий проходы и проезды

$$S_2 = \frac{6,75 \cdot 7 \cdot 5}{251 \cdot 1 \cdot 0,5} = 0,94 \text{ м}^2$$

Определение площади склада готовых деталей.

Площадь склада определяется по формуле:

$$S_{\text{г.г.}} = \frac{Q_3 \cdot t_3}{\Phi \cdot q_3 \cdot k}$$

где  $S_{\text{г.г.}}$  – площадь склада готовых деталей,  $\text{м}^2$ ;

$Q_3$  – чистая масса ( $Q_3 = 6,75 \text{ т}$ );

$t_3$  – количество дней запаса деталей ( $t_3 = 5$  дней);

$\Phi$  – число рабочих дней в году ( $\Phi = 251$  день);

$q_3$  – грузонапряженность на пол склада ( $q_3 = 0,4 \div 0,6 \text{ т/м}^2$ );

$k$  – коэффициент использования площади склада, учитывающий проходы и проезды ( $k = 0,4$ )

$$S_3 = \frac{6,75 \cdot 5}{251 \cdot 0,5 \cdot 0,4} = 0,13 \text{ м}^2$$

Ввиду малой площади, склад готовых деталей находится в общецеховом складе готовых деталей.

						151900.2016.135.000.113	Лист
Изм.	Вып.	№ докум.	Подпись	Дата			76

#### 4.4 Планировка оборудования.

Для обеспечения безопасности и удобства работы, а также нормального обслуживания оборудования рекомендуется поддерживать определённые расстояния между габаритами станков.

Рабочее место – это первичное звено производства, от качества работы которого зависят результаты деятельности всего завода.

Задачей организации рабочего места является создание такой конструкции оснастки и такого расположения оборудования, заготовок, готовых деталей, при которых отсутствуют лишние и нерациональные движения и приёмы (повороты, нагибания, приседания и т.д.), максимально сокращаются расстояния перемещения рабочего.

Рациональная организация рабочего места токаря предусматривает обеспечение полной безопасности работы, установление и поддержание чистоты, порядка и нормальных условий труда на рабочем месте.

На рабочем месте должны находиться только те инструменты, приспособления и заготовки, которые необходимы для выполнения данной работы. Все остальные предметы необходимо хранить на стеллажах или в инструментальном шкафчике с полочками и отдельными ячейками.

Инструмент, хранящийся в инструментальных шкафчиках, должен быть разложен по типоразмерам. Мелкий режущий инструмент следует помещать в верхних ячейках, более крупный и редко применяемый — в нижних. Измерительный инструмент нужно хранить отдельно от режущего, выделяя для него специальное место в инструментальном шкафчике. Обтирочный материал, щётки, скребки рекомендуется хранить в отдельном ящике.

Инструменты и приспособления, которыми рабочий пользуется чаще, следует класть ближе, которыми пользуется реже — дальше.

Чертежи, операционные карты, рабочие наряды должны лежать так, чтобы ими было удобно пользоваться.

Мелкие заготовки, обрабатываемые в больших количествах, следует хранить в ящиках, расположенных у ступки на уровне рук рабочего.

Готовые детали складываются в отдельный ящик, стоящий также рядом с рабочим местом.

В инструментальном шкафчике надо поддерживать строгий порядок.

Следует предусмотреть такие мероприятия, которые обеспечили бы гигиенические и культурные условия труда: рациональное освещение, нормальную температуру, влажность, чистоту воздуха и др.

Рабочее место токаря, работающего на токарном станке показано в соответствии с рисунком 4.1.

					151900.2016.135.000.П3	Лист
Илл.	Листы	Итого	Листы	Итого		77

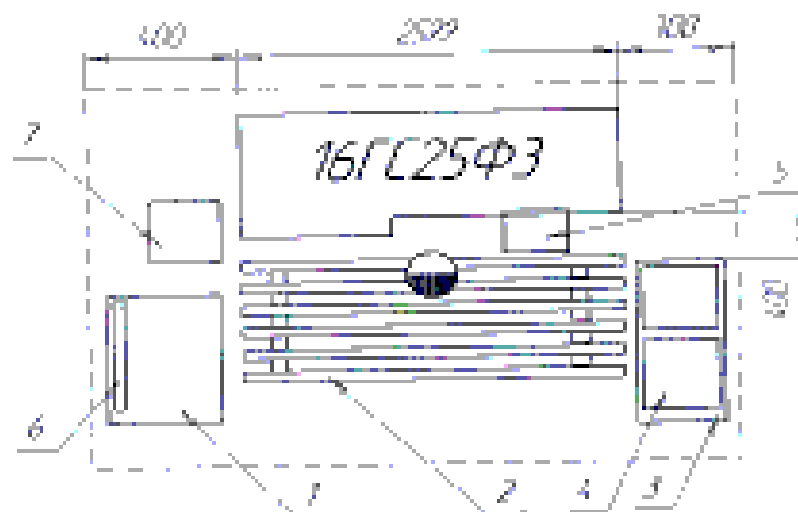


Рисунок 4.1 – Рабочее место токаря, работающего на токарном станке

- 1 – инструментальный столик;
- 2 – решетка под ноги;
- 3 – приемный стол;
- 4 – тара с обрабатываемыми деталями;
- 5 – планшет для измерительного инструмента;
- 6 – подставка для чертежей;
- 7 – урна для мусора.

Кроме токарного станка (рисунок 4.3) на рабочем месте, расположен приемный столик 3, на котором устанавливают тару 4 с заготовками, подлежащими обработке, а также предусмотрены планшет 5 для измерительного инструмента, инструментальный столик 1 для режущего, измерительного и вспомогательного инструментов.

На инструментальном столике установлена подставка 6 для рабочих чертежей и технологической документации. Около станка кладут деревянную решетку 2 под ноги, также имеется урна для мусора 7.

#### 4.5 Выбор типа, формы и определение размеров здания.

Площадь ИРК определим по числу обслуживаемых производственных металлорежущих станков. Исходя из типа производства и габаритных размеров деталей принимаем площадь ИРК на один станок равным  $0,5 \text{ м}^2$ , а площадь приспособлений на один производственный станок –  $0,3 \text{ м}^2$ .

Следовательно, общая площадь ИРК равна  $(0,5 + 0,3) \cdot 4 = 3,2 \text{ м}^2$ .

Эта площадь участка входит в площадь ИРК цеха.

Определим площадь контрольного отделения.

Площадь контрольного отделения определяется по числу контролеров. В нашем случае число контролеров – 1 человек. На одного контролера в среднем принимается  $6 \text{ м}^2$  площади.

Определение ширины пролета здания и укрупненной площади участка.

					151900.2016.135.000.ПЗ	10/11
Илл.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		78



Ширина пролета здания цеха, где расположен проектируемый участок, зависит от табаритов технологического и грузоподъемного оборудования. Если технологическое оборудование на участке мелкое или среднее, то ширину пролета можно принять 18 м, но не шире 24 м. Для крупных и уникальных станков – 24 или 30 (36) м. Принимаем ширину пролета здания 18 м.

Укрупнено площадь участка можно определить исходя из удельной площади приходящейся на единицу оборудования. Удельная площадь для мелкого оборудования принимается равным примерно 20...25 м<sup>2</sup>, для среднего – 30...35 м<sup>2</sup>, для крупного – 45...60 м<sup>2</sup>. Площадь, рассчитанная по удельной площади, применяется для предварительной компоновки и уточняется при распланировке всего оборудования, рабочих мест, с учетом разрывов, предусмотренных нормами технологического проектирования и подъемно-транспортных устройств.

Укрупненная площадь участка  $S = 100 \text{ м}^2$ .

Исходя из рекомендаций и формул приведенного ниже литературного источника, определяем также высоту здания 8,4 м, расстояние от пола до головки надкранового рельса 6,2 м, недоход главного крюка мостового крана в обе стороны (1,2 м и 1,4 м). Рис 4.2.

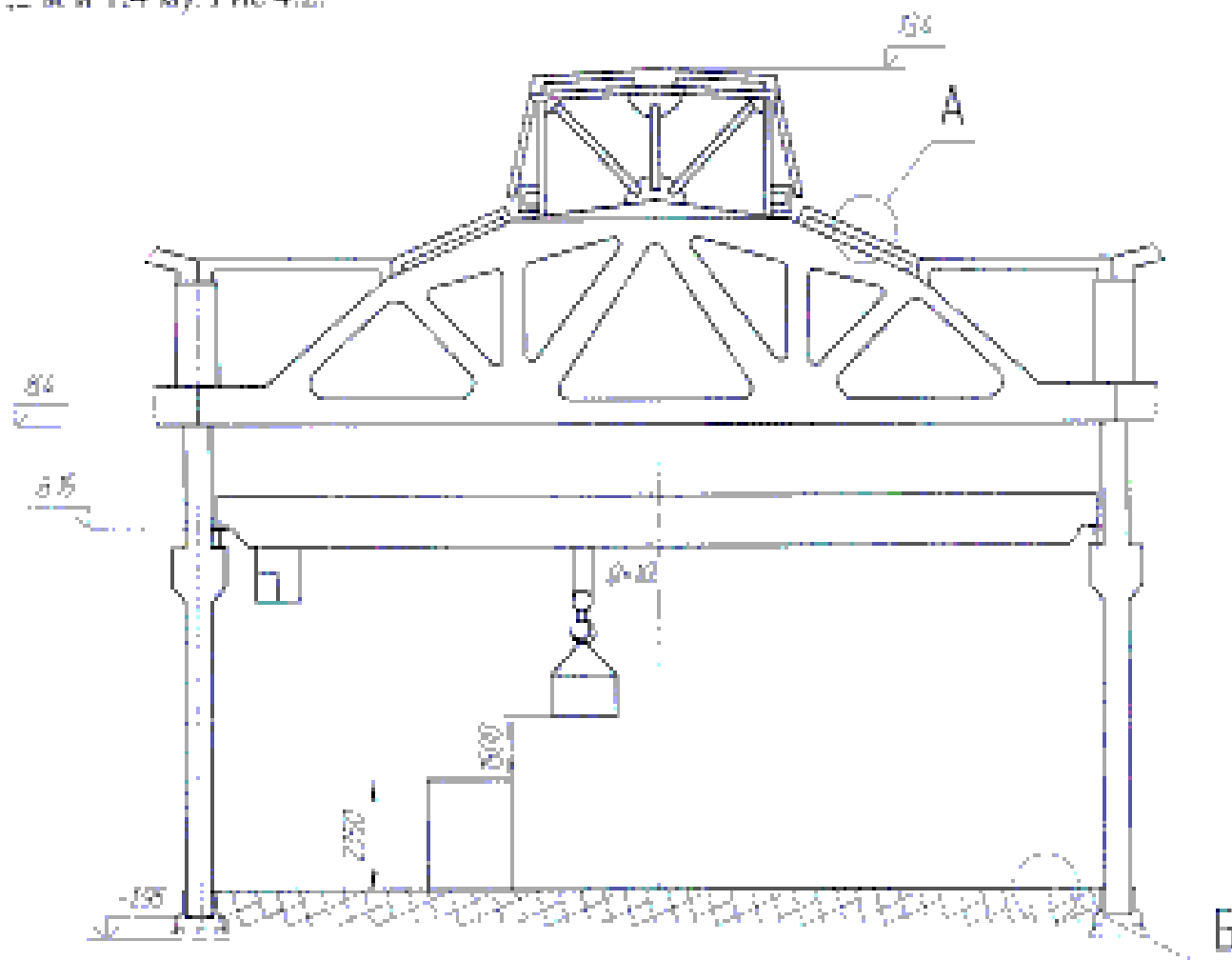


Рис 4.2 Поперечный разрез здания

Колонны здания железобетонные серии КЭ-01-49 высотой 8,4 м, с консолями прямоугольного сечения 400×800 мм (рисунок 4.2). Торцовые

					151900.2016.135.000.ПЗ	Мас
Иск	Лит	Архив	Подпись	Дата		79

колонны здания смещены внутрь относительно разбивочной оси на 500 мм. Это необходимо для того, чтобы пропустить колонны фахверка [19].

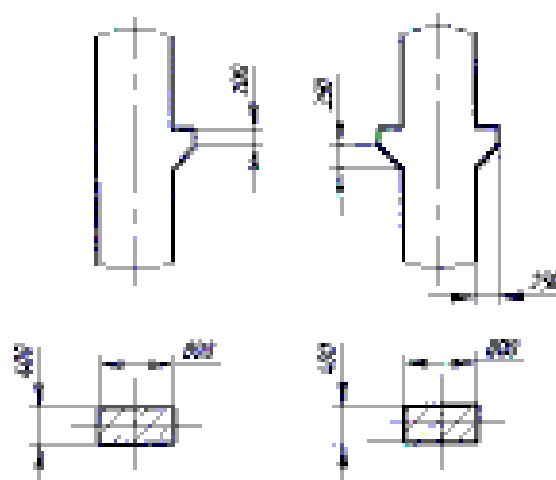


Рисунок 4.3 – Колонны крайних и средних пролётов

Фундаменты под колонны представляют собой отдельно стоящие железобетонные ступенчатые конструкции, на которые устанавливаются также железобетонные фундаментные балки под стены. Верхняя плоскость фундамента располагается на 150 мм ниже уровня пола, подошва фундамента – на 1,95 м [19].

Размеры фундаментов назначаются в зависимости от сечения и сечения колонны (рисунок 4.4).

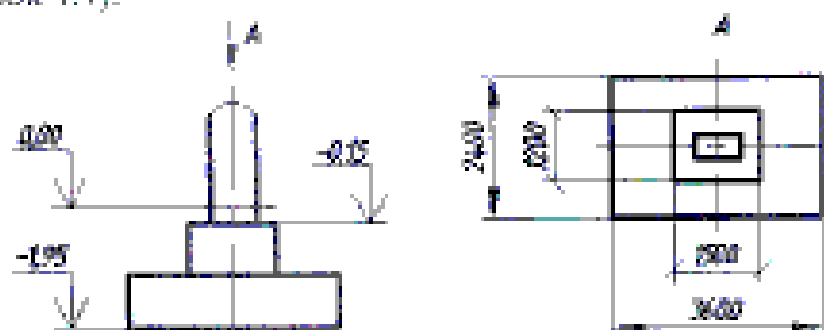


Рисунок 4.4 – Фундамент под колонны

Несущей конструкцией здания являются железобетонные решётчатые фермы серии 1.462-3 [19]. Габаритные размеры фермы: длина 11960 мм, высота 1390 мм, толщина 200 мм (рисунок 4.5).

					151900.2016.135.000.ПЗ	№ и/л
Мас	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		80



Рисунок 4.5 – Железобетонная ферма серии 1.463-3

Ограждающим покрытием здания является утепленная многослойная кровля. Кровля состоит из сборных настилов, укладываемых по фермам (рисунок 4.6).



Рисунок 4.6 – Конструкция кровли

Несущим настилом являются железобетонные плиты. В качестве первого слоя применяется песчано-цементная стяжка, выравнивающая плиты покрытия и закрывающая их швы. Она покрывается битумной грунтовкой. Затем укладывается

вакуумная теплоизоляция, представляющий собой вакуумную теплоизоляционную панель, покрытую экструдированным пенополистеролом.

Затем устанавливается ребристая решетка из металлического профиля. Она покрывается гидроизоляционным ковром. Гидроизоляция покрытия здания выполняется из трёх-четырёх слоёв рулонных гидроизоляционных материалов, последовательно наклеиваемых внахлест при помощи горячей битумной мастики. Для улучшения сопротивляемости разрушению дёгтевого ковра под действием солнечной радиации, сверху накрывают профнастилом, который крепится к металлической обрешетке.

В качестве наружного ограждения применяются стены толщиной 500 мм. Вход на территорию цеха осуществляется через распашные ворота. Ширина ворот 4 м, высота – 4,2 м [19].

Оборудование на участке устанавливается непосредственно на полу. Пол представляет собой многослойную конструкцию (рисунок 4.7), включающую трамбованный грунт, надёжную бетонную подготовку толщиной 200...300 мм, песчано-цементную стяжку для выравнивания, слой гидроизоляции, а также покрытие пола из бетона [19].

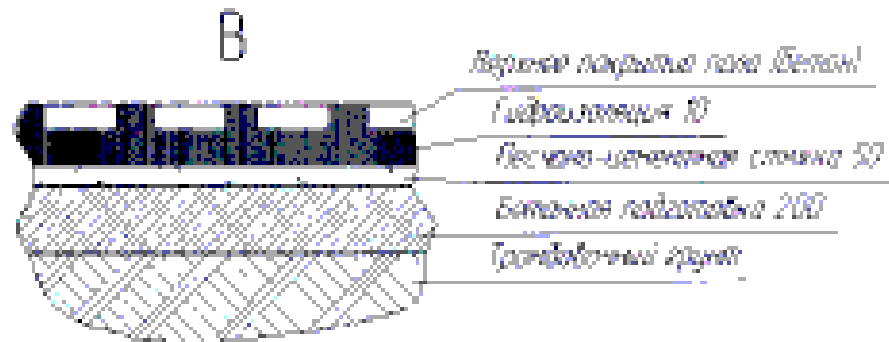


Рисунок 4.8 – Конструкция пола

По результатам проделанной работы проектируем участок механической обработки (рисунок 4.8).

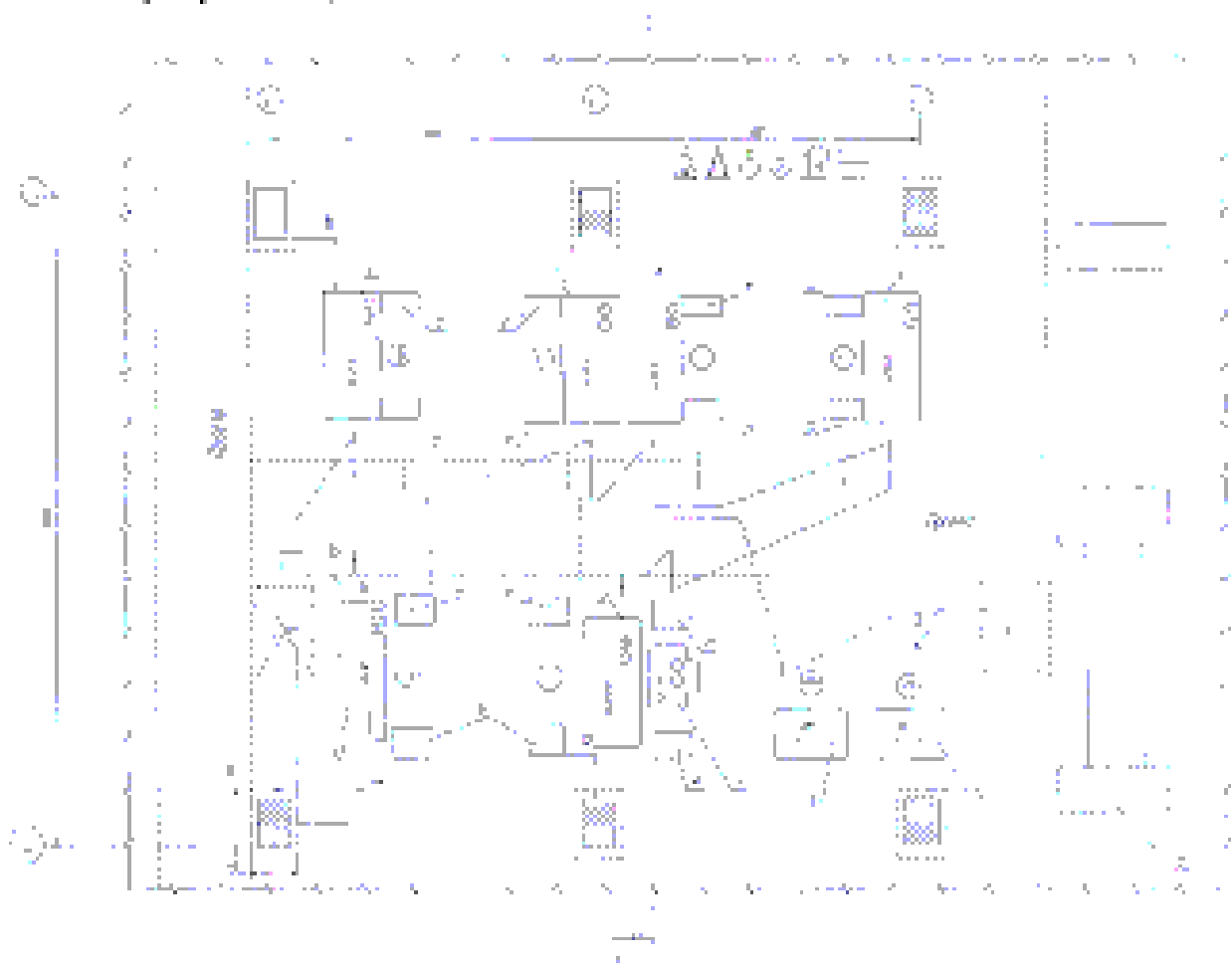


Рисунок 4.8 - Планировка участка механической обработки

#### Вывод по разделу четыре

В данном разделе произведен расчет количества оборудования, количества производственных и вспомогательных рабочих. Для готового объема выпуска деталей рассчитаны транспортные средства, площадь для складирования заготовок, произведен выбор способа транспортирования стружки, рассчитаны размеры участка механической обработки детали «Корпус»

					151900.2016.135.000.ПЗ	Листы
Изм.	Дата	Объемы	Ссылка	Листы		83

## 5. БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

### 5.1 Требования безопасности на участке

#### 5.1.1 Вредные и опасные производственные факторы

Для предлагаемого варианта технологического процесса детали «свал промежуточный» спроектирован участок механической обработки, состоящий из 19-ти станков различных групп. Имеется фрезерно-центровальный станок, вертикальные токарные многшпиндельные полуавтоматы, фрезерные станки, а также станки сверлильной и шлифовальной групп. На участке находится технологическое и вспомогательное оборудование, мостовой кран и другие механизмы. Поэтому на участке существуют некоторые негативные факторы, такие как:

- 1) Физические: шум, вибрация, запыленность рабочей зоны, недостаточность освещения
- 2) Биологические – СОЖ
- 3) Психфизиологические – динамические нагрузки, переутомление.

Для предотвращения появления негативных факторов окружающей среды

Существует система мониторинга опасностей, которая ведет контроль за содержанием вредных веществ в атмосферном воздухе и в помещениях; в рабочих зонах контролируются вредные травмоопасные факторы, осуществляется надзор за условиями труда на рабочих местах.

#### 5.1.2 Производственная санитария

Производственная санитария – это система мероприятий и средств, предотвращающих воздействие на человека вредных производственных факторов

Санитарные требования к участку зависят от его назначения.

Повышенная температура воздуха может неблагоприятно сказаться на здоровье работающего. Высокая температура вызывает быструю утомляемость, может привести к перегреву организма, тепловому удару или профессиональному заболеванию.

Низкая температура приводит к переохлаждению организма, простудным заболеваниям. Повышенная влажность затрудняет терморегуляцию и вызывает снижение испарения пота. В соответствии с ГОСТ 12.1.005-88 установлены оптимальные и допустимые метеорологические условия для рабочей зоны. (см. таблица 5.1)

					151900.2016.135.000.ПЗ	Итого
Итого	Листы	М.В.Сорокин	Мощность	Литры		84

Таблица 5.1 – Оптимальные нормы микроклимата

Период Года	Категория работы	Температура, °С			Относительная влажность, %	Скорость воздуха, м/с			
		оптимальная	допустимая на рабочих местах			оптимальная	допустимая на рабочих местах постоянных и непостоянных, не более	оптимальная, не более	допустимая на рабочих местах постоянных и непостоянных*
			постоянных	непостоянных					
Холодный	Ia	22-	21-	18-26	40-	75	0,1	Не выше	
	Iб	21-	20-	17-25	40-	75	0,1	Не выше	
	IIa	18-	17-	15-24	40-	75	0,2	Не более	
	IIб	17-	15-	13-23	40-	75	0,2	Не выше	
	III	16-	13-	12-20	40-	75	0,3	Не более	
Теплый	Ia	23-	22-	20-30	40-	55 (при	0,1	0,1-0,2	
	Iб	22-	21-	19-30	40-	60 (при	0,2	0,2-0,3	
	IIa	21-	18-	17-29	40-	65 (при	0,3	0,2-0,4	
	IIб	20-	18-	15-29	40-	70 (при	0,3	0,2-0,5	
	III	18-	15-	13-28	40-	75 (при	0,4	0,2-0,6	

\*Большая скорость движения воздуха в теплый период соответствует максимальной температуре воздуха, меньшая – минимальной.

Определим категорию тяжести труда при работе на участке:

Труд рабочих относится ко 2 категории тяжести труда, то есть это работы средней тяжести, связанные с постоянной ходьбой, выполняются стоя или сидя, но не требующие перемещения больших тяжестей (до 1 кг.)

При совместном действии шума и вибрации наблюдается усиление эффекта. Усугубляющее влияние сопутствующих факторов учитывается при росте показателей вероятности вибрационной болезни. Расчетный коэффициент (К) повышения риска вибрационной болезни в зависимости от уровня сопутствующего шума, температуры окружающей среды и категории тяжести работ рассчитывается по формуле

$$K_{ш} = (L_{ш} - 80) * 0,025 + 1$$

$$K_{т.о} = (20 - T_0) * 0,08 + 1$$

$L_{ш}$  – уровень шума = 90 дБ

$K_{ш}$  – коэффициент влияния шума

$K_{т.о}$  – коэффициент влияния шума

$T_0 = 20^{\circ}\text{C}$  – температура на участке

$$K_{ш} = (90 - 80) * 0,025 + 1 = 1,25\%$$

$$K_{т.о} = (20 - 20) * 0,08 + 1 = 1\%$$

Существует несколько методов защиты от вибрации, при контакте оператора с вибрирующим объектом:

- 1) Средства антифазной синхронизации
- 2) Вибродемпфирование
- 3) Встраивание дополнительных устройств в конструкции машин и строительных сооружений, в которые входит:
  - а) виброизоляция рабочих мест
  - б) виброизоляция источника вибрации оборудования
  - в) динамическое вибропогашение (фундаменты)

Для данного участка спроектирована виброизоляция станков, осуществляемая с помощью опор ОВ-30 и ОВ-31 и резиновых ковриков.

Средства виброзащиты подразделяются на средства индивидуальной и коллективной защиты.

В данном случае используются средства коллективной защиты.

К средствам коллективной защиты относят средства, снижающие параметры вибрации воздействием на источник возбуждения.

Воздействие на источник возбуждения вибрации сводится к уменьшению конструктивных элементов источника возбуждения и характера вынуждающих сил и моментов, обусловленных рабочим процессом в машине, а также к уравновешиванию отдельных элементов машины.

Для защиты от шума существуют следующие средства:

- 1) Архитектурно-планировочные
- 2) Акустические (ограждения, кабины, пульты, кожухи и экраны)
- 3) Организационно-технические
- 4) Звукопоглощение (облицовки, штучные поглотители)
- 5) Глушители (реактивные, абсорбционные, комбинированные)

В нашем случае для защиты от шума на участке используются звукоизолирующие ограждения (стены, перекрытия, перегородки, остекленные проемы, окна, двери).

Учитывая, что на участке находятся станки шлифовальной группы, то концентрация пыли в процессе абразивной обработки будет  $\sim 3 \text{ г/м.куб./ч}$

- а) объем аспирируемого воздуха (10 м.куб./ч)
- б) пыль – абразивная + металлическая
- в) концентрация пыли в воздухе = 0,5 г/м.куб.

При запыленности рабочей зоны, эффективным средством обеспечения надлежащей чистоты и допустимых параметров микроклимата воздуха рабочей зоны является промышленная вентиляция.

Вентиляцией называют организованный и регулируемый воздухообмен, обеспечивающий удаление из помещения загрязненного воздуха и подачу на его место свежего.

Учитывая то, что рабочие места не фиксированы, а располагаются по всему помещению, мы принимаем вытяжную общеобменную вентиляцию, которая предназначена для ассимиляции избыточной теплоты, влаги

					151900.2016.135.000.ПЗ	Лист
Имя	Фамилия	З. Имя	П. Имя	Л. Имя		№6



вредных веществ во всем объеме рабочей зоны помещения и называется аэрацией. Вентиляция производится через открывающиеся фрамуги окон и форточек, в зависимости от температуры наружного воздуха, скорости и направления ветра. Ее применяют в различных промышленных цехах и зданиях.

При нормальном микроклимате и отсутствии вредных выделений количество воздуха при общеобменной вентиляции принимают в зависимости от объема помещения, приходящегося на одного работающего:

$$V_{п1} < 20 \text{ м.куб.}$$

Расход воздуха на одного работающего:

$$L1 \geq 30 \text{ м.куб.}$$

Необходимый расход воздуха для участка:

$$L = n * L1,$$

Где n- число работающих, n=34 чел.

$$L = 34 * 30 = 1020 \text{ м.куб.}$$

### 5.1.3 Техника безопасности

Техника безопасности – это система мероприятий и средств, предотвращающих воздействие на человека опасных производственных факторов.

На данном участке механической обработки существуют такие опасности, как возможность поражения электрическим током и механических повреждений.

Основными причинами воздействия тока на человека являются: случайное прикосновение к токоведущим частям; шаговое напряжение на поверхности земли; появление напряжения на отключенных токоведущих частях, на которых работают люди, вследствие ошибочного включения.

Повышение электробезопасности в установках достигается применением систем защитного заземления, зануления, защитного отключения и др. методов защиты, в том числе знаков безопасности, плакатов и надписей.

Требования к устройству защитного заземления и зануления электрооборудования определены правилами устройства электроустановок (ПУЭ)

В качестве заземлителей устройства в данном участке используем искусственные заземлители (вертикальные электроды – уголки, и полосовую сталь, расположенную горизонтально). Обеспечение недоступности токоведущих частей от случайного прикосновения достигается путем изоляции этих частей, размещением их на недоступной высоте.

Проводится электрическое разделение сети на несвязанные между собой участки с помощью специальных разделяющих трансформаторов.

Механические опасности могут возникнуть у любого объекта, способного причинить человеку травму. К опасностям, механически воздействующим на организм человека относятся: движущиеся машины и механизмы, подвижные части производственного оборудования.

					151900.2016.135.000.113	Лист
Имя	Дата	Подпись	Подпись	Дата		87

Применяются два основных метода защиты персонала от механических повреждений:

- 1) Обеспечение недоступности к опасно-действующим частям машин и оборудования (разделение рабочей зоны и опасной)
- 2) Применение приспособлений, непосредственно защищающих человека от опасного фактора (предохранительные и ограждающие устройства)

#### 5.1.4 Пожарная безопасность

Пожар – это неконтролируемое горение вне специального очага, наносящего материальный ущерб.

Большое значение при осуществлении мер пожаробезопасности имеет оценка пожарной опасности производства. Данный участок относится к категории В.

Одним из важных направлений пожарной охраны являются профилактические мероприятия, направленные на предупреждение возникновения пожаров: надлежащая планировка участка. Запрещается курение и пользование открытым огнем около огнеопасных материалов.

К мероприятиям, направленным на быструю ликвидацию очага пожара, относятся удобные подходы к труднодоступным местам, устройство противопожарных лестниц, устройство водопроводов, первичных пунктов пожаротушения.

Для тушения пожаров класса В, к которому относится данный механический участок, необходимо иметь следующие ручные огнетушители: порошковый переносный вместимостью 10 л. и углекислотный – 8 л. Также необходимы передвижные огнетушители: порошковый вместимостью – 100 л и углекислотный – 80 л.

В соответствии с этим подбираем тип щита – ЩП – В – щит пожарный для очагов пожаров класса В.

Данные пожарные щиты комплектуются следующими первичными средствами тушения: порошковый огнетушитель, вместимостью 10 л; крюк с деревянной рукояткой; комплект для резки электропроводов, асбестовое полотно, грубошерстная ткань или войлок; лопата совковая, ящик с песком [2].

#### 5.2 Расчет защитного заземления участка

Защитное заземление – это преднамеренное электрическое соединение с землей или ее эквивалентам металлических нетоковедущих частей, которые могут оказаться под напряжением.

Важной мерой безопасности является защита людей от перехода напряжения на токоведущие части при повреждении изоляции. Для устранения опасности при переходе напряжения на корпуса и детали электрооборудования применяются защитное заземление.

Защитное заземление служит для предупреждения опасности поражения током, связанное переходом напряжения на электрические части электроустановок, оборудования и т.д.

					151900.2016.135.000.ПЗ	№ стр
Имя	Долг	№ докум	Подпись	Дата		88

Зщитное заземление представляет собой соединение стальным или медным проводом конструктивных металлических частей электрооборудования, нормально находящихся под напряжением с заземлителями, т.е. с металлическим проводником или группой проводников, находящихся в непосредственном соприкосновении с землей.

Расчетному заземлению подлежат корпуса электрических машин, трансформаторов и т. д, которые случайно могут оказаться под напряжением.

Зщитное заземление применяется в сетях напряжением до 1000В переменного тока- трехфазные трехпроводные с изолированной нейтралью; однофазные двухпроводные, изолированные от земли; в сетях выше 1000В переменного и постоянного тока с любым режимом нейтрали.

Заземление обязательно во всех электроустановках при напряжении 380В и выше переменного тока, 440В и выше постоянного тока, а в помещениях с повышенной опасностью, особо опасных и в наружных установках при напряжении 42В и выше переменного тока, 110В и выше постоянного тока, при любых напряжениях во взрывоопасных помещениях.

В зависимости от места размещения заземлителей относительно заземляемого оборудования различают два типа заземляющих устройств: выносное и контурное.

При выносном заземляющем устройстве электропроводы заземлителя размещают по контуру (периметру) площадки, на которой находится заземляемое оборудование, а также внутри этой площадки.

В открытых электроустановках корпуса присоединяют непосредственно к заземлителям проводам. В зданиях прокладывается магистраль заземления,

к которой присоединяют заземляющие провода. Магистраль заземления соединяют с заземлителем не менее чем в двух местах. В качестве заземлителей в первую очередь следует использовать естественные заземлители в виде проложенных под землей металлических коммуникаций (за исключением трубопроводов для горячих и взрывчатых веществ, труб теплотрасс), металлических конструкций зданий, соединенных с землей, свинцовых оболочек кабелей, обсадных труб артезианских колодцев, скважин, скважин, шурфов и т.д.

В качестве естественных заземлителей подстанций и распределительных устройств рекомендуется использовать заземлители опор отходящих воздушных линий электропередачи, соединенных с заземляющим устройством подстанций или распределительным устройством с помощью грозозащитных тросов линий.

Если сопротивление естественных заземлителей удовлетворяет требуемым нормам то устройство искусственных заземлителей не требуется.

Когда естественные заземлители отсутствуют или использование их не дает нужных результатов, применяют искусственные заземлители: стержни из угловой стали размером 50x50, 60x60, 75x75мм с толщиной стенки не менее 3,5мм, длиной 2,5- 3м; прутковая сталь диаметром не менее 10мм, длиной до 10м и более.

					151900.2016.135.000.ПЗ	Лист
Имя	Листы	№ докум.	Подпись	Дата		89

Заземлители забивают в ряд или по контуру на такую глубину, при которой от верхнего конца заземлителя до поверхности земли остается 0,5–0,8м. Расстояние между вертикальными заземлителями должно быть не менее 2,5–3м. Для соединения вертикальных заземлителей между собой применяют стальные полосы толщиной не менее 4мм и сечением не менее 48мм<sup>2</sup> или стальной провод диаметром не менее 6мм. Полосы (горизонтальные заземлители) соединяют с вертикальными заземлителями сваркой.

Магистраль заземления внутри зданий с электроустановками напряжением до 1000В выполняют стальной полосой сечением не менее 100

мм<sup>2</sup> или сталью круглого сечения той же проводимости. Осветления от магистрали к электроустановкам выполняют стальной полосой сечением не менее 24 мм<sup>2</sup> или круглой сталью диаметром не менее 5мм.

Для электроустановок напряжением до 1000В значения при условии, что удельное сопротивление грунта  $\rho$

При удельном сопротивлении грунта более чем 100 Ом.м разрешается увеличивать вышеуказанные величины в  $K=\rho/100$ , но не более чем в 10 раз.

Расчетные токи замыкания на землю принимают по данным энергосистемы либо путем расчетов.

Расчет заземления методом коэффициентов использования производится следующим образом:

1) В соответствии с ПУЭ устанавливается необходимое сопротивление заземления  $R_z$

2) Определяют путем замера, расчетом или на основе данных по работающим аналогичным заземлительным устройствам возможное сопротивление растеканию естественных заземлителей  $R_e$

3) Если  $R_e > R_z$ , то устройство искусственного заземления

Сопротивление, Ом, растекания искусственного заземления.

$R_n = R_p R_e / (R_e - R_z)$  Далее расчет ведется по  $R_n$ .

4) Определяют удельное сопротивление грунта  $\rho$  из таблицы. При производстве расчетов эти значения должны умножаться на коэффициент сезонности зависящий от климатических зон и вида заземлителя.

Расчетное удельное сопротивление грунта для стержневых заземлителей (вертикальных заземлителей для протяженно горизонтального заземлителя (горизонтальных полос)).

5) Определяют сопротивление, Ом, растеканию одного вертикального заземлителя-стержневого круглого сечения (трубчатый или угольный) в земле

$$R_e = 0,36 \rho r \rho_{рас.в} / L ( 2L/d + 1 / 4l + 1 / 4l - 1 )$$

При этом  $l=d$ ,  $l_0 = 0,5$  м;

Для уголка с шириной полки  $b$  получают  $d = 0,95b$ .

Все размеры длины в метрах, а удельное сопротивление грунта в Ом.м, умноженных на метр (Ом.м)

Сопротивление, Ом, растеканию вертикального заземлителя можно определить по упрощенным формулам.

Для уголка 50x50x5 мм  $R_b = 0,348 \rho$  расч. кс;

Для уголка 60x60x6 мм  $R_b = 0,298 \rho$  расч. кс;

Для уголка 75x75x8 мм  $R_b = 0,292 \rho$  расч. кс

Для трубы диаметром 60 мм  $l = 2 - 2,5$  м,  $R_b = 0,302 \rho$  расч. кс.

6) Устанавливают характер расположения заземлителей (в ряд или контуром), определяют число вертикальных заземлителей,  $n'v = R_b \eta (J_b R)$ ,

где  $J_b$  – коэффициент использования заземлителей, зависящий от количества заземлителей и расстояния между ними.

Количество вертикальных заземлителей для определения  $\eta$  можно принять равным  $R_b/R_n$ .

7) При устройстве простых заземлителей в виде короткого ряда вертикальных стержней расчет на этом можно закончить и не определять проводимость соединяющей полосы, поскольку длина ее относительно невелика (в этом случае фактически сопротивление заземляющего устройства будет несколько завышено).

При устройстве заземлителей по контуру из ряда вертикальных заземлителей целесообразно учитывать и сопротивление растеканию полос (горизонтальный заземлитель). Для этого на площади установки заземления намечают, как будут размещены вертикальные заземлители  $n'v$ , и определяют длину  $l$  соединительной полосы:  $l = 1,05 \pi a$ , где  $a$  – расстояние между вертикальными заземлителями (обычно отношение расстояния между вертикальными заземлителями к их длине принимают равным  $a/l = 1; 2; 3$ ).

8) Определяют сопротивление, Ом, растеканию горизонтального заземлителя.

Для стержневого круглого сечения:

Здесь  $l > d$ ;  $l > 4r$ . Для полосы шириной  $b$  получают  $d = 0,5 b$ . Действительное сопротивление, Ом, растеканию горизонтального заземлителя с учетом коэффициента использования  $R_r = R_r' / \eta_r$ , где  $\eta_r$  – коэффициент использования горизонтального заземлителя.

9) Уточняется сопротивление, Ом, растеканию заземлителей с учетом сопротивления горизонтального заземлителя  $R_v = R_r' R_n / (R_r' + R_n)$ .

10) Определяют уточненное количество вертикальных заземлителей. Здесь  $n'v$  округляется в сторону увеличения  $n'v = R_b / (n'v R_v)$ .

Расчет заземления электрической сети

Определить необходимое число уголков размером 50x50x5 мм длиной 3 м для устройства заземления станочного участка. Заземлитель – горизонтальный – стальная полоса 40x4 мм. Расстояние между уголками 4,5 м. Уголки забиты

по контуру участка. Глубина заложения горизонтального заземлителя 0,7 м. Грунт – песок с удельным сопротивлением  $\rho_{гр} = 300$  Ом · м. Климатическая зона II. Нормируемое сопротивление заземляющего устройства  $R_{зн} = 4$  Ом.

Решение:

1) Согласно ПУЭ допустимое сопротивление заземляющего устройства с учетом удельного сопротивления грунта  $\rho_{гр}$  равно

					151900.2016.135.000.113	Лист
Имя	Дата	Подпись	Подпись	Имя		91

$$R = R_{гр}/100R_{ан.} = 300/100 \cdot 4 = 12 \text{ Ом.}$$

2) Сопротивление растеканию вертикального заземлителя.

$$R_{в} = 0,366P \sqrt{\frac{\rho_{ср}}{L} \cdot (Lg + 2Ld + L^2/Lg^2)} \quad \text{расч. в } L \cdot (Lg + 2Ld + L^2/Lg^2) + L^2/Lg^2 - L = 0,366/510 \sqrt{3(Lg^2/3)0,95/0,05 + 1/2 Lg^2/2 + 3(4/2,2 - 3)} = 139,6 \text{ Ом.}$$

Здесь  $d=0,95b$ ,  $b$  – ширина полки уголка;  $t=2,2$  м;  $P$  – расч. 510 (значение коэффициента сезонности для вертикальных электродов к 1,7 принято для климатической зоны).

3) Количество вертикальных заземлителей  $n = R_{в.л} / (R_{в.л} \cdot R_{г.л}) = 139,6 / (0,6 \cdot 12) = 19,38$ . Число труб при этом  $139,6 / 12 = 12$ . Принимают к установке 20 уголков.

4) Длина горизонтального заземлителя (полосы)

$$L_{г} = 94,5 \text{ м.}$$

5) Сопротивление растеканию горизонтального заземлителя

$$R_{г} = 26,98 \text{ Ом.}$$

6) Действительное сопротивление растеканию горизонтального заземлителя с учетом коэффициента использования

$$R_{г} = 91,5 \text{ Ом.}$$

7) Сопротивление растеканию заземлителей с учетом сопротивления

$$R_{в.г} = 13,8 \text{ Ом.}$$

8) Уточненное количество вертикальных заземлителей  $n = 16,8$ .

Принимаем к установке 17 вертикальных заземлителей (уголков)

### 5.3 Организация и проведение АСДНР

Целью проведения аварийно-спасательных и других неотложных работ (АСДНР) в очагах массового поражения является спасение людей и оказание медицинской помощи пораженным; локализация аварий; устранение повреждений препятствующих ведению спасательных работ на предприятиях.

Аварийно-спасательные работы в очагах массового поражения включают: разведку маршрутов выдвижения формирований и участков (объектов) работ; локализацию и тушение пожаров на маршрутах выдвижения и участках работ; розыск и извлечение пораженных из поврежденных и затопленных защитных сооружений; спасение находящихся в них людей; подачу воздуха в заваленные защитные сооружения с поврежденной фильтровентиляционной системой; оказание первой медицинской помощи пораженным и эвакуацию их в лечебные учреждения; вывод населения из опасных зон в безопасные районы; санитарную обработку людей; ветеринарную обработку животных, средств защиты и одежды, продовольствия, пищевого сырья, воды и фуража.

Другие неотложные работы включают прокладку колонных путей и устройство проходов (просездов) в завалах к зонам заражения; локализацию аварий на газовых, энергетических, водопроводных, канализационных и технологических сетях в целях создания условий для проведения аварийно-спасательных работ; ремонт и восстановление разрушенных линий связи и коммунально-энергетических сетей в целях обеспечения спасательных работ; укрепление или

обрушение конструкций зданий и сооружений, угрожающих обрушением и препятствующих движению и проведению аварийно-спасательных работ.

Сооружение защитных укрытий для спасения людей в случае повторных ЧС; обнаружение, обезвреживание, уничтожение неразорвавшихся боеприпасов и других взрывоопасных предметов.

АСДНР проводится непрерывно, днем и ночью, в любую погоду до полного их завершения. Должны быть обеспечены: быстрый вход в очаг поражения, развертывание и обеспечения АСДНР в сжатые сроки, непрерывность их проведения, наращивание усилий по мере расширения фронта работ; маневр силами и средствами в ходе их выполнения; своевременную замену формирований; широкое и умелое использование прибывающей техники, а также аппаратуры для розыска и оповещения людей из-под завалов и разрушенных защитных сооружений.

Для проведения АСДНР могут применяться все имеющиеся типы и марки строительных и дорожных машин и механизмов, техники коммунального хозяйства города. В зависимости от вида проводимых работ они подразделяются на следующие группы:

а) Машины и механизмы для вскрытия заваленных убежищ и укрытий, разборки и расчистке завалов, подъема, перемещения и транспортировки грузов (экскаваторы, тракторы, бульдозеры, краны и т.д.)

б) Пневматические инструменты (бурильные и отбойные молотки), которые используются для проделывания отверстий в стенах, перекрытиях заваленных убежищ

в) Оборудование для резки металлов (бензорезы, автономные электросварочные аппараты и др.)

г) Механизмы для откачки воды: насосы, мотопомпы, топливомечные машины и т.д.

д) Средства, обеспечивающие транспортировку или переправу через водную преграду основных машин и оборудование: прицепы-тепловозы, баржи, паромы, понтоны и т.д.

е) Ремонтные и обслуживающие средства: ремонтные мастерские, станции обслуживания, бензо и водозаправщики, осветительные станции и т.д.

Выводы:

- 1) Разработаны требования безопасности на участке
- 2) Рассчитано защитное ограждение участка
- 3) Разработана организация и проведение АСДНР

						151900.2016.135.000.ПЗ	Лист 08
Взм	Зам	М.С.Иванов	Подпись	Дата			93

## 6. ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

### 6.1 Ориентировочные расчёты себестоимости изготовления детали

Целью ниже приведённых расчетов является доказательство экономической выгоды изготовления деталей типа «Крышка приборная» по спроектированному технологическому процессу. В предлагаемом технологическом процессе в виде заготовки мы используем отливку весом 9,78 кг (КИМ = 0,14). Вес готовой детали 1,35 кг. При планируемом производстве 5000 штук.

Определим годовую программу запуска:

$$N_{\text{зап}} = \frac{N_{\text{год}} \cdot 100\%}{100\% - \alpha}$$

где  $N_{\text{год}}$  – годовая программа выпуска,  $N_{\text{год}} = 5000$  шт;  
 $\alpha$  – процент технологических потерь,  $\alpha = 3\%$

$$N_{\text{зап}} = \frac{5000 \cdot 100\%}{100\% - 3\%} = 5150 \text{ шт}$$

Определим трудоемкость производственной программы:

$$T_{\text{п}} = N \cdot T_{\text{шт}}$$

где  $N$  – годовая программа выпуска деталей,  $N = 5000$  шт;  
 $T_{\text{шт}}$  – суммарное время изготовления одной детали, мин.

Проектируемый вариант:  $T_{\text{шт}} = 30,686$  ч.;  $T_{\text{п}} = 30686$  ч.

Базовый вариант:  $T_{\text{шт}} = 49,3$  ч.;  $T_{\text{п}} = 49304$  ч.

Действительный годовой фонд времени определяется по формуле:

$$F_{\text{д}} = F \cdot k \cdot m$$

где  $F$  – номинальный годовой фонд времени при работе в 1 смену, равный произведению продолжительности рабочей смены в часах на число рабочих дней в году за вычетом праздничных сокращенных часов;

$k$  – коэффициент использования номинального фонда времени;

$m$  – число рабочих смен в сутки ( $m=2$ ).

Коэффициент использования номинального фонда времени оборудования, учитывающий время простоя его в ремонте принимается в % от номинального фонда времени и зависит от режима работы.

При работе в 2 смены составляет 3%, то есть  $k = 0,97$ .

Подставляя в формулу данные, получаем:

						151900.2016.135.000.ET3	Лист
Имя	Фамилия	И.И.И.	И.И.И.	И.И.И.			94



$$F_p = 251 \cdot 8 \cdot 0,97 \cdot 2 = 3895 \text{ ч.}$$

Действительный годовой фонд времени работы рабочего определяется по формуле:

$$F_{др} = F_p \cdot k_{рв}$$

где  $F_p$  – номинальный годовой фонд времени рабочего (как и для оборудования равен 2008 ч.);

$k_{рв}$  – коэффициент использования номинального фонда времени рабочего, учитывающий время отпуска и невыход рабочего по уважительным причинам. Принимается в примере 11% от номинального фонда времени ( $k_{рв} = 0,89$ ).

Подставляя значения в формулу, получаем:

$$F_{др} = 251 \cdot 8 \cdot 0,89 = 1787 \text{ ч.}$$

Отношение расчетного количества оборудования к принятому оборудованию – это коэффициент загрузки или использования оборудования. При большем значении оборудование будет перегружено и потребуются увеличение числа станков. При меньшем значении коэффициента – необходимо догружать станок другими операциями.

$$K_{из} = \frac{C_{рв}}{C_{из}}$$

Произведем расчеты для проектируемого варианта.

Операции 200,230 – фрезерно-сверлильные. Станок V450-5

$$\sum T_{оп} = 426,64 + 388,94 = 853,08 \text{ мин.}$$

$$\sum T_{оп} = 853,08 \text{ мин}$$

Расчетное число станков:

$$C_{рв} = \frac{T_{оп}}{F_{др} \cdot m}$$

$$C_{рв} = \frac{853,08 \cdot 1000}{60 \cdot 3895} = 3,65$$

Принятое число станков  $C_{из} = 4$ .

Коэффициент загрузки оборудования  $K_{из} = 0,91$

Операции 060, 090 – контрольные. Стоп контролера.

					151900.2016.135.000.113	Лист
Имя	Фамилия	Ид. докум.	Ид. файла	Ид. листа		95

$$\sum T_{\text{оп}} = 10,5 + 40,5 = 51 \text{ мин.}$$

Расчетное число оборудования:

$$C_p = \frac{51 \cdot 1000}{60 \cdot 3895} = 0,21$$

Принимаем  $C_{\text{пр}} = 1$

Коэффициент загрузки оборудования  $K_{\text{за}} = 0,21$

Полученные данные для разрабатываемого технологического процесса сведены в таблицу 6.1:

Таблица 6.1 Количество оборудования в проектируемом варианте

Используемое оборудование	Коэффициент загрузки оборудования	Количество оборудования
V450-5	0,91	4
L 28 CNC	0,26	1
Стол контролера	0,21	1
	$K_{\text{за, ср}} = 0,36$	$\Sigma = 6$

Из сделанных расчетов видно, что оборудование на участке имеет низкий средний коэффициент загрузки оборудования. Следовательно, появляется возможность дополнительно нагрузить имеющееся оборудование.

Приведем расчеты для базового варианта.

Операции 020, 30, 40, 50, 110 – токарные.

Станок L 28 CNC

$$\sum T_{\text{оп}} = 10 + 33,5 + 12 + 18 + 4,5 = 78 \text{ мин.}$$

Расчетное число станков:  $C_p = \frac{78 \cdot 1000}{60 \cdot 3895} = 0,33$

Принятое число станков  $C_{\text{пр}} = 1$ .

Коэффициент загрузки оборудования  $K_{\text{за}} = 0,33$

Операции 120, 160, 190, 210, 220, 370 – фрезерная ЧПУ.

Станок V450-5

$$\sum T_{\text{оп}} = 1 + 29,8 + 1,8 + 41,4 + 7,2 + 13,5 = 94,7 \text{ мин.}$$

Расчетное число станков:  $C_p = \frac{94,7 \cdot 1000}{60 \cdot 3895} = 0,4$

Принятое число оборудования  $C_{\text{пр}} = 1$ .

Коэффициент загрузки оборудования  $K_{\text{за}} = 0,4$

Операции 110, 130, 170, 200, 230, 270, 380, 440 – моечная MA10-395.

$$\sum T_{\text{оп}} = 90 \text{ мин.}$$

Расчетное число оборудования:  $C_p = \frac{90 \times 1000}{60 \cdot 3895} = 0,38$

Принятое число станков  $C_{пр} = 1$ .

Коэффициент загрузки оборудования  $K_{з} = 0,38$

Операции 180,410,500 – контрольные. Стол контролера.

$$\sum T_{\text{ст}} = 7,8 + 29,9 + 16 = 53,7 \text{ мин.}$$

Расчетное число станков:  $C_p = \frac{53,7 \times 1000}{60 \cdot 3895} = 0,22$

Принятое число оборудования  $C_{пр} = 1$ .

Коэффициент загрузки оборудования  $K_{з} = 0,22$

Данные для базового технологического процесса сведем в таблицу 6.2:

Таблица 6.2 Количество оборудования в базовом варианте

Используемое оборудование	Коэффициент загрузки оборудования	Количество оборудования
16K20	0,77	1
FUW 250	0,39	1
MA10-391	0,38	1
Стол контролера	0,22	1
	Кт.о. ср = 0,33	$\sum = 4$

Рассчитаем количество основных работающих для проектируемого варианта

Определение количества производственных рабочих ведем по каждой профессии отдельно, с учетом двухкомнатной работы. Для серийного производства количество производственных рабочих определяем по числу станков по формуле:

$$P_{\text{н}} = \frac{T_{\text{ст}} \cdot N}{60 \cdot T_{\text{шт}} \cdot S_p}$$

где  $S_p$  – количество станков ЧПУ, на которых может одновременно работать один рабочий  $S_p = 2$ .

Если рассчитанное количество производственных рабочих получится дробное, то его округляем до целого числа.

Произведем расчеты для проектируемого варианта.

Операции 120,130 – фрезерно-сверлильная. Станок V450-5

$$\sum T_{\text{ст}} = 426,54 \text{ мин.}$$

$$P_{\text{н}} = \frac{426,54 \times 1000}{60 \cdot 1780 \cdot 2} = \frac{28110}{160200} = 1,99$$

С учетом двухсменной работы принимаем  $P_{ст} = 4$  человек.

Коэффициент занятости  $K_z = 0,49$

Полученные данные для проектируемого варианта сведем в таблицу 6.3:

Таблица 6.3 Количество основных рабочих в проектируемом варианте

Специальность	Коэффициент занятости персонала	Количество персонала
Оператор станка с ЧПУ	0,49	2
Наладчик станка с ЧПУ	0,49	2
	Кз. ср. = 0,41	$\Sigma = 4$

Произведем расчеты для базового варианта.

Операции 020, 30,40, 50, 110– токарные.

Станков L 28 CNC

$$\sum T_{оп} = 10 + 33,5 + 12 + 18 + 4,5 = 78 \text{ мин.}$$

$$P_{ст} = \frac{78 \cdot 1000}{60 \cdot 1780 \cdot 1,5} = 0,48$$

С учетом двухсменной работы принимаем  $P_{ст} = 4$  человек.

Коэффициент занятости  $K_z = 0,28$

Операции 040,50,80,240,335, – фрезерная. Станок 6Н12Л

$$\sum T_{оп} = 21,7 + 9,6 + 27 + 23,5 + 10 = 91,8 \text{ мин.}$$

$$P_{ст} = \frac{91,8 \cdot 1000}{60 \cdot 1780 \cdot 1,5} = 0,57$$

С учетом двухсменной работы принимаем  $P_{ст} = 2$  человек.

Коэффициент занятости  $K_z = 0,28$

Операции 120,160,190,210,220,370 – фрезерная ЧПУ.

Станок NetmilC40U

$$\sum T_{оп} = 1 + 29,8 + 18 + 41,4 + 7,2 + 13,5 = 94,7 \text{ мин.}$$

$$P_{ст} = \frac{94,7 \cdot 1000}{60 \cdot 1780 \cdot 1,5} = 0,59$$

С учетом двухсменной работы принимаем  $P_{ст} = 2$  человек.

Коэффициент занятости  $K_z = 0,29$

Операции 60,140,250,340,400– слесарные. Стол слесарный.

$$\sum T_{оп} = 2,7 + 9 + 27 + 18 + 3,8 = 60,5 \text{ мин.}$$

$$P_{ст} = \frac{60,5 \cdot 1000}{60 \cdot 2670} = 0,37$$

С учетом двухсменной работы принимаем  $P_{ст} = 2$  человек.

Коэффициент занятости  $K_z = 0,18$

					151900.2016.135.000.113	Лист
Имя	Лист	№ докум.	Исполн.	Дата		98

Полученные данные для базового варианта сведем в таблицу 6.4,  
Таблица 6.4 Количество основных рабочих в базовом варианте

Специальность	Коэффициент занятости персонала	Количество персонала
Токарь	0,28	4
Фрезеровщик	0,28	2
Фрезеровщик ЧПУ	0,29	2
Слесарь	0,18	2
	Кз. ср. = 0,25	$\Sigma = 10$

Рассчитаем заработную плату основных производственных рабочих проектируемого варианта, расчеты представим в таблице 6.5.

Таблица 6.5 Расчет основной заработной платы в проектируемом варианте

Специальность	Разряд	Тарифная ставка, руб./час	Норма времени, мин	Расценка, руб.
Оператор	5	58,73	426,54	417,51
Наладчик	6	67,38	42	47,16
Слесарь	5	58,16	59,45	57,62
Итого			469,13	522,26

Основная зарплата основных рабочих на изготовление одной детали – 522,26 руб., на годовую программу деталей – 522260 руб. С учетом премии 40% и районного коэффициента 20%, получаем основную зарплату на изготовление одной детали основных рабочих – 835,616 руб., на годовую программу деталей – 835616 руб.

Рассчитаем заработную плату основных производственных рабочих базового варианта, расчет представим в таблице 6.6

Таблица 6.6 Расчет основной заработной платы в базовом варианте

Специальность	Разряд	Тарифная ставка, руб./час	Норма времени, мин	Расценка, руб.
Токарь	6	67,38	179,9	202,02
Фрезеровщик	6	67,38	91,8	103,09
Фрезеровщик ЧПУ	5	58,73	94,7	92,69
Слесарь	5	53,21	60,5	53,65
Итого	Итого		426,9	451,45

Основная зарплата основных рабочих на изготовление одной детали – 608,67 руб., на годовую программу деталей – 608670 руб. С учетом премии 40% и районного коэффициента 20%, получаем основную зарплату на изготовление одной детали основных рабочих – 973,872 руб., на годовую программу деталей – 973872 руб.

Дополнительная зарплата включает выплаты за непроработанное время, предусмотренное законодательством о труде и коллективным договором (оплата времени отпусков, времени выполнения государственных и общественных обязанностей, льготных часов подростков, выходного пособия при увольнении). Она определяется в процентном отношении от основной – 15%.

Проектируемый вариант:  $835616 \cdot 0,15 = 125342,4$  руб.

Базовый вариант:  $973872 \cdot 0,15 = 146080,8$  руб.

Рассчитаем начисления на заработную плату (единый социальный налог). Они равны 30% от суммы основной и дополнительной заработных плат.

Проектируемый вариант:  $(835616 + 125342,4) \cdot 0,279 = 270674,1936$  руб.

Базовый вариант:  $(973872 + 146080,8) \cdot 0,279 = 312466,8312$  руб.

Общепроизводственные расходы равны 125,6% от основной зарплате.

Проектируемый вариант:  $835616 \cdot 1,256 = 1059581,696$  руб.

Базовый вариант:  $973872 \cdot 1,256 = 1223183,232$  руб.

Общехозяйственные расходы равны 156,5% от основной зарплате.

Проектируемый вариант:  $835616 \cdot 1,565 = 1320259,04$  руб.

Базовый вариант:  $973872 \cdot 1,565 = 1524109,68$  руб.

Считаем необходимые затраты, в том числе прямые затраты (основная и дополнительная заработные платы основных производственных рабочих, начисления на заработную плату, стоимость основного материала).

Проектируемый вариант:

$835616 + 125342,4 + 270674,1936 + 1059581,696 + 1320259,04 = 3590673$  руб.

Базовый вариант:

$973872 + 146080,8 + 312466,8312 + 1223183,232 + 1524109,68 = 4179712$  руб.

Рассчитаем косвенные расходы.

Определим численность вспомогательных рабочих.

Для выполнения вспомогательных работ в цехе в состав рабочего персонала включаются вспомогательные рабочие. К ним относятся мойщики, контролёры инструментальщики, кладовщики, транспортные и другие подсобные рабочие.

Определение необходимого количества вспомогательных рабочих ведем с учетом того, что большая их часть выполняет общецеховые функции, обслуживая несколько участков цеха. В серийном производстве общее количество вспомогательных рабочих в цехе составляет 20-25% от числа производственных рабочих.

-контролеры ОТК – 1 контролер на 20 основных рабочих;

-транспортные рабочие – 8% от числа основных рабочих;

-мастер – 1 на участок;

					151909.2016.135.000.ПЗ	100
Имя	Фамилия	№ докум.	Подпись	Дата		100

-младший обслуживающий персонал цеха (МОП): уборщики цеховых и бытовых помещений – 2-3% от общего числа производственных рабочих (1 на 500 м<sup>2</sup> площади цеха);

-служащие цеха делятся на две категории: инженерно-технические работники (ИТР) – 16-22% от числа основных рабочих и счетно-конторский персонал (СКП) – 1,5-3% от числа основных рабочих.

Таким образом, подсчитывая, представим численность рабочих в проектируемом и базовом вариантах с помощью таблицы 6.7

Таблица 6.7 Численность вспомогательных рабочих

Специальность	Проектируемый вариант	Базовый вариант
Транспортные рабочие	1	1
Контролеры	1	1
Мастер	1	1
Уборщица	1	1
Мойщик	1	1
Упаковщик	1	1

Рассчитаем заработную плату вспомогательных рабочих в проектируемом варианте, результаты занесем в таблицу 6.8.

Данные почасовой тарифной ставки взяты в цехе 25 Федерального Государственного Унитарного Предприятия «Приборостроительный завод».

Таблица 6.8 Расчет основной заработной платы вспомогательных рабочих в проектируемом варианте

Специальность	Разряд	Часовая тарифная ставка, руб/час	Оклад
Транспортный рабочий	4	44,63	–
Контролер	5	58,90	–
Мастер	–	–	15000
Уборщица	2	43,47	–
Мойщик	2	43,47	–
Упаковщик	2	43,47	–

Основная заработная плата определяется по формуле:

$$З = Ч \cdot F_{\text{д.р.}} \cdot K \cdot K_{\text{з.р.}}$$

где Ч – часовая тарифная ставка, руб./час;

$F_{\text{д.р.}}$  – действительный фонд времени рабочего ( $F_{\text{д.р.}} = 1787$  ч.);

К – количество рабочих данной специальности;

$K_{\text{з.р.}}$  – средний коэффициент занятости по участку (составляет 0,49– для проектируемого варианта; и 0,4 для базового варианта).

Транспортный рабочий:

$$З = 44,63 \cdot 1780 \cdot 1 \cdot 0,25 = 19860 \text{ руб.}$$

Контролер:

$$З = 58,9 \cdot 1780 \cdot 1 \cdot 0,25 = 26210 \text{ руб.}$$

Мастер:

$$З = 12 \cdot 15000 = 180000 \text{ руб.}$$

Уборщица:

$$З = 43,47 \cdot 1780 \cdot 1 \cdot 0,25 = 19344 \text{ руб.}$$

Мойщик:

$$З = 43,47 \cdot 1780 \cdot 1 \cdot 0,25 = 19344 \text{ руб.}$$

Упаковщик:

$$З = 43,47 \cdot 1780 \cdot 1 \cdot 0,25 = 19344 \text{ руб.}$$

Рассчитаем основную зарплату вспомогательных рабочих с учетом надбавок.

Основная зарплата вспомогательных рабочих – 284102 руб. С учетом премии 40% и уральского коэффициента 20%, получаем основную зарплату вспомогательных рабочих – 454563 руб.

Таблица 6.9 – Расчет основной заработной платы вспомогательных рабочих в базовом варианте

Специальность	Разряд	Тарифная ставка, руб./час	Оклад
Транспортные рабочие	4	44,63	–
Контролеры	5	58,90	–
Мастер	–	–	15000
Уборщица	2	43,47	–
Мойщик	2	43,47	–
Упаковщик	2	43,47	–

Транспортный рабочий:

$$З = 44,63 \cdot 1780 \cdot 1 \cdot 0,3 = 23832 \text{ руб.}$$

Имя	Фамилия	№ докум.	Подпись	Дата

151900.2016.135.000.ПЗ

Лист

102



Контролер:

$$З = 58,9 \cdot 1780 \cdot 1 \cdot 0,3 = 31452 \text{ руб.}$$

Мастер:

$$З = 12 \cdot 15000 = 180000 \text{ руб.}$$

Уборщица:

$$З = 43,47 \cdot 1780 \cdot 1 \cdot 0,3 = 23212 \text{ руб.}$$

Мойщик:

$$З = 43,47 \cdot 1780 \cdot 1 \cdot 0,3 = 23212 \text{ руб.}$$

Упаковщик:

$$З = 43,47 \cdot 1780 \cdot 1 \cdot 0,3 = 23212 \text{ руб.}$$

Рассчитаем основную зарплату вспомогательных рабочих с учетом надбавок.

Основная зарплата вспомогательных рабочих – 304920 руб. С учетом премии 40% и уральского коэффициента 20%, получаем основную зарплату вспомогательных рабочих – 487872 руб.

Дополнительная зарплата включает выплаты за непроработанное время, предусмотренное Законодательством о труде и коллективным договором (оплата времени отпусков, времени выполнения государственных и общественных обязанностей, льготных часов подростков, выходного пособия при увольнении). Она определяется в процентном отношении от основной – 15%.

Проектируемый вариант:  $454563 \cdot 0,15 = 68184,45 \text{ руб.}$

Базовый вариант:  $487872 \cdot 0,15 = 73180 \text{ руб.}$

Рассчитаем начисления на заработную плату (единый социальный налог). Они равны 30% от суммы основной и дополнительной заработной платы.

Проектируемый вариант:  $(454563 + 68184) \cdot 0,279 = 145846 \text{ руб.}$

Базовый вариант:  $(487872 + 73180) \cdot 0,279 = 156533 \text{ руб.}$

Рассчитываем численность промышленно-производственного персонала (ППП):

Проектируемый вариант:  $6 + 6 = 12 \text{ чел.}$

Базовый вариант:  $14 + 6 = 20 \text{ чел.}$

Фонд оплаты труда промышленно-производственного персонала (ППП) – складывается из основной и дополнительной заработной платы основных производственных рабочих и вспомогательных рабочих.

Проектируемый вариант:  $835616 + 126542,4 + 454563 + 68184 = 1484905 \text{ руб.}$

Базовый вариант:  $973872 + 146080,8 + 487872 + 73180 = 1681005 \text{ руб.}$

Рассчитаем затраты на материалы для эксплуатации – стоимость инструмента, приспособления принимаем в процентном соотношении к стоимости оборудования. В серийном производстве принимается 10...15%.

Проектируемый вариант:

$$З_m = (24000000 \cdot 2 + 75000 \cdot 2) \cdot 0,1 = 4815000 \text{ руб.}$$

Базовый вариант:

$$\begin{aligned} З_m &= (30000000 + 40000000 + 30000000 + 2000000 + 1,5000000 + 4550000 + 750000) \cdot 0,1 = \\ &= 5262500 \text{ руб.} \end{aligned}$$

					151900.2016.135.000.ПЗ	Лист
Имя	Дата	2й лист	Подпись	Дата		143

Затраты на электроэнергию рассчитываем по формуле:

$$Z_{эл} = \sum T_{\text{шт}} \cdot \frac{\sum N_i \cdot K \cdot S \cdot C_i}{60 \cdot \eta}$$

где  $T_{\text{шт}}$  – машинное время, мин;

$N_i$  – мощность электродвигателя, кВт;

$K$  – коэффициент ( $K = 0.8...0.9$ );

$S$  – стоимость 1 кВт·ч ( $S = 2.75$  руб.);

$\eta$  – КПД электродвигателей ( $\eta = 0.85...0.9$ );

$C_i$  – количество станков данной модели.

Определим основное (машинное) время  $T_{\text{шт}}$  и мощность двигателя для каждого из станков проектируемого варианта:

- токарно-фрезерные ЧПУ операции У450-5: 426,54 мин (при этом  $N=26$ кВт);

- моечные операции МА10-395: 20 мин (при этом  $N=0.8$ кВт);

Подставив численные данные (вынося за скобку общий множитель), получим:

Проектируемый вариант:  $Z_{эл} = 903.63$  руб., на 1000 деталей – 903630 руб.

Для базового варианта:

- операции токарные. Станок 16К20: 179,9 мин (при этом  $N=6,185$  кВт);

- фрезерная с ЧПУ. Станок FAW 250: 94,7 мин (при этом  $N=32.5$  кВт);

- сверлильная 2А125: 52,9 мин (при этом  $N=0,6$  кВт);

- моечные операции МА10-391: 90 мин (при этом  $N=0,8$ кВт).

Подставив численные данные, получим:

Базовый вариант:  $Z_{эл} = 1854$ руб., на 1000 деталей – 1854000 руб.

Проектируемый вариант:

Таблица 6.10 – Ведомость оборудования

Оборудование (тип, модель)	Кол. ед.	Загрузка $K_z$	$N_i$ кВт	Цена, руб	Амортизация, руб
У450-5	1	0.91	79	24000000	1310400
МА10-395	1	0.38	30	4550000	103740
Верстак слесарный	1	0.22	-	75000	1440
Всего	3	$K_{зр}=0,57$	79	28625000	1415580

Из расчетов видим, что амортизационные отчисления для оборудования с каждой детали будет составлять  $A_{оп} = 1415,58$  руб., которые также будут входить в стоимость изготавливаемой детали.

Базовый вариант

Таблица 6.11 – Ведомость оборудования базового технологического процесса

п/п	Оборудование (тип, модель)	Кол. шт	Загрузка $K_z$	N, кВт	Стоимость руб.	Аморт. отчисления полные, руб
1	16K20	1	0.77	6.185	3000000	138600
2	FUW 250	1	0.39	11	4000000	936000
3	61121L	1	0.04	18.5	3000000	7200
4	НС-12А	1	0.22	32	2000000	26400
5	2054M	1	0.43	0.6	1.500000	38700
6	МА10-391	1	0.38	30	4550000	103740
7	Веретак слесарный	1	0.25	-	75000	1080
Всего		7	0,33	98,3	52625001,5	1251720

Из расчетов видим, что амортизационные отчисления для оборудования с каждой детали будет составлять  $A_{\text{дет}} = 1251,72 \text{ руб.}$ , которые также будут входить и стоимость изготавливаемой детали.

Затраты на текущий ремонт составляют 10...15% от стоимости оборудования.

Проектируемый вариант:  $Z_{\text{текущ}} = 28625000 \cdot 0,1 = 2862500 \text{ руб.}$

Базовый вариант:  $Z_{\text{текущ}} = 52625001,5 \cdot 0,1 = 5262500 \text{ руб.}$

Считаем необходимые затраты, в том числе косвенные затраты (материалы для эксплуатации, затраты на электроэнергию, амортизационные отчисления, основную и дополнительную заработную плату вспомогательных рабочих, начисления на заработную плату вспомогательных рабочих).

Проектируемый вариант:

$835616 + 125342,4 + 270674 + 454563 + 4815000 + 903630 + 1415580 = 8820406 \text{ руб.}$

Базовый вариант:

$973872 + 146080,8 + 312467 + 487872 = 3262300 + 1854000 + 1251720 = 10288512 \text{ руб.}$

Прочие денежные расходы составляют 40% от косвенных.

Проектируемый вариант:  $\Pi = 8820406 \cdot 0,4 = 3528162 \text{ руб.}$

Базовый вариант:  $\Pi = 10288512 \cdot 0,4 = 4115405 \text{ руб.}$

Подсчитаем полную себестоимость – равна сумме прямых и косвенных затрат.

Проектируемый вариант:

$C = -8820406 + 3528162 + 3590673 - 1593924$

Себестоимость единицы изделия:  $C_{11} = 15939,24$  руб.

Базовый вариант:  $C = 10288512 + 4115405 + 4179713 = 18583630$  руб.

Себестоимость единицы изделия:  $C_L = 18583,63$  руб.

Экономический эффект единицы составит 2644,39 руб.

В процентном выражении экономический эффект составит 17%.

Годовой экономический эффект определяем по формуле:

$$Э_r = (C_L - C_{11}) \cdot N_r$$

$$Э_r = 2644390 \text{ руб.}$$

Результаты экономического сравнения сведем в таблицу 6.12.

Таблица 6.12– Результаты экономического сравнения

Статья	Наим.	Проектируемый вариант	Базовый вариант	Изменение
Объем производства	шт.	1000	1000	–
Численность основных производственных рабочих	чел.	6	14	-8
Общая численность работающих	чел.	12	20	-8
Фонд оплаты труда ППП	тыс.руб.	688347	1025670	-337323

Цеховая себестоимость детали

Прямые затраты

Статья	Наим.	Проектируемый вариант	Базовый вариант	Изменение
Стоимость основного материала	тыс.руб.	1336	1336	–
Основная заработная плата основных рабочих	тыс.руб.	835	974	-139
Дополнительная заработная плата основных рабочих	тыс.руб.	125	146	-21
Начисления на заработную плату	тыс.руб.	271	312	-41

Косвенные затраты

Материалы для эксплуатации	тыс.руб.	4815	5263	-448
Затраты на электроэнергию	тыс.руб.	903	1854	-951

Продолжение таблицы 6.12

Основная заработная плата вспомогательных рабочих	тыс.руб.	455	488	-33
Дополнительная заработная плата вспомогательных рабочих	тыс.руб.	68	73	-5
Начисления на заработную плату	тыс.руб.	146	157	-11
Амортизационные отчисления	тыс.руб.	1415	1251	+164
Прочие денежные расходы	тыс.руб.	3528	4115	-587
Итого цеховая себестоимость	тыс.руб.	16	18,6	-2,6
Экономический эффект с детали	руб.	2644		
Годовой экономический эффект	тыс.руб.	2644		
	%	17		

Вывод по разделу шесть

Таким образом, проектируемый вариант выгоднее с точки зрения экономики, чем базовый за счет применения высокоточного оборудования с ЧПУ, современного режущего инструмента, соблюдения принципа концентрации операции, сокращения числа рабочих.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенных расчетов в данной дипломной работе разработан участок механической обработки детали типа «Корпус».

Проведено технико – экономическое обоснование выбора типа заготовки.

В качестве метода изготовления заготовки выбрано литье под давлением. Сформированы операции и назначены режимы резания.

Для обработки заготовки был выбран токарный станок с ЧПУ L28CNC

В конструкторском разделе разработаны Спроектировано приспособление фрезерное, и специальный режущий инструмент, что позволило сократить штучное время на каждой операции, в следствии чего сократилось количество технологического оборудования и обслуживающего персонала, работающего на этом оборудовании, спроектирован автоматизированный токарный комплекс.

В строительном разделе спроектирован участок с оптимальным расположением оборудования.

Определено количество рабочих и оборудования. Спланирована производственная площадь. Определены тип, форма и размер участка.

В разделе безопасности жизнедеятельности приведены требования безопасности на участке, рассчитано защитное заземление участка, разработана организация и проведение АСДНР.

В экономической части представлен расчет себестоимости производства детали «Корпус» по спроектированному технико-технологическому процессу, приведен анализ и сравнение с базовым вариантом. Доказана экономическая обоснованность выбора данного типа производства.

Результаты дипломной работы рекомендуется применять на производстве и использовать в качестве примера для разработки новых участков механической обработки.

					151900.2016.135.000.ПЗ	Лист 4
Год	Месяц	№ докум.	Подпись	Дата		Лист

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Алексеев, Г.А. Расчёт и конструирование режущих инструментов: / Г.А. Алексеев, В.А. Аршинов, Е.А. Смольников. – М.: Машиностроение, 1951 – 602с.
2. Ансёров, М.А. Приспособления для металлообрабатывающих станков / М.А. Ансёров. – М.-Л.: Машиностроение, 1964 – 654с.
3. Ануриев, В.И. Справочник конструктора–машиностроителя: в 3 кн. / под ред. И.Н. Жестоховой. – 8-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 2001– Т1. – 926с.
4. Баринин, А.В. Чрезвычайные ситуации природного характера и защита от них / А.В. Баринин. – М.: Владэкспресс, 2003. – 496с.
5. Болотин, Х.Л. Станочные приспособления / Х.Л. Болотин, Ф.П. Костромин. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1973. – 344с.
6. Власов, А.Ф. Безопасность труда при обработке металлов резанием: учеб. пособие / А.Ф. Власов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1984. – 122с.
7. Дальский, А.М. Цанговые зажимные механизмы / А.М. Дальский. – М.: Машиностроение, 1966. – 167с.
8. Егель, А.Э. Определение категории тяжести труда: методические указания к выполнению дипломных проектов / А.Э. Егель, В.М. Воронова. – Оренбург: ГОУ ОГУ, 2004. – 18с.
9. Матвеев, В.В. Проектирование экономических технико-экономических процессов в машиностроении / В.В. Матвеев, Ф.И. Бойков, Ю.И. Спирidon. – Челябинск: Юж.-Урал. кн. изд-во, 1979. – 112с.
10. Митрофанов, С.П. Групповая технология машиностроительного производства: в 2 кн. / С.П. Митрофанов. – 3-е изд., перераб. и доп. – Л.: Машиностроение, 1983. – Т1 – 407с
11. НПБ 88 – 2001. Установки пожаротушения с централизованными. Нормы и правила проектирования.
12. НПБ 104 – 03. Система оповещения и управления эвакуацией людей при пожарах в зданиях и сооружениях.
13. НПБ 105 – 03. Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности.
14. Общемашиностроительные нормативы времени вспомогательного, на обслуживание рабочего места и подготовительно-заключительного для технического нормирования станочных работ. Серийное производство. – 2-е изд. – М.: Машиностроение, 1974. – 424с.
15. Расчёт и проектирование станочных приспособлений: учеб. пособие / С.Г. Чинёнов, Т.П. Чинёнова, М.В. Губин, В.В. Ворона. – Челябинск: Изд. ЮУрГУ, 2003. – 53с.
16. Решетников, Б.А. Проектирование механооборудованных цехов: учеб. пособие / Б.А. Решетников, В.Ю. Рогинский, С.В. Сергеев. – Челябинск: Изд.-во: ЮУрГУ, 1999. – 82с.

					151900.2016.135.000.ПЗ	Лист
Вид	Дата	Исполнитель	Проверка	Инициалы		109

17. Семенченко, И.И. Проектирование металлорежущих инструментов / И.И. Семенченко, В.М. Матюшин, Г.Н. Сахаров. – М.: Машиностроение, 1963. – 952с.
18. Справочник технолога-машиностроителя: в 2 кн. / под ред. М.С. Хухлин. – М.: Машиностроение, 1972 – Т. 2. – 568с.
19. Справочник по производственному контролю в машиностроении / под ред. А.К. Кутай. – М.: Машиностроение, 1956. – 670с.
20. Справочник технолога. Обработка металлов резанием / Г.А. Моухом. – М.: Машиностроение, 1974. – 598с.
21. Справочник. Приспособления для металлорежущих стоек / А.К. Горюшкин. – 6-е изд., исправ. и доп. – М.: Машиностроение, 1971. – 384с.
22. Справочник. Пожарная безопасность предприятий / С.В. Собоурь. – 7-е изд., перераб. и доп. – М.: Спецтехника, 2003. – 312с.

					151900.2016.135.000.113	Асс
						110
Рис	Лист	Абзац	Подпись	Дата		