

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
Южно-Уральский государственный университет
(Национальный исследовательский университет)
Факультет «Заочный инженерно-экономический»
Кафедра «Технология машиностроения»

ПРОЕКТ ПРОВЕРЕН

Рецензент

Сайфутдинов - Технологии С.Р. Сайфутдинов
«26» 05 2016г.

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой

В.И. Гузеев
«27» 05 2016г.

УЧАСТОК МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ ТИПА «КОРПУС»

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
К ВЫПУСКНОМУ КВАЛИФИКАЦИОННОМУ ПРОЕКТУ
ЮУрГУ – 151001.2016.249.00.00 ПЗ ВКП

Консультанты

Доцент кафедры ЭиФ

В.Г. Заслонов
«26» 05 2016г.

Руководитель проекта

Старший преподаватель

кафедры «Технология
машиностроения»

Д.Ю. Тополов
«26» 05 2016г.

Доцент кафедры БЖД

Д.В. Исаков

«27» 05 2016г.

Автор проекта:

студент группы ЗФ-618

М.В. Левковский

Нормоконтролер

Старший преподаватель кафедры

«Технология машиностроения»

С.Р. Сайфутдинов


«27» 05 2016г.

Челябинск 2016г.

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Южно-Уральский государственный университет»
(национальный исследовательский университет)
Кафедра «Технология машиностроения»

Факультет Заочный инженерно-экономический
Специальность 151001 – Технология машиностроения
Кафедра Технология машиностроения

УТВЕРЖДАЮ:
Зав. кафедрой

 Гусев В. И.
«27» 05 2016 г.

ЗАДАНИЕ

на дипломное проектирование студенту

Левковскому Максиму Валерьевичу

Группа: ЗФ – 618.

1 Тема проекта: Участок механической обработки деталей
типа «корпус»

утверждена приказом по университету от «15» 09 2016 г. № 661

2 Срок сдачи студентом законченного проекта 17 мая 2016 г.

3 Исходные данные к проекту

3.1 Чертеж детали корпус вентиля

3.2 Тип производства: Серийное

3.3 Режим работы участка: Двухсменный

3.4 Материалы преддипломной практики

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

Аннотация

Содержание

Введение

1 Общая часть

1.1 Назначение и описание узла изделия

1.2 Группирование деталей, подлежащих изготовлению на участке

1.3 Служебное назначение детали-представителя и технические требования, предъявляемые к ней

2 Технологическая часть

2.1 Анализ технологичности детали

2.2 Анализ действующего технологического процесса

2.3 Разработка проектного технологического процесса

2.3.1 Разработка маршрута проектного технологического процесса

2.3.2 Выбор исходной заготовки

2.3.3 План операций и переходов проектного технологического процесса

2.3.4 Размерный анализ проектного технологического процесса

2.3.5 Расчет режимов резания и норм времени

2.3.6 Расчет потребного количества оборудования

2.4 Описание планировки участка

3 Конструкторская часть

3.1 Проектирование станочных приспособлений

3.2 Проектирование контрольных приспособлений

3.3 Аналитический обзор и выбор стандартизированного режущего инструмента

3.4 Аналитический обзор и выбор инструментальной оснастки

3.5 Проектирование и расчет специального режущего инструмента

4 Экономическая часть

5 Безопасность жизнедеятельности

Заключение

Список литературы

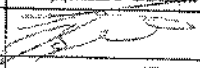
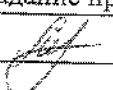
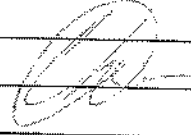

Приложения

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


5.1	Корпус вентиля	1 лист
5.2	Детали-представители	1 лист
5.3	Чертеж заготовки	1 лист
5.4	Варианты технологий	3 листа
5.5	Зажимное приспособление	1 лист
5.6	Комбинированный режущий инструмент	1 лист
5.7	Расчётно-технологическая карта	1 лист
5.8	Планировка участка механической обработки	1 лист
5.9	Контроль при помощи КИМ	1 лист
5.10	Демонстрационный лист	1 лист
5.11		
5.12		
5.13		

Всего листов 12

6 Консультанты по проекту, с указанием относящихся к ним разделов:

Раздел	Консультант	Подпись, дата	
		задание выдал	задание принял
Экономическая часть	Заслонов В.Т.		
Безопасность жизнедеятельности	Цесков Р.В.		

7 Дата выдачи задания: 18.01.2016 г.

Руководитель (Ф.И.О.): Тополов Д.Ю. / (подпись)  /

Задание принял к исполнению:

(Ф.И.О. студента): Левковский М.В. / (подпись)  /

роботов. Доля механической части в современном машиностроении сократилась с 70 % в начале 90-х годов до 25 + 30 % в настоящее время.

Пять крупнейших транснациональных структур осуществляют более половины мирового производства наукоемкой продукции (авиакосмические системы, автомобили, электронное оборудование, судостроение и др.) Две-три транснациональных компании владеют глобальными телекоммуникационными сетями.

В экономически развитых странах на долю машиностроительных производств приходится от 30 до 50% и более общего объема выпуска промышленной продукции (в Германии – 53,6%, Японии – 51,5%, Англии – 39,6%, Италии – 36,4%, Китае – 35,2%). Структура машиностроительного производства развитых стран мира, например, США, Германии, Японии, Англии представлена практически полным набором отраслей с преобладанием доли электротехники. Машиностроительная продукция, благодаря высокому качеству и конкурентоспособности, обладает высокой рыночной привлекательностью и большим удельным весом в общем объеме экспорта, в Японии она составляет 64%, в США, Германии – 48%, в Канаде – 42%, в Швеции – 44%. В России на долю продукции машиностроительного комплекса приходится 10-20% общего объема экспорта страны.

					151001.2016.249.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		10

1 ОБЩАЯ ЧАСТЬ

1.1 Назначение и описание узла изделия

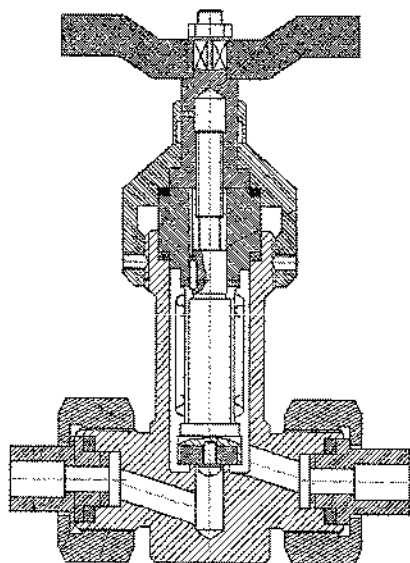


Рисунок 1.1 – Вентиль сильфонный вакуумный

Сильфонные вентили предназначены для работы в средах, утечка которых в окружающую атмосферу недопустима. Преимущества – полное исключение утечки рабочей среды и надежность уплотнительного элемента.

Корпус к сильфонному вакуумному вентилю служит для прохода через него воды и пара, так же рабочей средой может являться аммиак, углекислота, природный и сжиженный газы, коррозирующие вещества. В него вставляется вентиляльная головка и 2 ниппеля закручивающихся гайкой.

1.2 Группирование деталей, подлежащих изготовлению на участке

Произведем классификацию деталей, целью которой является определения групп технологически однородных деталей для их совместной обработки:

- детали представляют собой тела вращения с пересекающимися осями;
- метод получения заготовок горячая штамповка;
- материал деталей 12X18H10T;

					151001.2016.249.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		11

- габаритные размеры деталей не сильно отличаются;
- имеют одинаковые параметры точности и шероховатости.

Так как детали имеют схожие конструкторско-технологические признаки, типоразмеры и конфигурацию, то их можно обрабатывать на проектируемом участке механической обработки.

1.3 Служебное назначение детали-представителя и технические требования, предъявляемые к ней

Корпус вентиля служит для прохода через него воды и пара, так же рабочей средой может являться аммиак, углекислота, природный и сжиженный газы, коррозирующие вещества.

Технические требования предъявляемые к детали «Корпус вентиля»:

- точность обработки наружных поверхностей по 15 и 14 квалитетам;
- точность обработки отверстий по 14 квалитету, а соединительных отверстий по 11 квалитету;
- шероховатость поверхностей Ra 25 мкм, Ra 12,5 мкм;
- допуск соосности отверстий для вентиляльной головки не более 0,05 мм.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	151001.2016.249.00.00.ПЗ		Лист
							12

КАЛЕНДАРНЫЙ ПЛАН

Наименование этапов дипломного проекта	Срок выполнения этапов проекта	Отметка о выполнении
1 Пояснительная записка		
1.1 Общая часть	30.03.2016	<i>Handwritten signature</i>
1.2 Технологическая часть	13.04.2016	<i>Handwritten signature</i>
1.3 Конструкторская часть	13.04.2016	<i>Handwritten signature</i>
1.4 Экономическая часть	20.04.2016	<i>Handwritten signature</i>
1.5 БЖД	11.05.2016	12.05.16. <i>Handwritten signature</i>
1.6 Оформление пояснит. записки	16.05.2016	<i>Handwritten signature</i>
2 Графические работы	05.05.2016	<i>Handwritten signature</i>
3 Оформление ТП	29.04.2016	<i>Handwritten signature</i>
4 Окончательное оформление проекта	17.05.2016	<i>Handwritten signature</i>
5 Рецензирование	26.05.2016	<i>Handwritten signature</i>
6 Сдача проекта на защиту	27.05.2016	<i>Handwritten signature</i>

Зав. кафедрой: /(подпись) *Handwritten signature* / Гузеев В.И.

Руководитель проекта: /(подпись) *Handwritten signature* / Тополов Д.Ю.

Студент-дипломник: /(подпись) *Handwritten signature* / Левковский М.В.

АННОТАЦИЯ

Левковский М.В. Участок механической обработки деталей типа «корпус». – Челябинск, ЮУрГУ, ЗФ - 618; 2016, 139 с. 91 ил., 34 табл., библиогр. список – 9 наим., 12 л. чертежей ф А – 1, 29 листов карт технологического процесса.

Дипломный проект выполнен с целью разработки участка механической обработки деталей типа «корпус».

В дипломном проекте проанализирован действующий технологический процесс и разработан проектный технологический процесс, выбран вид заготовки и метод ее получения, рассчитаны режимы резания и нормы времени.

Выполнено проектирование станочного приспособления, контрольного приспособления и специального режущего инструмента.

Осуществлен аналитический обзор и выбор стандартизованного режущего инструмента и инструментальной оснастки.

Выполнено сравнение калькуляций себестоимости детали действующего технологического процесса и проектного технологического процесса.

Произведено обеспечение требований безопасности, рассчитано искусственное освещение, выполнена планировка освещения и участка механической обработки.

151001.2016.249.00.00.ПЗ									
Изм.	Лист	№ док-м	Подпись	Дата	Участок механической обработки деталей типа «корпус»	Лит.	Лист	Листов	
						А1	6	139	
Разраб.		Левковский М.В.		26.05.16		ЮУрГУ кафедра «Технология машиностроения»			
Провер.		Гололов Д.Ю.		26.05.16					
Реценз.									
Н. Контр.		Сайфутдинов С.Р.		27.05.16					
Утверд.		Гузев В.И.		27.05.16					

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	9
1 ОБЩАЯ ЧАСТЬ.....	11
1.1 Назначение и описание узла изделия.....	11
1.2 Группирование деталей, подлежащих изготовлению на участке.....	11
1.3 Служебное назначение детали-представителя и технические требования, предъявляемые к ней.....	12
2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	13
2.1 Анализ технологичности детали.....	13
2.2 Анализ действующего технологического процесса.....	13
2.3 Разработка проектного технологического процесса.....	26
2.3.1 Разработка маршрута проектного технологического процесса.....	32
2.3.2 Выбор исходной заготовки.....	33
2.3.3 План операций и переходов проектного технологического процесса.....	34
2.3.4 Размерный анализ проектного технологического процесса...35	35
2.3.5 Расчет режимов резания и норм времени.....	40
2.3.6 Расчет необходимого количества оборудования.....	82
2.4 Описание планировки участка.....	84
3 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ.....	85
3.1 Проектирование станочного приспособления.....	85
3.2 Проектирование контрольного приспособления.....	91
3.3 Аналитический обзор и выбор стандартизированного режущего инструмента.....	98
3.4 Аналитический обзор и выбор инструментальной оснастки...106	106
3.5 Проектирование и расчет специального режущего инструмента.....	110

					151001.2016.084.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		7

4 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	118
5 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ.....	128
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	137
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	138
ПРИЛОЖЕНИЯ – <i>Графическая часть</i>	
ПРИЛОЖЕНИЕ А. Корпус вентиля	
ПРИЛОЖЕНИЕ Б. Детали – представители	
ПРИЛОЖЕНИЕ В. Заготовка	
ПРИЛОЖЕНИЕ Г. Варианты технологий	
ПРИЛОЖЕНИЕ Д. Расчетно – технологическая карта	
ПРИЛОЖЕНИЕ Е. Станочное приспособление	
ПРИЛОЖЕНИЕ Ж. Контроль при помощи КИМ	
ПРИЛОЖЕНИЕ З. Комбинированный режущий инструмент	
ПРИЛОЖЕНИЕ И. Технико – экономические показатели	
ПРИЛОЖЕНИЕ К. Планировка участка	

					151001.2016.084.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		8

ВВЕДЕНИЕ

Цель дипломного проекта состоит в разработке технологического процесса изготовления детали (корпус вентиля) с применением современного высокоэффективного металлорежущего оборудования, режущего инструмента, оснастки.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- выполнить анализ действующий технологического процесса;
- выбрать подходящий метод получения заготовки;
- выбрать необходимое оборудование;
- разработать инструмент, оснастку;
- произвести размерный анализ проектного варианта технологического процесса;
- рассчитать режимы резания и нормы времени;
- рассчитать количество оборудования;

Объектом работы является участок механической обработки деталей типа «корпус».

Машиностроение – отрасль промышленности, разрабатывающая и производящая новейшие средства производства, всевозможные машины, оборудование, приборы, предметы потребления и продукцию оборонного назначения. Машиностроение определяет уровень научного, технологического, производственного развития страны. От уровня развития машиностроения зависят показатели валового внутреннего продукта страны, производительность труда в других отраслях народного хозяйства и обороноспособность государства.

Современное машиностроение базируется на наукоемких технологиях. Появление электронных компьютерных компонентов, привело к широкому их внедрению в производство нового поколения технических систем, высокоэффективных, гибко перестраиваемых, многокоординатных машин и

					151001.2016.249.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		9

2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

2.1 Анализ технологичности детали

Корпус сильфонного вакуумного вентиля представляет собой тело вращения с пересекающимися осями. Деталь имеет наружную резьбу М27×1,5 на местах крепления с гайкой шпнеля и резьбу М36×1,5 для крепления вентиляльной головки, глухие отверстия Ø23, Ø8 и два отверстия под углом 22° Ø8, а так же имеет 2 канавки.

Жесткость конструкции корпуса, толщина стенок позволяют обеспечить надежное базирование и закрепление при обработке и контроле.

С точки зрения механической обработки деталь имеет следующие недостатки в отношении технологичности:

- пониженные режимы резани, так как деталь изготавливается из нержавеющей (коррозионно-стойкой жаропрочной) стали 12Х18Н10Т;
- требуется специальный инструмент для ступенчатого отверстия.

Среди достоинств в обработке можно отметить:

- свободный доступ инструмента к обрабатываемым поверхностям;
- поверхности детали имеют невысокую точность;
- поверхности детали имеют невысокую шероховатость.

2.2 Анализ действующего технологического процесса

Анализ чертежа детали

Чертеж имеет следующие нарушения:

- шероховатость указана по старому ГОСТу;
- не указаны поверхности В, Г, Д и Е;
- на главном виде не изображена резьба М27×1,5-8g;
- канавка указана цифрой, а не буквой.

					151001.2016.249.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		13

Анализ материала

Данный вентиль применяется в качестве запорных устройств на технологических линиях и трубопроводах для воды и пара, так же рабочей средой может являться аммиак, углекислота, природный и сжиженный газы, коррозирующие вещества, то в качестве основного материала для изготовления корпуса используется конструкционная легированная сталь 12Х18Н10Т ГОСТ 7530-71.

Назначение стали 12Х18Н10Т: поковки, лопатки, трубы и другие детали энергетического машиностроения для работы при температурах до 600°; сварные аппараты и сосуды, работающие в разбавленных растворах азотной, уксусной, фосфорной кислот, растворах щелочей и солей; днища адсорберов, регенераторы, теплообменники, сосуды кислородного машиностроения; корпуса и другие детали, работающие под давлением при температурах от -196 до 600°, а при наличии агрессивных сред – до 350°; массивные сепараторы в подшипниковой промышленности.

Анализ метода получения исходной заготовки

В действующем техпроцессе в качестве заготовки используется лист. Произведем расчет использования материала при изготовлении данной детали.

Исходя из серийности и в зависимости от их массы и весовых групп, устанавливаем мелкосерийное производство (300–5000 штук весом до 20 кг).

Заготовку для данной детали получаем из листа 12Х18Н10Т толщиной 40 мм и габаритами 80х90 с помощью плазменной резки.

Произведем расчет коэффициента использования материала (КИМ).

$$КИМ = \frac{m_{дет.}}{m_{заг.}}$$

где $m_{дет.}$ – масса детали;

$m_{заг.}$ – масса заготовки.

					151001.2016.249.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		14

$$КИМ = \frac{m_{дет.}}{m_{заг.}} = \frac{0,8}{2,3} = 0,3$$

Коэффициент использования материала низкий, а это, значит, что имеются большие припуски на обработку и много металла идет в стружку, что приводит к большим затратам. Соответственно данный метод получения заготовки невыгоден.

Анализ технологической документации

Маршрутная карта оформлена с нарушениями и имеет недочеты:

- отсутствует название детали;
- отсутствует код материала по классификатору;
- отсутствует код единицы величины;
- отсутствует масса детали по конструкторской документации;
- отсутствует единица нормирования;
- отсутствует норма расхода материала;
- отсутствует коэффициент использования материала;
- отсутствует количество деталей изготавливаемых из одной заготовки;

Операционные карты оформлены неверно и имеют недочеты:

- отсутствует название детали;
- отсутствует код материала по классификатору;
- отсутствует код единицы величины;
- отсутствует масса детали по конструкторской документации;
- отсутствует единица нормирования;
- отсутствует норма расхода материала;
- отсутствует коэффициент использования материала;
- отсутствует количество деталей изготавливаемых из одной заготовки;
- неверно указан режущий инструмент для обработки канавок.

Карты эскизов отсутствуют.

					151001.2016.249.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		15

Анализ оборудования

Универсальный консольно-фрезерный станок 6P11.

Универсальный консольно-фрезерный станок 6P11 предназначен для обработки различных изделий из стали, чугуна, цветных металлов и пластмасс цилиндрическими, торцовыми, дисковыми, угловыми и специальными фрезами. Класс точности станка Н (нормальной точности). Мощность электродвигателей и жесткость станка обеспечивают обработку изделий на скоростных режимах резания твердосплавным инструментом.

Технические характеристики станка 6P11:

- частота вращения шпинделя 31,5 – 1600 об/мин;
- количество скоростей шпинделя 18;
- число ступеней рабочих подач 16;
- габариты станка 1480 x 2360 x 2360;
- масса станка 2360 кг.

Универсальный токарно-винторезный станок 1К62.

Станок универсальный токарно-винторезный модели 1К62 предназначен для выполнения самых разнообразных токарных работ, в том числе для нарезания резьб: метрической, дюймовой, модульной, питчевой и архимедовой спирали с шагом 3/8", 7/16"; 8; 10 и 12 мм. Токарная обработка разнообразных материалов может производиться с ударной нагрузкой.

Конструкция задней балки токарного станка позволяет осуществлять поперечное ее смещение, благодаря чему на станке может осуществляться обработка пологих конусов. Есть возможность соединения задней балки и нижней частью суппорта с помощью специального замка.

Токарный станок 1К62 относится к классу точности Н.

Технические характеристики станка 1К62:

- частота вращения шпинделя 12,5–2000 об/мин;
- наибольший диаметр заготовки над станиной 400 мм;

					151001.2016.249.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		16

- наибольший диаметр заготовки над суппортом 220 мм;
- число ступеней продольных подач 49;
- число ступеней поперечных подач 49;
- габариты станка 2812 × 1166 × 1324;
- масса станка 2140 кг.

Поперечно-строгальный станок 7Д36.

Поперечно-строгальный станок с гидравлическим приводом 7Д367 предназначен для обработки методом строгания плоских и фасонных поверхностей изделий.

Быстрое перемещение стола в горизонтальном и вертикальном направлениях осуществляется отдельным электродвигателем малой мощности. Станок имеет ступенчато-дрессельное регулирование скорости.

Управление станком осуществляется кнопочной станцией и рукоятками. Смазка направляющих ползуна и станины осуществляется автоматически от гидросистемы станка.

Технические характеристики станка 7Д36:

- класс точности Н;
- рабочая поверхность стола 710 × 450 мм;
- ход ползуна 150 - 700;
- мощность главного привода 7,5 кВт;
- макс. сечение резца - 40 × 25мм;
- вес 3400 кг;
- габариты 2850 × 1680 × 1840 мм.

Вывод:

Перечисленное оборудование не эффективно и имеет низкий уровень автоматизации, что приводит к увеличению времени производственного цикла; увеличению количества операций и переходов; увеличению основного и

					151001.2016.249.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		17

вспомогательного времени; ухудшению качества, увеличению брака продукции.

Анализ инструмента

Шпоночная фреза оснащенная твердосплавной пластиной Т15К6 ГОСТ 6396- 78. Шпоночной фрезой обрабатываются плоские поверхности корпуса вентиля. Использование шпоночной фрезы не рационально и не эффективно, так как обрабатываются плоские взаимно перпендикулярные поверхности. В данном случае целесообразнее использовать концевую фрезу.

Сверло центровочное ГОСТ 14952 -75. Используется для центрирования заготовки с 3-х сторон. Использование центровочного сверла эффективно и целесообразно.

Резец проходной отогнутый оснащенный твердосплавной пластиной ВК8 ГОСТ 18877-73. Проходным отогнутым резцом обрабатываются круглые поверхности корпуса вентиля и канавки. Использование данного резца эффективно, так как твердосплавная пластина ВК8 хорошо обрабатывает нержавеющей сталь при черновом и чистовом точении в условиях прерывистого резания и неравномерного припуска, но невозможно сделать канавки, так как для этого требуется отрезной резец.

Спиральные удлиненные сверла с коническим хвостовиком Р18 Ø23, Ø8, Ø12. Спиральным сверлом Ø23 сверлится глухое отверстие Ø23, а спиральным сверлом Ø8 сверлятся глухое отверстие Ø8 и два отверстия Ø8 под углом 22°. Спиральным сверло Ø12 сверлится глухое отверстие. Данные сверла малоэффективны, целесообразнее было бы использование спиральных сверл с твердосплавными пластинами. Сверло Ø12 не должно быть удлиненным, так как отверстие не глубокое.

Расточной резец ВК4 ГОСТ 18882-73. Расточным резцом обрабатываются глухие отверстия Ø30, Ø22, Ø14 и с 2-ух сторон торцуются

					151001.2016.249.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		18

выход отв. Ø8, а затем снимаются заусенцы с торцеванием после сверления. Расточной резец ВК4 ГОСТ 18882-73 используется по назначению, но твердосплавная пластина ВК4 не применяется для растачивания, в данном случае целесообразнее использовать пластину Т5К10.

Резец для нарезания резьбы с твердосплавной пластиной Т15К6 ГОСТ 18885-73. Резцом для нарезания резьбы нарезаются резьбы М36×1,5 и М27×1,5. Данный резец используется эффективно и целесообразно.

Специальное сверло Ø23 (Рисунок 2.1).

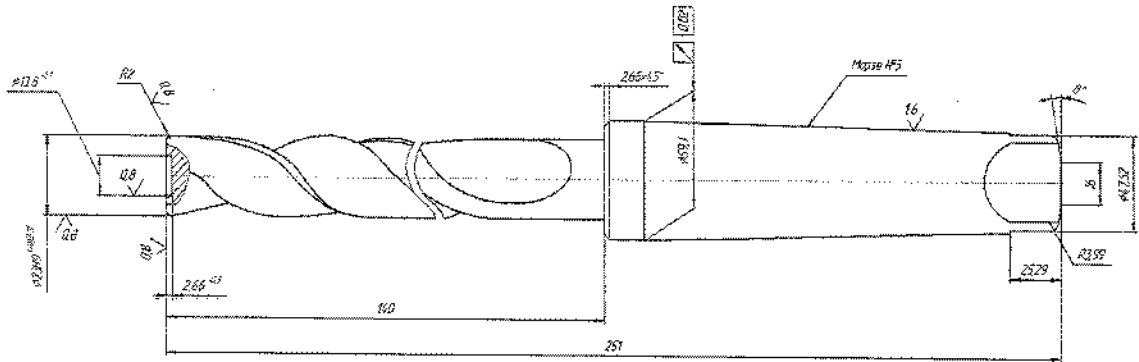


Рисунок 2.1 – Специальное сверло

Спиральное сверло Ø23 из быстрорежущей стали Р6М5 ГОСТ 19265-73, предназначено для сверления глухого отверстия Ø23 мм на глубину 55,5мм в детали «Корпус вентиля». Крепежную часть сверла изготовлена из стали 40Х ГОСТ 454-74. Данный инструмент эффективен.

Анализ применяемых приспособлений

Четырех кулачковый патрон. Используется в составе передней бабки (шпинделя) токарного станка для зажима обрабатываемой детали.

Данное приспособление эффективно, так как оно позволяет плотно удерживать деталь, что гарантирует качественную и быструю обработку детали на станке.

								151001.2016.249.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					19

Гидравлические тиски. Для ускорения закрепления деталей при их установке применяют тиски с гидравлическим зажимом.

В этом случае весь процесс закрепления (зажима) детали сводится к одному повороту рукоятки гидравлического крана. Очень важным преимуществом таких тисков является возможность создавать необходимую силу зажима, что делает их работу полностью не зависящей от физической силы рабочего. Это уменьшает утомляемость фрезеровщиков и повышает производительность их труда.

Гидравлические тиски обычно имеют силовой поршневой привод. Рабочая жидкость под большим давлением поступает в цилиндр привода тисков.

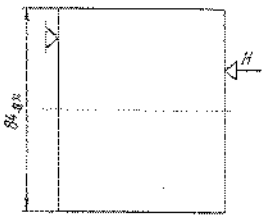
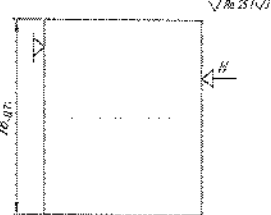
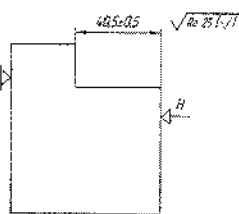
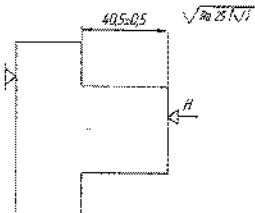
Гидравлические тиски эффективны, просты в использовании и повышают производительность труда.

					151001.2016.249.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		20

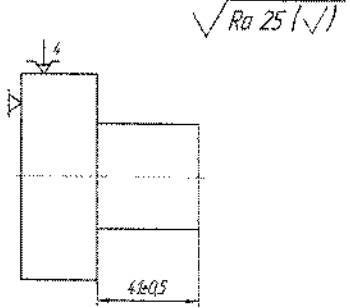
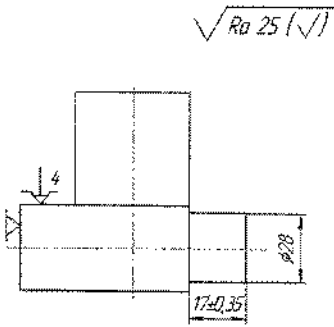
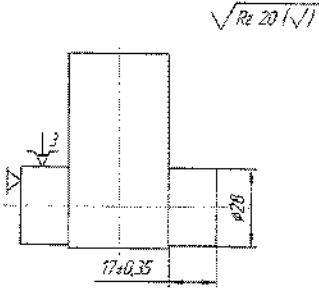
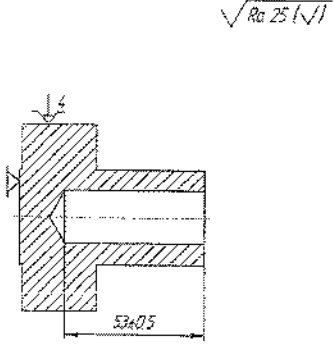
Размерный анализ действующего технологического процесса

В таблице 2.1 представлены операционные эскизы действующего технологического процесса.

Таблица 2.1 – Операционные эскизы действующего техпроцесса

№ операции	Операционный эскиз	Оборудование
020 фрезерная		Универсальный консольно-фрезерный станок 6Р11
	<p>2-й установ</p> 	
	<p>3-й установ</p> 	
	<p>4-й установ</p> 	

Продолжение таблицы 2.1 – Операционные эскизы действующего
технологического процесса

030		Универсальный
токарная	<p>2-й установ</p>  <p>3-й установ</p>  <p>4-й установ</p> 	токарно- винторезный станок 1К62

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

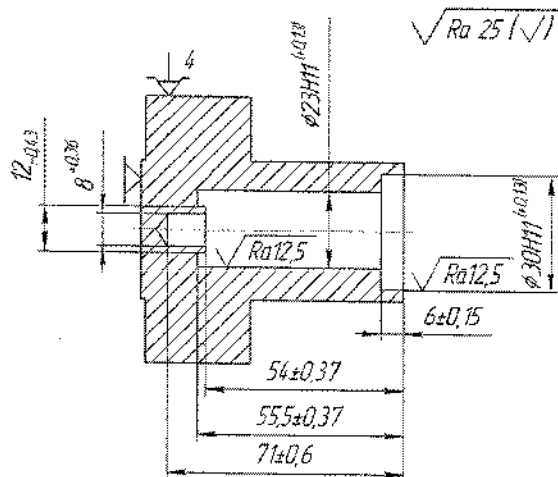
151001.2016.249.00.00.ПЗ

Лист

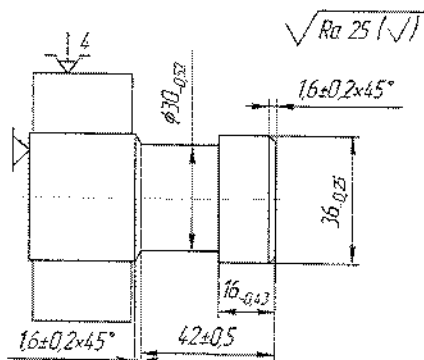
22

Продолжение таблицы 2.1 – Операционные эскизы действующего
технологического процесса

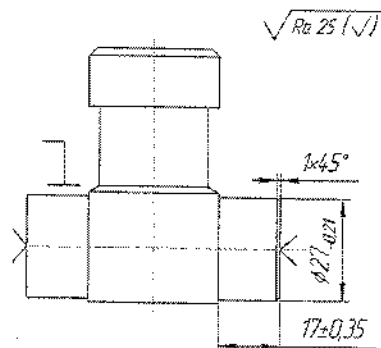
5-й установ



6-й установ

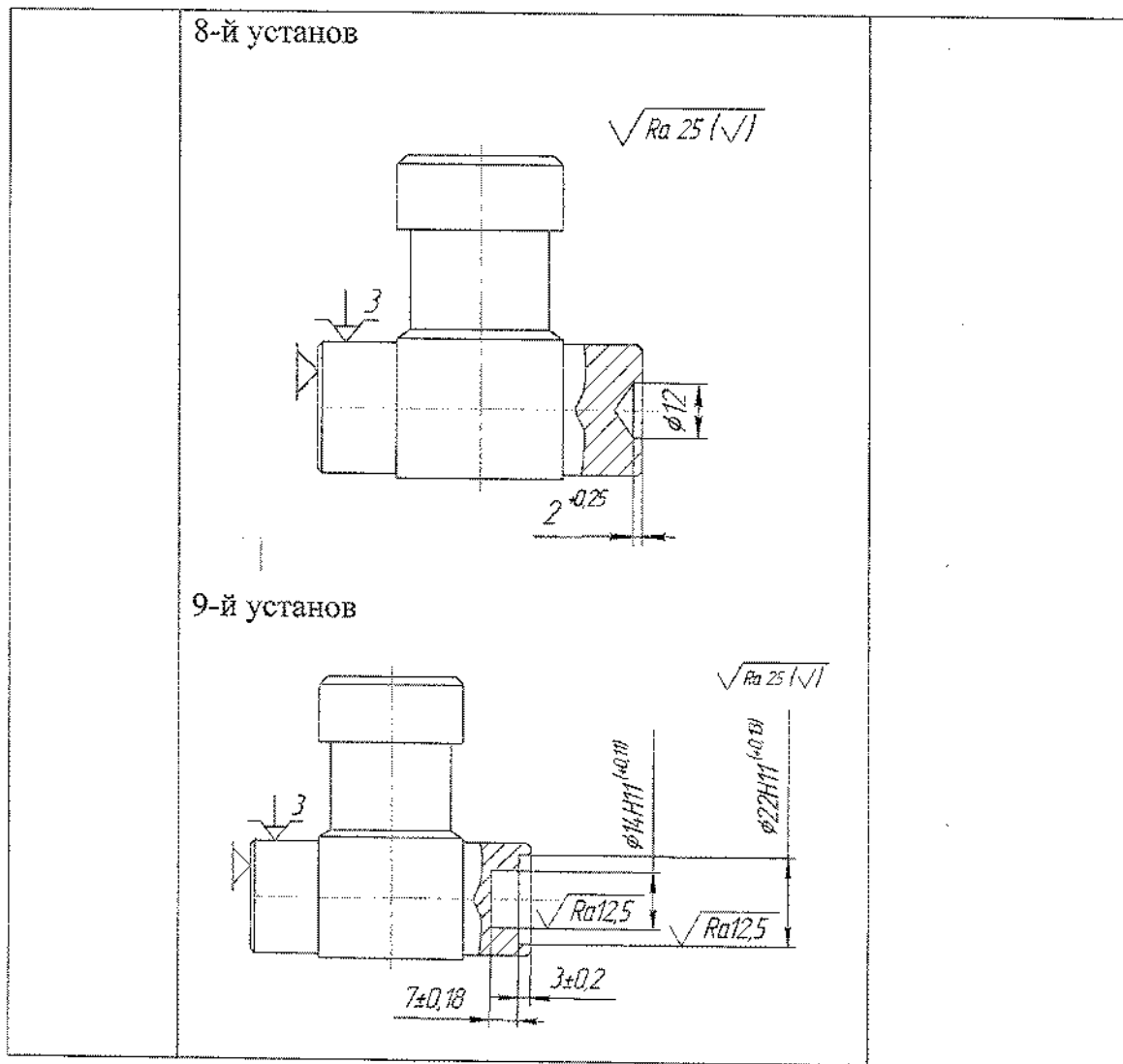


7-й установ



Изм.	Лист	№ докум.	Подг.	Дата	151001.2.016.249.00.00.ПЗ	Лист
						23

Окончание таблицы 2.1 – Операционные эскизы действующего технологического процесса



Обратная (проверочная) задача.

Размерная схема действующего технологического процесса представлена на рисунке 2.2.

Анализ припусков.

$$Z_1 = 54 \pm 0,37 - 53 \pm 0,5 = 1^{+0,87}_{-0,87};$$

$$Z_{1 \min \phi} = 1 - 0,87 = 0,13 \text{ мм};$$

						151001.2016.249.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			24

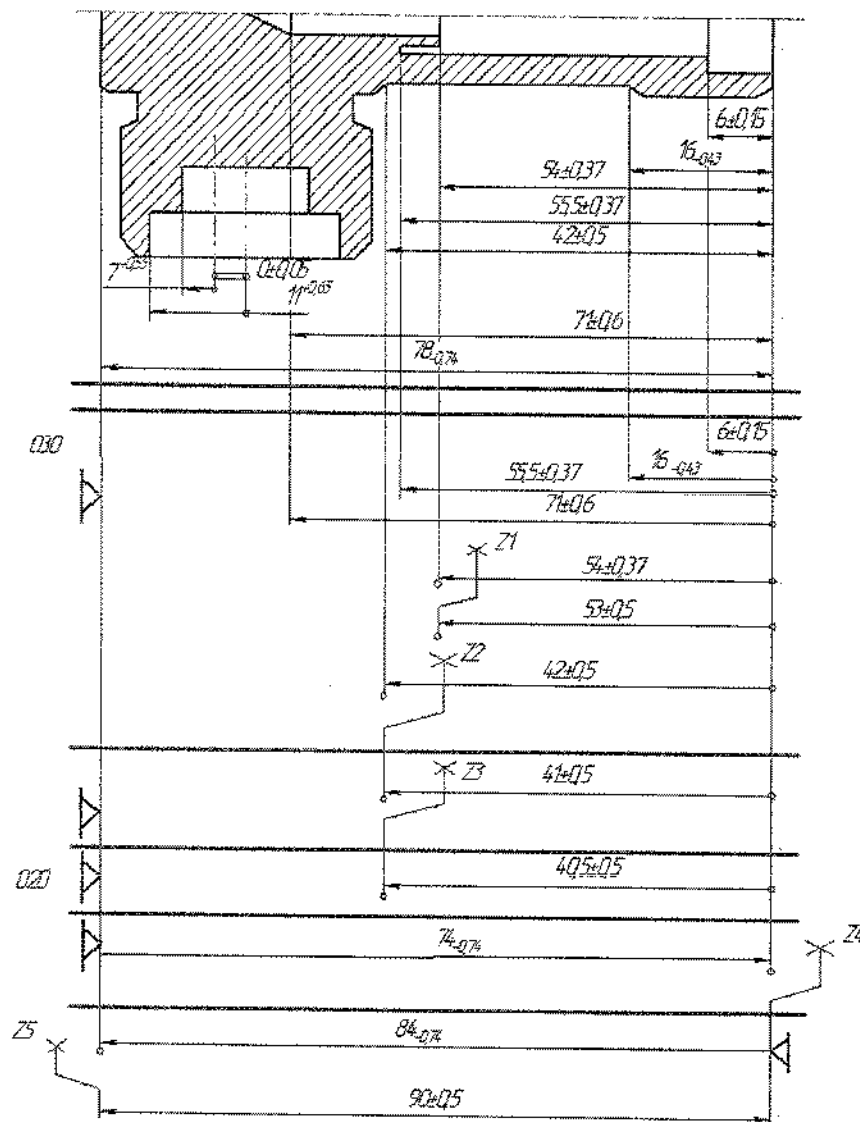


Рисунок 2.2 – Размерная схема действующего технологического процесса.

$$Z_{1 \min \tau} = 150 + 100 = 250 \text{ мкм} = 0,25 \text{ мм.}$$

Припуск занижен, возможен брак.

$$Z_2 = 42^{+0,5}_{-0,5} + 41^{+0,5}_{-0,5} = 1^{+1}_{-1};$$

$$Z_{2 \min \phi} = 1 - 1 = 0 \text{ мм};$$

$$Z_{2 \min \tau} = 20 + 30 = 50 \text{ мкм} = 0,05 \text{ мм.}$$

Припуск занижен, возможен брак.

$$Z_3 = 41 \pm 0,5 - 40,5 \pm 0,5 = 0,5 \pm 1;$$

						151001.2016.249.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			25

$$Z_{3 \min \phi} = -0,5 \text{ мм};$$

$$Z_{3 \min \tau} = 160 + 100 = 260 \text{ мкм} = 0,26 \text{ мм}.$$

Брак.

$$Z_4 = 84_{-0,74} - 78_{-0,74} = 6_{-0,74}^{+0,74};$$

$$Z_{4 \min \phi} = 5,26 \text{ мм};$$

$$Z_{4 \min \tau} = 50 + 60 = 110 \text{ мкм} = 0,11 \text{ мм}.$$

Брака нет, но припуск существенно завышен.

$$Z_5 = 90 \pm 0,5 - 84_{-0,74} = 6_{-0,5}^{+1,24};$$

$$Z_{5 \min \phi} = 5,5 \text{ мм};$$

$$Z_{5 \min \tau} = 0,11 \text{ мм}.$$

Брака нет, но припуск существенно завышен.

2.3 Разработка проектного технологического процесса

Выбор оборудования

Пресс горячештамповочный кривошипный КД8040Б усилием 1000 тс.

Пресс горячештамповочный кривошипный КД8040Б (рис. 2.3) предназначен для производства поковок из черных и цветных металлов.



Рис. 2.3 – Пресс горячештамповочный кривошипный КД8040Б усилием 1000 тс

					151001.2016.249.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		26

Достоинства прессы:

- увеличенные зоны приложения эксцентричных нагрузок;
- высокая точность получаемых поковок;
- длительная работа подшипников эксцентрикового вала и шатунов с оптимальными зазорами;
- быстрая смена и удобная настройка штампов;
- быстрое снятие заклинивания прессы;
- возможность оснащения средствами автоматизации.

Технические характеристики прессы КД8040Б представлены в таблице 2.2.

Таблица 2.2 – Технические характеристики прессы КД8040Б

Номинальное усилие, тс	1000
Ход ползуна, мм	280
Число непрерывных ходов, мин ⁻¹	90
Число одиночных включений, мин ⁻¹	26
Штамповая высота, мм	710
Регулировка, мм	10
Размеры стола, мм слева направо спереди назад	930 1000
Размеры ползуна, мм слева направо спереди назад	800 980
Мощность электродвигателя главного привода, кВт	55
Габариты прессы, мм	4820×3585×5780

Фрезерно – центrovальный станок с ЧПУ XZK8230-3000.

Фрезерно – центrovальный станок с ЧПУ XZK8230-3000 (рис. 2.4) обладает высокой производительностью, мощностью, надежностью и чистотой

					151001.2016.249.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		27

обработки. Станок оснащен автоматическими V-образными тисками, подходящими для зажима деталей разного диаметра.

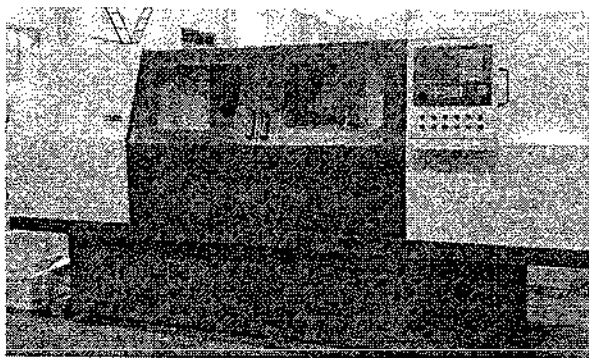


Рисунок 2.4 – Фрезерно-центровальный станок с ЧПУ XZK 8230-3000

Технические характеристики фрезерно-центровального станка с ЧПУ XZK8230-3000 представлены в таблице 2.3.

Таблица 2.3 – Технические характеристики фрезерно-центровального станка с ЧПУ XZK8230-3000.

Диаметр обработки, мм	До Ø300
Длина обработки, мм	До 3000
Расстояние между сверлильным и фрезерным шпинделями,	350
Расстояние от шпинделей до пола, мм	1200
Максимальный ход фрезерного шпинделя, мм	345
Максимальный ход сверлильного шпинделя, мм	45
Мощность двигателя фрезерного шпинделя, кВт	11×2
Мощность двигателя сверлильного шпинделя, кВт	3×2
Габаритные размеры, мм	4930×2300×185
Вес станка, кг	18000

Токарный станок с ЧПУ MetalMaster LS360. Токарный станок с ЧПУ модели LS360 (рисунок 2.5) спроектирован для обработки деталей типа вращения из стали, алюминия, цветных металлов, нержавеющей стали.

					151001.2016.249.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		28

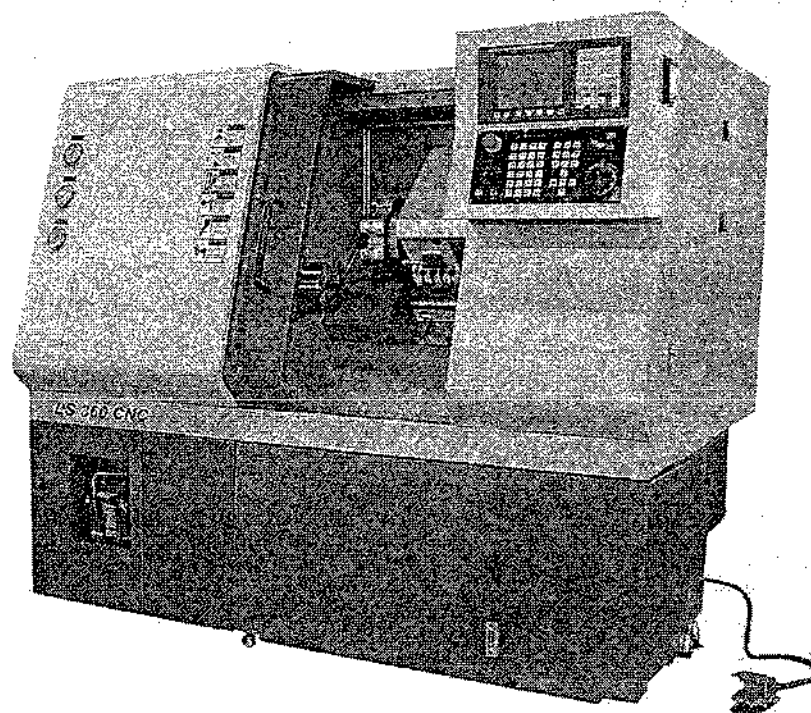


Рисунок 2.5 – Токарный станок с ЧПУ MetalMaster LS360

Прецизионные линейные направляющие фирмы «HIWIN» совместно с приводами и серводвигателями фирмы «Siemens» увеличивают точность обработки. Гидроаппаратура японской фирмы «Yuken» обеспечивает высокое качество и стабильность работы гидравлики. Автоматическая импульсная система смазки увеличивает срок службы направляющих и ШВП. 8-ми позиционная револьверная головка с гидроприводом обеспечивает быструю смену инструмента. Гидравлический патрон с педалью управления позволяет производить быструю смену заготовки. Станок оснащен системой ЧПУ Siemens 808D. Благодаря панельной конструкции ЧПУ в SINUMERIK 808D количество системных интерфейсов сведено к минимуму. SINUMERIK 808D отличается удобством для пользователя.

Технические характеристики токарного станка с ЧПУ MetalMaster LS360 представлены в таблице 2.4.

					151001.2016.249.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		29

Таблица 2.4 – Технические характеристики токарного станка с ЧПУ

MetalMaster LS360.

Ø обработки над станиной, мм	360
Ø обработки над суппортом, мм	230
Межцентровое расстояние макс., мм	370
Максимальная длина обработки, мм	323
Число оборотов шпинделя, об/мин	45-4500
Крутящий момент макс., Н·м	47
Проходное отверстие шпинделя, мм	52
Количество инструментов	8
Макс. размер хвостовика инструмента, мм	25×25
Диаметр инструмента макс., мм	32
Перемещение по оси X, мм	110
Перемещение по оси Z, мм	330
Конус пиноли задней бабки	МК4
Длина × Ширина × Высота, мм	2100 × 1485 × 1830
Масса станка, кг	3000
Привод шпинделя, кВт	5,5

Вертикальный сверлильно-фрезерный центр с ЧПУ Akira Seiki PC 460 (рисунок 2.6).

Конструкция станка обеспечивает высокую точность, скорость обработки.

ЧПУ Akira (на базе MITSUBISHI) – это мощный 64-х битный компьютер, обеспечивающий высокую скорость вычисления и считывания программ. Станок обладает высокой производительностью за счет сокращения времени холостых ходов. Датчики для наладки инструмента легко устанавливаются на станки с ЧПУ и позволяют автоматизировать наладку инструмента. Это дает следующие преимущества: уменьшение времени простоя станка; автоматизацию расчета и ввода коррекции на инструмент; отсутствие ошибок, связанных с неточными действиями оператора;

					151001.2016.249.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		30

обнаружение поломки инструмента непосредственно в процессе изготовления детали; снижение объема брака.

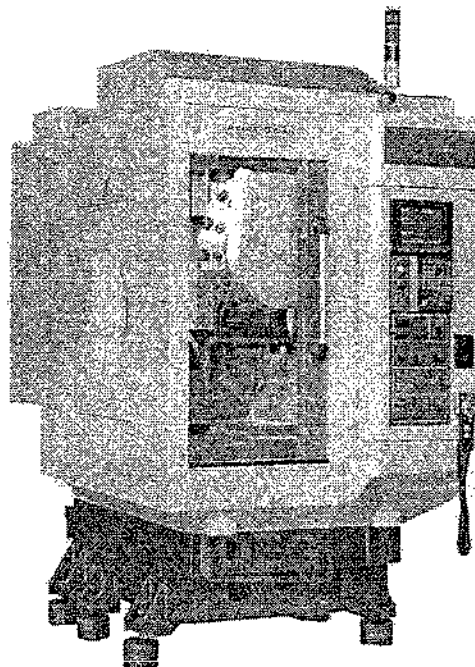


Рисунок 2.6 – Вертикальный сверлильно – фрезерный центр с ЧПУ Akira Seiki PC 460

Технические характеристики вертикального сверлильно-фрезерного центра с ЧПУ Akira Seiki PC 460 представлены в таблице 2.5.

Таблица 2.5 – Технические характеристики вертикального сверлильно-фрезерного центра с ЧПУ Akira Seiki PC 460

Число оборотов шпинделя, об/мин	12000
Количество инструментов в инструментальном магазине	14
Перемещение по оси X, мм	460
Перемещение по оси Y, мм	320
Перемещение по оси Z, мм	300
Расстояние от торца шпинделя до стола, мм	180-480
Количество паллет	1
Размеры стола/паллеты, мм	520×320
Максимальная нагрузка на стол, кг	250

Окончание таблицы 2.5 – Технические характеристики вертикального сверлильно-фрезерного центра с ЧПУ Akira Seiki PC 460

Мощность двигателя шпинделя, кВт	4,5
Конус шпинделя	BT30
Максимальный диаметр инструмента, мм	50
Максимальная длина инструмента, мм	160
Максимальный вес инструмента, кг	3
Вес, кг	2000
Габариты, мм	1200×2285

2.3.1 Разработка маршрута проектного технологического процесса

Маршрут проектного технологического процесса по изготовлению детали «Корпус вентиля» представлен в таблице 2.6.

Таблица 2.6 – Маршрут проектного технологического процесса

№ оп.	Название операции	Оборудование
000	Заготовительная	Пресс горячештамповочный кривошипный КД8040Б
002	Транспортирование	Кран-балка Q =1 т
005	Фрезерно-центровальная с ЧПУ	Фрезерно-центровальный станок с ЧПУ XZK8230-3000
010	Токарная с ЧПУ	Токарный станок с ЧПУ MetalMaster LS360
015	Комплексная на ОЦ с ЧПУ	Вертикальный сверлильно-фрезерный центр с ЧПУ Akira Seiki PC 460
020	Контрольная	КИМ PMS ARCS - 564 М

						151001.2016.249.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			32

2.3.2 Выбор исходной заготовки

Заготовку можно получить несколькими способами:

– литье – при литье заготовка будет иметь малый припуск на обработку, но механические свойства будут хуже, чем при обработке давлением и экономически не выгодно, так как литье дорогой способ получения заготовки;

– ковка – ковка обладает низкой производительностью и заготовка при данном способе будет иметь большие припуски, допуски, напуски, что вызывает большой объем механической обработки;

– штамповка – при штамповке заготовка будет иметь малый припуск на обработку, будет обладать высокими механическими свойствами, но штамп дорогой инструмент;

– прокат – прокат является заготовкой для простых деталей. Заготовка при прокате будет иметь припуск на обработку больше чем при литье или штамповке, но так как деталь сложной формы будут большие припуски на обработку.

Для получения заготовки был выбран метод горячей штамповки, так как заготовка будет иметь малый припуск на обработку, будет обладать высокими механическими свойствами, а остальные методы использовать не целесообразно.

2.3.3 План операций и переходов проектного технологического процесса

000 заготовительная операция. Горячая штамповка на горячештамповочном кривошипном прессе.

005 операция фрезерно - центровая с ЧПУ: фрезерование плоской поверхности в размер $70_{-0,74}$ мм; сверление центровочных отверстий.

010 операция токарная с ЧПУ: подрезание торца в размер $78,9_{-0,74}$ мм; снятие фаски $1,6 \times 45^\circ$; точение $\varnothing 36$ мм в линейный размер $16_{-0,43}$ мм; снятие

					151001.2016.249.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		33

фаски $3 \times 45^\circ$; точение $\varnothing 30_{-0,52}$ мм в линейный размер $42 \pm 0,5$ мм; нарезание резьбы $M36 \times 1,5$ мм; сверление ступенчатого глухого отверстия в линейный размер $71 \pm 0,6$ мм.

Второй установ: снятие фаски $1,6 \times 45^\circ$; точение $\varnothing 27$ мм в линейный размер $17 \pm 0,35$ мм; протачивание канавка шириной 2,4 мм в $\varnothing 24_{-0,52}$ мм; нарезание резьбы $M27 \times 1,5$ мм.

Третий установ: снятие фаски $1,6 \times 45^\circ$; точение $\varnothing 27$ мм в линейный размер $17 \pm 0,35$ мм; протачивание канавка шириной 2,4 мм в $\varnothing 24_{-0,52}$ мм; нарезание резьбы $M27 \times 1,5$ мм.

015 операция комплексная на ОЦ с ЧПУ: фрезерование плоской поверхности в размер $36,7_{-0,62}$ мм; фрезерование 3 - х фасок $3 \times 45^\circ$; фрезерование 5 - ти фасок $1 \times 45^\circ$; фрезерование плоской поверхности в размер $78_{-0,74}$ мм;

Второй установ: фрезерование плоской поверхности в размер $36_{-0,62}$ мм; фрезерование 3 - х фасок $3 \times 45^\circ$; фрезерование фаски $1 \times 45^\circ$;

Третий установ: сверление отверстий $\varnothing 14H11^{(+0,11)}$ мм и $\varnothing 22H11^{(+0,13)}$ мм; фрезерование фаски $3 \times 45^\circ$.

Четвертый установ: сверление отверстий $\varnothing 14H11^{(+0,11)}$ мм и $\varnothing 22H11^{(+0,13)}$ мм; фрезерование фаски $3 \times 45^\circ$.

Пятый установ: сверление 2 - х отверстий $\varnothing 5$ мм; нарезание резьбы $M6 \times 1$ мм.

Шестой установ: сверление 2 - х отверстий $\varnothing 8^{+0,36}$ мм.

2.3.4 Размерный анализ проектного технологического процесса

В таблице 2.7 представлены операционные эскизы проектного технологического процесса.

					151001.2016.249.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		34

Таблица 2.7 – Операционные эскизы проектного технологического процесса

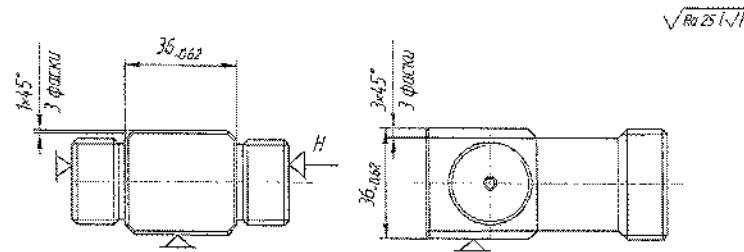
№ операции	Операционный эскиз	Оборудование
000 заготовит ельная		Пресс горячештамповочный кривошипный КД8040Б
005 фрезерно- центровая ЧПУ		Фрезерно- центровальный станок с ЧПУ XZK8230- 3000
010 токарная с ЧПУ		Токарный станок с ЧПУ MetalMaster LS360

Продолжение таблицы 2.7 – Операционные эскизы проектного технологического процесса

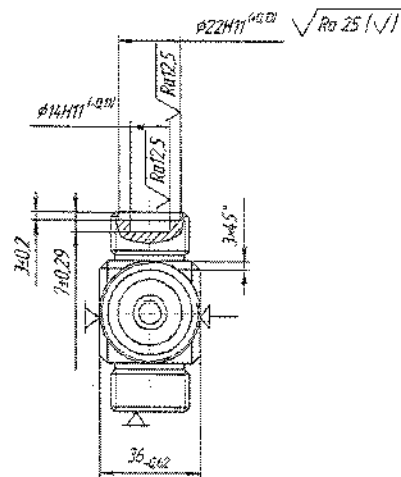
	<p>2 – ой установ</p>	
	<p>3 – ий установ</p>	
<p>015 комплексная на ОЦ ЧПУ</p>		<p>Вертикальный сверлильно-фрезерный центр с ЧПУ Akira Seiki PC 460</p>

Продолжение таблицы 2.7 – Операционные эскизы проектного
технологического процесса

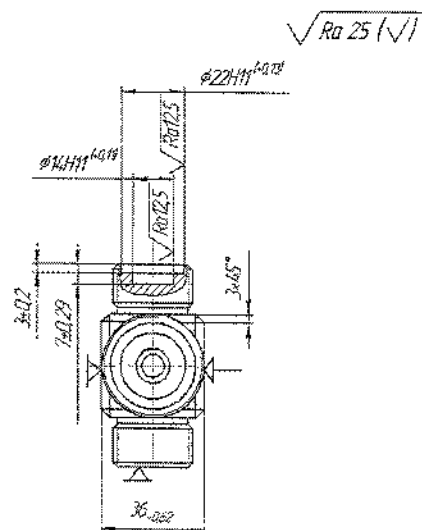
2 – ой установ



3 – ий установ



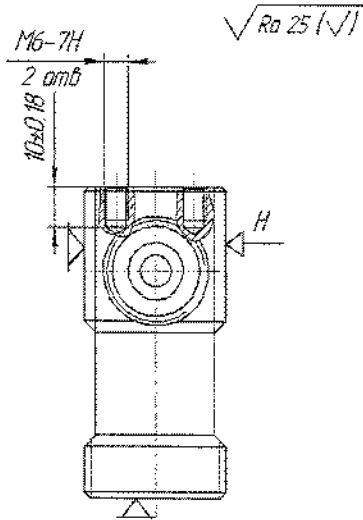
4 – ый установ



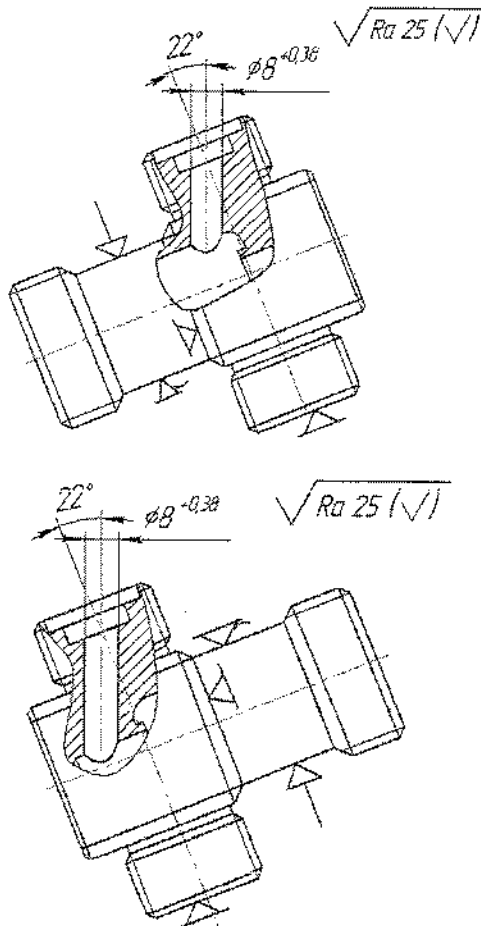
ИЗМ.	Лист	№ Док. №	Подп.	Дата	151001.2016.249.00.00.113	ЛМСТ
						37

Окончание таблицы 2.7 – Операционные эскизы проектного технологического процесса

5 – ый установ



6 – ой установ



Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

151001.2.016.249.00.00.173

Лист
38

Проектная (прямая) задача.

Размерная схема проектного технологического процесса представлена на рисунке 2.7.

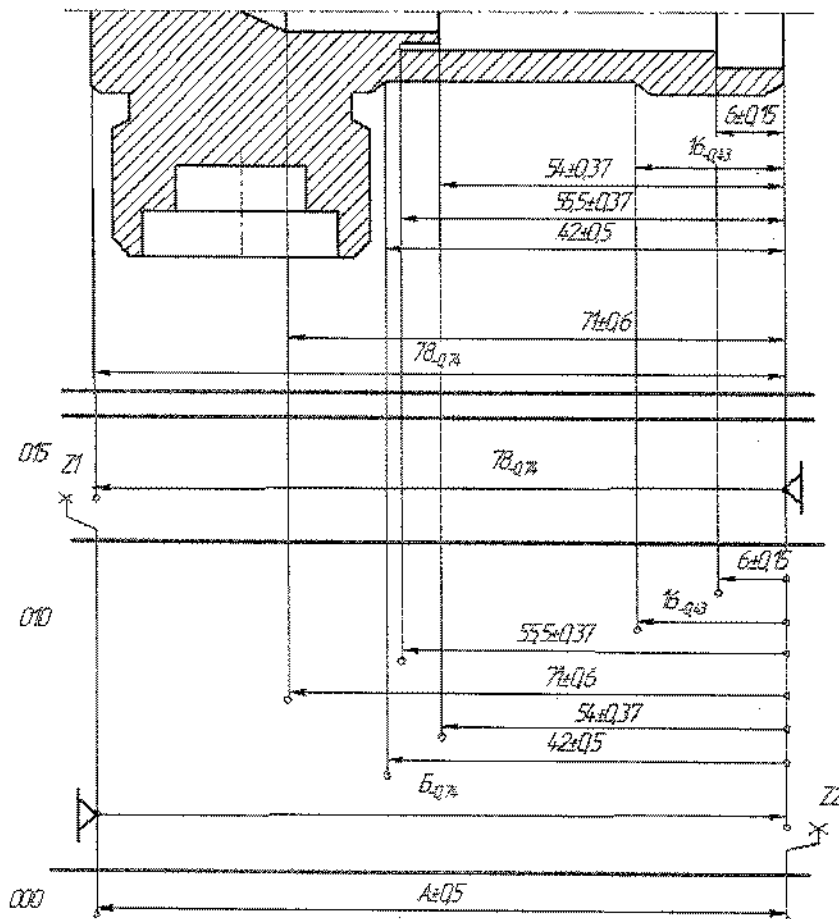


Рисунок 2.7 – Размерная схема проектного технологического процесса

Уравнения припусков.

$$Z_1 = B - 78;$$

$$Z_2 = A - B;$$

где Z_1 и Z_2 – припуски;

A – заготовительный размер;

B – операционный размер.

Решение уравнений.

$$B = Z_1 + 78;$$

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	151001.2016.249.00.00.ПЗ	Лист
						39

$$Z_1 = Z_{\min T} + \frac{W}{2} - \Delta_0 = 0,11 + \frac{0,74 + 0,74}{2} - \frac{-0,74 - (-0,74)}{2} = 0,85 \text{ мм};$$

$$B = 0,85 + 78 = 78,85 \text{ мм, округляем до } 78,9 \text{ мм.}$$

$$A = Z_2 + B;$$

$$Z_2 = 0,05 + \frac{0,74 + 1}{2} - \frac{(0,5 - 0,5) - (-0,74)}{2} = 0,55 \text{ мм};$$

$$A = 0,55 + 78,9 = 79,45 \text{ мм, округляем до } 79,5 \text{ мм.}$$

В проектном размерном анализе были рассчитаны размеры заготовки, операционные размеры и припуски.

2.3.5 Расчет режимов резания и норм времени

005 операция фрезерно – центровая с ЧПУ.

Точность обработки поверхностей: 1, 2, 3, 4 – IT16. Шероховатость поверхностей: 1, 2, 3, 4 – Rz 20.

Метод получения исходной заготовки – штамповка точности (IT17).

Состояние поверхностей – корка. Припуск на обработку поверхности:

1,2 – 1,8 мм, 3,4 – 4 мм.

Модель станка XZK8230-3000 с ЧПУ.

Паспортные данные станка:

– частота вращения шпинделя, n, мин⁻¹: 40; 50; 63; 100; 125; 160; 200; 250; 315; 400; 500; 630; 800; 1000; 1250; 1600; 2000; 2250; 2600; 3000;

– пределы подач So, мм/об 0,0 – 0,1, регулирование подачи

бесступенчатое;

– максимальное усилие подачи H: по оси координат x – 3600, по оси координат z – 8000;

– мощность привода главного движения, кВт – 11(фрезерного), 3 (сверлильного).

Приспособление – призматические зажимы.

Содержание операции: 1) обработать 2 торца; 2) просверлить два центровочных отверстия.

					151001.2016.249.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докum.	Подпись	Дата		40

Выбор стадии обработки.

Фрезерование. Размер между обработанными торцами соответствует 16-му качеству. Для получения размера $73,6 \pm 0,5$ мм необходимо выполнение черновой стадии обработки.

Сверление. В данном случае для диаметра 4 мм по 14 качеству с $Ra = 12,5$ мкм маршрут обработки включает сверление.

На рисунке 2.8 представлен операционный эскиз фрезерно-центровальной операции с ЧПУ.

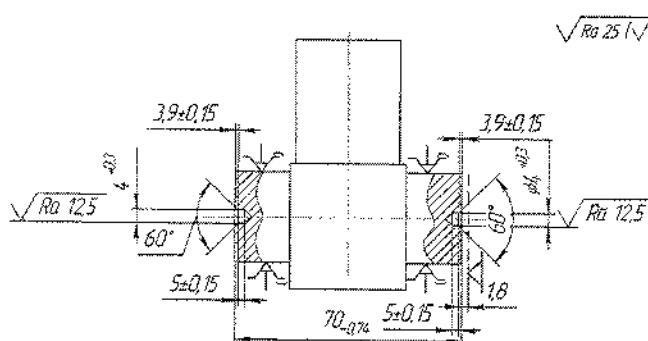


Рисунок 2.8 – Операционный эскиз фрезерно-центровальной операции с ЧПУ

Выбор глубины резания.

Для фрезерной обработки глубина резания $t = 1,8$ мм. Глубина резания при сверлении принимается равной половине диаметра сверла $t = 2$ мм.

Выбор инструмента.

Для фрезерования по приложениям 3–11 [3] Гузев В. И. «Режимы резания»] выбираем следующие параметры инструмента: фреза торцовая $D = 50$ мм; $z = 4$; $\varphi = 67^\circ$

Для сверления. Сверло выбираем по ГОСТ 14952-75 – сверло центровочное (форма А); $d = 4$ мм.

					151001.2016.249.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		41

Выбор подачи.

Фрезерование. По карте 56 [Гузеев В. И. «Режимы резания»] выбираем подачу на зуб для черновой стадии обработки: $S_{zt} = 0,16$ мм/зуб [поз. № 1, инд. а].

$$S_o = 0,16 \cdot 1,1 = 0,18 \text{ мм/зуб.}$$

Сверление. $S_{от} = 0,09$ мм/об [карта 49, поз. № 2, инд. б]. По карте 53 [Гузеев В. И. «Режимы резания»] выбираем поправочный коэффициент $K_{sm} = 0,95$.

$$S = S_{от} \cdot 0,95 = 0,09 \cdot 0,95 = 0,08 \text{ мм/об.}$$

Выбор скорости резания.

Скорость резания для фрезерования выбираем по карте 65 [Гузеев В. И. «Режимы резания»], $V_T = 254$ м/мин [поз. № 8, инд. г].

Поправочные коэффициенты в зависимости от:

$K_{VM} = 1,1$ – твердости обрабатываемого материала;

$K_{VP} = 1$ – материала режущей части инструмента;

$K_{VT} = 0,8$ – состояния поверхности заготовки (с коркой);

$K_{V\phi} = 1$ – главного угла в плане;

$K_{VB} = 1$ – отношения ширины фрезерования к диаметру фрезы;

$K_{VT} = 1$ – периода стойкости режущей части фрезы;

$K_{VP} = 1$ – способа крепления пластины и наличия покрытия;

$K_{VЖ} = 1$ – наличия охлаждающей жидкости;

$K_{VO} = 1$ – группы обрабатываемости материала.

$$V = 254 \cdot 1,1 \cdot 0,8 = 223,5 \text{ м/мин.}$$

Частоту вращения шпинделя определяем по формуле:

$$n = \frac{1000V}{\pi D}; \text{ мин}^{-1}$$

$$n = \frac{1000 \cdot 223,5}{3,14 \cdot 27} = 2636,2 \text{ мин}^{-1}$$

По паспорту станка принимаем ближайшее значение, $n_{\phi} = 2250 \text{ мин}^{-1}$.

					151001.2016.249.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		42

С учетом этого определяем фактическую скорость резания:

$$V_{\phi} = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 27 \cdot 2250}{1000} = 190 \frac{\text{м}}{\text{мин}};$$

Проверка по мощности главного движения:

$$N = 12,3 \cdot 0,95 \cdot 0,8 = 9,3 \text{ кВт};$$

$$N_{\phi} = N \cdot \frac{V_{\phi}}{V} = 9,3 \cdot \frac{190}{223,5} = 7,9 \text{ кВт}.$$

Скорость резания для сверления $V_T = 27,3$ м/мин [карта 46, поз. № 1, инд. а].

Поправочные коэффициенты в зависимости от:

$K_{VM} = 0,95$ – твердости обрабатываемого материала;

$K_{VP} = 1$ – материала режущей части инструмента;

$K_{VP} = 1$ – состояния поверхности заготовки (без корки);

$K_{V\phi} = 1$ – форма заточки;

$K_{VB} = 1$ – длины рабочей части;

$K_{VT} = 1$ – периода стойкости режущей части фрезы;

$K_{VP} = 1$ – наличия покрытия;

$K_{VЖ} = 1$ – наличия охлаждающей жидкости;

$$V = 27,3 \cdot 0,95 \cdot 0,8 = 25,9 \text{ м/мин}.$$

Частоту вращения шпинделя определяем по формуле:

$$n = \frac{1000V}{\pi D}; \text{ мин}^{-1}$$

$$n = \frac{1000 \cdot 25,9}{3,14 \cdot 4} = 2062,1 \text{ мин}^{-1}$$

По паспорту станка принимаем ближайшее значение, $n_{\phi} = 2000 \text{ мин}^{-1}$

С учетом этого определяем фактическую скорость резания:

$$V_{\phi} = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 4 \cdot 2000}{1000} = 25,1 \frac{\text{м}}{\text{мин}};$$

Корректировка по мощности и осевой силе.

$$N = \frac{N_T}{K_{NM}} = \frac{0,19}{0,95} = 0,2 \text{ кВт};$$

					151001.2016.249.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		43

$$P = \frac{P_T}{K_{PM}} = \frac{580}{0,85} = 682,4H$$

Максимальная осевая сила для сверления меньше допустимого значения по станку. Следовательно, установленные режимы резания осуществимы на данном станке.

Минутная подача рассчитывается по формуле $S_m = S_o \cdot n_{\phi}$, мм/мин.

В таблице 2.8 представлены режимы резания.

Таблица 2.8 – Режимы резания

Элементы режима резания	Стадии обработки			
	Черновая			
	№ поверхности			
	1	2	3	4
Глубина резания t , мм	1,8	1,8	2	2
Табличная подача S_T , мм/об (мм/зуб)	0,16	0,16	0,09	0,09
Принятая подача S , мм/об (мм/зуб)	0,18	0,18	0,08	0,08
Табличная скорость резания V_T , м/мин	254	254	27,3	27,3
Скорректированная скорость резания V , м/мин	223,5	223,5	25,9	25,9
Фактическая частота вращения шпинделя n_{ϕ} , мин ⁻¹	2250	2250	2000	200
Фактическая скорость резания V_{ϕ} , м/мин	190	190	25,1	25,1
Табличная мощность резания N_T , кВт	12,3	12,3	0,19	0,19
Фактическая мощность резания N_{ϕ} , кВт	7,9	7,9	0,2	0,2
Минутная подача S_m , мм/мин	405	405	160	160

Определение времени автоматической работы станка по программе.

Расчёт времени автоматической работы станка по программе

производится по формуле:

$$T_a = \Sigma T_{oa} + \Sigma T_m$$

$$\Sigma T_m = 4,3 \text{ мин}; \Sigma T_{oa} = 0,27 \text{ мин.}$$

					151001.2016.249.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		44

$$n = \frac{1000 \cdot 41}{3,14 \cdot 28,8} = 453,5 \text{ мин}^{-1}, n_{\phi} = 500 \text{ мин}^{-1} - \text{поверхность 5.}$$

Определяем фактическую скорость резания:

$$V_{\phi} = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 36 \cdot 710}{1000} = 80,3 \frac{\text{м}}{\text{мин}} - \text{поверхность 1;}$$

$$V_{\phi} = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 30 \cdot 710}{1000} = 66,8 \frac{\text{м}}{\text{мин}} - \text{поверхность 2;}$$

$$V_{\phi} = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 36 \cdot 710}{1000} = 80,3 \frac{\text{м}}{\text{мин}} - \text{поверхность 3;}$$

$$V_{\phi} = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 36 \cdot 500}{1000} = 56,5 \frac{\text{м}}{\text{мин}} - \text{поверхность 4;}$$

$$V_{\phi} = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 28,8 \cdot 500}{1000} = 45,2 \frac{\text{м}}{\text{мин}} - \text{поверхность 5.}$$

Проверка по мощности главного движения.

$$N_T = 3,2 \text{ кВт [карта 21, поз. № 7, инд. а]; } K_N = 0,85; [\text{карта 21}].$$

$$N = N_T \cdot K_N \frac{V_{\phi}}{V_T} = 3,2 \cdot 0,85 \frac{80,3}{80} = 2,7 \text{ кВт} - \text{поверхности 1,3;}$$

$$N_T = 3,3 \text{ кВт [карта 21, поз. № 8, инд. а]; } K_N = 0,85; [\text{карта 21}].$$

$$N = 3,3 \cdot 0,85 \frac{66,8}{66} = 2,8 \text{ кВт} - \text{поверхность 2;}$$

$$N_T = 0,95 \text{ кВт [карта 39, поз. № 7, инд. а]; } K_N = 1 [\text{карта 39}].$$

$$N = 0,95 \cdot 1 \frac{56,2}{49} = 1,1 \text{ кВт} - \text{поверхность 4;}$$

$$N_T = 1,73 \text{ кВт [карта 46, поз. № 3, инд. р]; } K_N = 0,94 [\text{карта 46}].$$

$$N = \frac{N_T}{K_N} = \frac{1,73}{0,94} = 1,8 \text{ кВт} - \text{поверхность 5.}$$

Рассчитанные значения не превышает мощности привода главного движения станка. Установленные режимы резания по мощности осуществимы.

В таблице 2.9 представлены режимы резания для 010-ой операция (токарная с ЧПУ).

					151001.2016.249.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		50

Таблица 2.9 – Режимы резания.

Элементы режима резания	Стадии обработки				
	Черновая				
	№ поверхности				
	1	2	3	4	5
t , мм	0,65	3,65	0,6	0,3	4
$S_{от}$, мм/об	0,22	0,17	0,22	0,184	0,1
S_0 , мм/об	0,12	0,09	0,12	0,18	0,09
V_T , м/мин	165	133	165	49	20,5
V , м/мин	80	66	99	49	41
n_ϕ , мин ⁻¹	710	710	800	500	500
V_ϕ , м/мин	80,3	66,8	80,3	56,5	45,2
N_T , кВт	3,2	3,3	3,2	0,95	1,73
N_ϕ , кВт	2,7	2,8	2,7	1,1	1,8
S_m , мм/мин	85,2	63,9	96	90	45

Определение времени автоматической работы станка по программе представлено в таблице 2.10.

Таблица 2.10 – Время автоматической работы станка по программе

Траектория и № инструмента	Ось z, мм	Ось x, мм	L_i , мм	S_m , мм/мин	$T_{м.в.}$, мин	$T_{оа.}$, мин
Инстр. №1	-	-	-	-	0,15	-
0 - 1	-100	-28,35	100	400	0,33	-
1 - 2	-	-21,65	21,65	96	-	0,23
2 - 0	100	50	100	400	0,33	-
Инстр. №2	-	-	-	-	0,05	-
0 - 3	-97	35,8	97	400	0,32	-
3 - 4	-4,6	-4,6	4,6	85,2	-	0,05
4 - 5	-16	0	16	85,2	-	0,1

$$T_a = 4,3 + 0,27 = 4,57 \text{ мин}$$

Определение нормы штучного времени.

Вспомогательное время на установку и снятие детали, $T_{уст} = 0,13$ мин.

Вспомогательное время, связанное с операцией, $T_{в.оп} = 0,24$ мин.

Вспомогательное время на контрольные измерения содержит время на измерения штангенциркулем, $T_{изм} = 0,13$ мин.

Суммарное вспомогательное время:

$$T_b = 0,13 + 0,24 + 0,13 = 0,5 \text{ мин.}$$

Время на организационное и техническое обслуживание рабочего места, отдых и личные потребности:

$$a_{тех} + a_{орг} + a_{от.л} = 8\%$$

Окончательная норма штучного времени:

$$T_{шт} = (4,57 + 0,5) \cdot (1 + 0,08) = 5,47 \text{ мин.}$$

Определение нормы подготовительно-заключительного времени.

Время на организационную подготовку:

$$T_{пз1} = 5 + 2 = 7 \text{ мин}$$

Время на наладку станка, приспособлений, инструмента, программных устройств 10 мин.

Время на установку поддерживаемой стойки на размер обработки детали 1,5 мин.

Итого $T_{пз2} = 11,5$ мин.

Время на пробную обработку.

$t_{пр\ обр} = 2,2$ мин.

Поправочный коэффициент на это время в зависимости от обрабатываемого материала $K_m = 0,95$.

$$T_{пр\ обр} = t_{пр\ обр} + t_{на} = 2,2 \cdot 0,95 + 4,57 = 6,66 \text{ мин.}$$

Итого подготовительно-заключительное время на партию деталей:

$$T_{пз} = 7 + 11,5 + 6,66 = 25,16 \text{ мин.}$$

Общая норма времени определяется:

					151001.2016.249.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		45

$$T = T_{шт} + \frac{T_{пз}}{n} = 5,47 + \frac{25,16}{1000} = 5,5 \text{ мин.}$$

010 операция токарная с ЧПУ.

Точность обработки поверхностей: 1, 2, 3, 5 – IT14; 6,7 – IT11.

Шероховатость поверхностей: 1, 2, 3, 4, 5 – Ra 25; 6,7 – Ra 12,5.

Состояние поверхностей – корка. Припуск на обработку поверхности:

1 – 1,3 мм, 2 – 7,3 мм, 3 – 0,6 мм, 5 – 4 мм, 6 – 11,5 мм, 7 – 15 мм.

Модель станка MetalMaster LS 360.

Паспортные данные станка:

– частота вращения шпинделя, n , мин^{-1} : 10; 18; 24; 35; 50; 71; 100; 140; 180; 200; 250; 355; 400; 500; 630; 710; 800; 1000; 1500; 2000; 2500; 3000; 3500; 4000; 4500;

– пределы подач S_o , мм/об.: по оси координат x – 0,005...2,8; по оси координат z – 0,01...5,6; регулирование подачи бесступенчатое;

– максимальное усилие подачи H : по оси координат x – 3600, по оси координат z – 8000;

– мощность привода главного движения, кВт – 5,5.

Приспособление – 4-х кулачковый патрон.

Содержание операции: 1) обработать торец – поверхность 3;

2) проточить поверхность 1; 3) проточить поверхность 2; 4) нарезать резьбу;

5) просверлить отверстие 5 комбинированным инструментом.

Выбор глубины резания: $t_1 = 0,65$ мм; $t_2 = 3,65$ мм; мм; $t_3 = 0,6$ мм; $t_4 = 0,15$ мм; $t_5 = 4$ мм; $t_6 = 11,5$ мм; $t_7 = 15$ мм.

Выбор инструмента.

На станке используют резцы с сечением державки 25×25 мм. Для обработки поверхностей 1, 2, 3 по приложениям 1,5 [Гузеев В. И. «Режимы резания»] принимаем трехгранную пластину с углом при вершине 45° из твердого сплава T15K6. Выбираем способ крепления пластины клин-прихватом. Для нарезания резьбы выбираем резьбовой резец с

					151001.2016.249.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		46

твердосплавной пластиной ВК6-М. Для сверления разработано специальный комбинированный инструмент со сменной твердосплавной головкой и пластинами Т15К6.

На рисунке 2.9 представлена расчетно-технологическая схема на 010 операцию (токарная с ЧПУ).

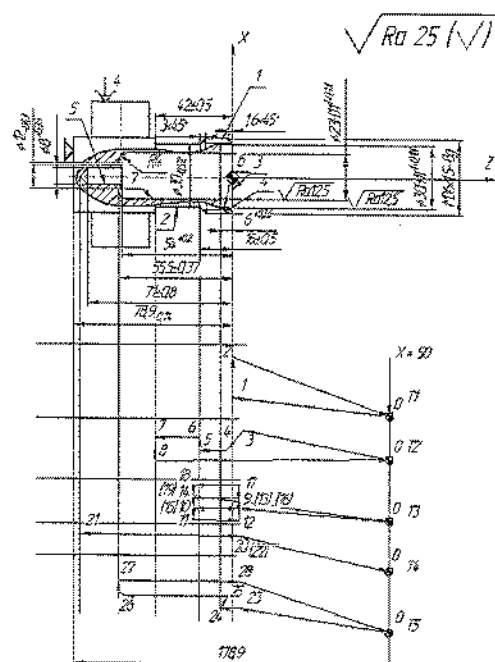


Рисунок 2.9 – Расчетно-технологическая схема на 010 операцию (токарная с ЧПУ).

По приложению 7 [Гузев В. И. «Режимы резания»] выбираем углы в плане: $\varphi = 90^\circ$; $\varphi_1 = 45^\circ$ – для обработки поверхностей 1,2; $\varphi = 45^\circ$; $\varphi_1 = 15^\circ$ – для обработки поверхности 3.

Определяем геометрические параметры режущей части резца.

$\alpha = 6^\circ$ – задний угол;

$\gamma = 10^\circ$ – передний угол;

форма передней поверхности – 2 (плоская с фаской);

$f = 0,5$ – ширина фаски главной режущей кромки;

$\rho = 0,03$ – радиус скругления режущей кромки;

$r_s = 1$ – радиус вершины резца.

					151001.2016.249.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		47

По приложению 13 [Гузеев В. И. «Режимы резания»] находим нормативный период стойкости, $T = 30$ мин.

Выбор подачи: $S_{от} = 0,22$ мм/об – поверхности 1, 3 [карта 3, поз. № 7, инд. б]; $S_{от} = 0,17$ мм/об – поверхности 2 [карта 3, поз. № 9, инд. б];
 $S_R = 0,184$ мм/проход – поверхность 4 [карта39];
 $S_{от} = 0,1$ мм/об – поверхность 5 [карта 46, поз. № 3, инд. и].

По карте 3 [Гузеев В. И. «Режимы резания»] определяем поправочный коэффициент на подачу в зависимости от инструментального материала:
 $K_{SM} = 0,8$ – поверхности 1, 2, 3; $K_{SM} = 1$ – поверхность 4;
 $K_{SM} = 0,94$ – поверхность 5.

По карте 3 [Гузеев В. И. «Режимы резания»] определяем поправочные коэффициенты на подачу: $K_{Sд} = 1$; $K_{Sh} = 1$; $K_{SM} = 1,05$; $K_{Sз} = 0,8$; $K_{Sф} = 0,95$;
 $K_{Sj} = 1$; $K_{Sn} = 0,85$.

$$S_o = 0,22 \cdot 1,05 \cdot 0,8 \cdot 0,95 \cdot 0,85 \cdot 0,8 = 0,12 \text{ мм/об – поверхности 1, 3;}$$

$$S_o = 0,17 \cdot 1,05 \cdot 0,8 \cdot 0,95 \cdot 0,85 \cdot 0,8 = 0,09 \text{ мм/об – поверхности 2.}$$

Корректируем подачу при сверлении с учетом поправочного коэффициента $K_{SM} = 0,94$:

$$S_o = 0,1 \cdot 0,94 = 0,09 \text{ мм/об.}$$

Рассчитанные подачи для черновой стадии обработки проверяем по осевой P_x и радиальной P_y силам резания, допустимым прочностью механизма.

По карте 32 [Гузеев В. И. «Режимы резания»] определяем табличные значения сил резания при точении: $P_{хТ} = 530$ Н [поз. № 1, инд. а]; $P_{уТ} = 160$ Н [поз. № 2, инд. а].

По карте 33 [Гузеев В. И. «Режимы резания»] определяем поправочные коэффициенты на силы резания: $K_{PMx} = K_{PMу} = 0,95$; $K_{Pфx} = K_{Pфy} = 1$;
 $K_{Pγx} = K_{Pγy} = 0,9$; $K_{Pλx} = K_{Pλy} = 1$

$$P_x = 530 \cdot 0,95 \cdot 1 \cdot 0,9 \cdot 1 = 453 \text{ Н;}$$

$$P_y = 160 \cdot 0,95 \cdot 1 \cdot 0,9 \cdot 1 = 316 \text{ Н}$$

					151001.2016.249.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		48

Рассчитанные значения составляющих сил резания меньше чем допускается механизмом подачи станка.

Выбор скорости резания.

Для получения черновой стадии обработки при точении $V_T = 165$ м/мин – поверхность 1, 3 [карта 21, поз. № 7, инд. а]; $V_T = 113$ м/мин – поверхность 2 [карта 21, поз. № 8, инд. а].

По карте 21 [Гузеев В. И. «Режимы резания»] выбираем поправочный коэффициент для черновой стадии обработки в зависимости от инструментального материала $K_{VM} = 0,95$.

Поправочные коэффициенты на точение: $K_{VM} = 1,1$; $K_{Vc} = 0,5$; $K_{Vo} = 1$; $K_{Vj} = 1$; $K_{V\phi} = 0,95$ – поверхности 1, 2; $K_{V\phi} = 1,15$ – поверхность 3; $K_{VT} = 1$; $K_{Vж} = 1$.

$$V = 165 \cdot 0,95 \cdot 0,5 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,95 \cdot 1,1 = 80 \text{ м/мин – поверхность 1;}$$

$$V = 133 \cdot 0,95 \cdot 0,5 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,95 \cdot 1,1 = 66 \text{ м/мин – поверхность 2;}$$

$$V = 165 \cdot 0,95 \cdot 0,5 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,15 \cdot 1,1 = 99 \text{ м/мин – поверхность 3.}$$

Скорость резания при сверлении $V = 20,5$ м/мин [карта 46, поз. № 3, инд. о].

Поправочные коэффициенты по карте 53 [Гузеев В. И. «Режимы резания»]: $K_{VM} = 0,94$; $K_{Vп} = 1$; $K_{Vl} = 1$; $K_{VT} = 1$; $K_{Vж} = 1$; $K_{Vн} = 2,2$.

$$V = 0,94 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 2,2 = 41 \text{ м/мин – поверхность 5.}$$

Частоту вращения шпинделя определяем по формуле:

$$n = \frac{1000V}{\pi D}; \text{ мин}^{-1}$$

$$n = \frac{1000 \cdot 80}{3,14 \cdot 36} = 708 \text{ мин}^{-1}, n_{\phi} = 710 \text{ мин}^{-1} \text{ – поверхность 1;}$$

$$n = \frac{1000 \cdot 66}{3,14 \cdot 30} = 700 \text{ мин}^{-1}, n_{\phi} = 710 \text{ мин}^{-1} \text{ – поверхность 2;}$$

$$n = \frac{1000 \cdot 99}{3,14 \cdot 36} = 876 \text{ мин}^{-1}, n_{\phi} = 800 \text{ мин}^{-1} \text{ – поверхность 3;}$$

$$n = \frac{1000 \cdot 49}{3,14 \cdot 36} = 435,5 \text{ мин}^{-1}, n_{\phi} = 500 \text{ мин}^{-1} \text{ – поверхность 4;}$$

					151001.2016.249.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		49

Окончание таблицы 2.10 – Время автоматической работы станка по программе

5 - 6	0	-3	3	85,2	-	0,03
6 - 7	-26	0	26	63,9	-	0,41
7 - 8	0	4	4	355	0,01	-
8 - 0	142	31	142	355	0,47	-
Инстр. №3	-	-	-	-	0,05	-
0 - 9	-97	34,3	97	355	0,32	-
9 - 10	-22	0	22	90	-	0,24
10 - 11	0	1	1	250	0,003	-
11 - 12	22	0	22	250	0,07	-
12 - 13	0	1,3	1,3	250	0,004	-
13 - 14	-22	0	22	90	-	0,24
14 - 15	0	2	2	250	0,006	-
15 - 16	22	0	22	250	0,07	-
16 - 17	0	-2,15	2,15	250	0,007	-
17 - 18	-22	0	22	90	-	0,24
18 - 19	0	3	3	250	0,01	-
19 - 0	122	29,75	122	250	0,41	0
Инстр. №4	-	-	-	-	0,05	-
0 - 20	-7	50	50	250	0,17	-
20 - 21	-77	0	77	45	-	1,7
21 - 22	77	0	77	250	0,26	-
22 - 0	10	50	50	250	0,17	-
					$\sum T_{мв} =$	$\sum T_{оа}$
					3,3	=
						3,24

Расчёт времени автоматической работы станка по программе .

$$T_a = 3,3 + 3,24 = 6,54 \text{ мин.}$$

					151001.2016.249.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		52

Определение нормы штучного времени.

Вспомогательное время на установку и снятие детали, $T_{уст} = 3$ мин.

Вспомогательное время, связанное с операцией:

$$T_{в.оп} = 0,15 + 0,03 = 0,18 \text{ мин.}$$

Вспомогательное время на контрольные измерения: нутромер, $T = 0,18$ мин; пробка-лекало для проверки соосности, $T = 0,14$ мин; специальное приспособление для проверки перпендикулярности, $T = 0,25$ мин; микрометр, $T = 0,19$ мин; скоба резьбовая, $T = 0,1$ мин; штангенглубиномер, $T = 0,09$ мин.

$$T_{в.изм.} = 0,18 + 0,14 + 0,25 + 0,19 + 0,1 + 0,09 = 0,95 \text{ мин.}$$

Суммарное вспомогательное время:

$$T_{в} = 3 + 0,18 + 0,95 = 4,13 \text{ мин.}$$

Время на организационное и техническое обслуживание рабочего места, отдых и личные потребности:

$$a_{тех} + a_{орг} + a_{от.л} = 8\%.$$

Окончательная норма штучного времени:

$$T_{шт} = (6,54 + 4,13) \cdot (1 + 0,08) = 11,5 \text{ мин.}$$

Определение нормы подготовительно-заключительного времени.

Время на организационную подготовку:

$$T_{пз1} = 4 + 2 + 7 + 2 = 15 \text{ мин.}$$

Время на наладку станка, приспособлений, инструмента, программных устройств: установить и снять 4 - х кулачковый патрон, $T = 4$ мин; установить и снять режущий инструмент, $T = 2,5 \cdot 4 = 10$ мин; ввести программу, $T = 1,4$ мин; установить координаты инструмента, $T = 3 \cdot 4 = 12$ мин.

$$T_{пз2} = 4 + 10 + 1,4 + 12 = 27,4 \text{ мин.}$$

Время на пробную обработку.

$$t_{пр\ обр} = 10 \text{ мин.}$$

Поправочный коэффициент на это время в зависимости от обрабатываемого материала $K_M = 0,95$.

$$T_{пр\ обр} = t_{пр\ обр} + t_{ца} = 10 \cdot 0,95 + 7,2 = 16,7 \text{ мин.}$$

					151001.2016.249.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		53

Итого подготовительно-заключительное время на партию деталей:

$$T_{пз} = 15 + 24,7 + 16,7 = 56,4 \text{ мин.}$$

Общая норма времени определяется:

$$T = T_{шт} + \frac{T_{пз}}{n} = 11,5 + \frac{56,4}{1000} = 11,6 \text{ мин.}$$

010 операция токарная с ЧПУ 2-ой и 3-ий установки.

Точность обработки поверхностей: 1, 2,3 – IT14; Шероховатость поверхностей: 1, 2, 3 – Ra 25.

Состояние поверхностей – корка. Припуск на обработку поверхности: 1 – 1 мм, 2 – 4 мм.

Базирование заготовки в центрах с поводком.

Содержание операции: 1) проточить поверхность 1; 2) проточить поверхность 2; 3) нарезать резьбу.

Выбор стадии обработки.

Поверхности 1, 2, 3 – черновая стадия обработки.

Выбор глубины резания: $t_1 = 0,5$ мм; $t_2 = 4$ мм; $t_3 = 0,3$ мм.

Выбор инструмента.

На станке используют резцы с сечением державки 25×25 мм. Для обработки поверхности 1 по приложению 7 [Гузев В. И. «Режимы резания»] принимаем трехгранную пластину с углом при вершине 45° из твердого сплава Т15К6. Выбираем способ крепления пластины клин-прихватом. Для протачивания канавки выбираем канавочный резец Т15К6. Для нарезания резьбы выбираем резьбовой резец с твердосплавной пластиной ВК6-М.

На рисунке 2.10 представлена расчетно-технологическая схема на второй установ 010 операции (токарная с ЧПУ).

По приложению 7 [Гузев В. И. «Режимы резания»] выбираем углы в плане: $\varphi = 90^\circ$; $\varphi_1 = 10^\circ$ – для обработки поверхности 1.

Определяем геометрические параметры режущей части резца.

Для поверхности 1:

$\alpha = 6^\circ$ – задний угол;

					151001.2016.249.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		54

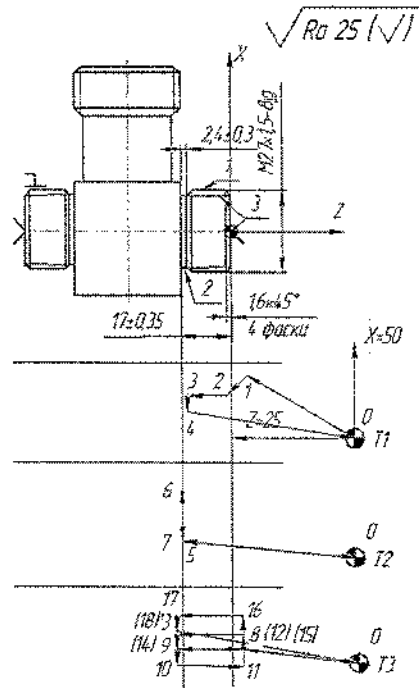


Рисунок 2.10 – Расчетно-технологическая схема на второй установ
010 операции (токарная с ЧПУ)

$\gamma = 10^\circ$ – передний угол;

форма передней поверхности – 2 (плоская с фаской);

$f = 0,5$ – ширина фаски главной режущей кромки;

$\rho = 0,03$ – радиус скругления режущей кромки;

$r_b = 1$ – радиус вершины резца.

Для поверхности 2:

$\alpha = 6^\circ$ – задний угол;

$\gamma = 15^\circ$ – передний угол;

форма передней поверхности – 2 (плоская с фаской);

$f = 0,4$ – ширина фаски главной режущей кромки;

$\rho = 0,04$ – радиус скругления режущей кромки;

$r_b = 0,6$ – радиус вершины резца.

По приложению 13 [Гузев В. И. «Режимы резания»] находим нормативный период стойкости, $T = 30$ мин.

					151001.2016.249.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		55

Выбор подачи: $S_{от} = 0,22$ мм/об – поверхности 1 [карта 3, поз. № 7, инд. б]; $S_{от} = 0,17$ мм/об – поверхность 2 [карта 3, поз. № 9, инд. б]; $S_R = 0,184$ мм/проход – поверхность 3 [карта 39].

По карте 3 [Гузеев В. И. «Режимы резания»] определяем поправочный коэффициент на подачу в зависимости от инструментального материала: $K_{SM} = 0,8$ – поверхности 1, 2; $K_{SM} = 1$ – поверхность 3.

По карте 3 [Гузеев В. И. «Режимы резания»] определяем поправочные коэффициенты на подачу при точении для измененных условий обработки: $K_{Sд} = 1$; $K_{Sh} = 1$; $K_{SM} = 1,05$; $K_{Sз} = 1$; $K_{Sф} = 0,95$; $K_{Sj} = 1$; $K_{Sn} = 0,85$.

$$S_o = 0,22 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,05 \cdot 1 \cdot 0,95 \cdot 1 \cdot 0,85 \cdot 0,8 = 0,15 \text{ мм/об – пов. 1;}$$

$$S_o = 0,17 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,05 \cdot 1 \cdot 0,95 \cdot 1 \cdot 0,85 \cdot 0,8 = 0,11 \text{ мм/об – пов. 2.}$$

Рассчитанные подачи для черновой стадии обработки проверяем по осевой P_x и радиальной P_y силам резания, допустимым прочностью механизма.

По карте 32 [Гузеев В. И. «Режимы резания»] определяем табличные значения сил резания при точении: $P_{ХТ} = 530$ Н [поз. № 1, инд. а]; $P_{УТ} = 160$ Н [поз. № 2, инд. а].

По карте 33 [Гузеев В. И. «Режимы резания»] определяем поправочные коэффициенты на силы резания: $K_{PMx} = K_{PMу} = 0,95$; $K_{Pфx} = K_{Pфy} = 1$; $K_{P_{yx}} = K_{P_{yy}} = 0,9$; $K_{P_{xx}} = K_{P_{yy}} = 1$.

$$P_x = 530 \cdot 0,95 \cdot 1 \cdot 0,9 \cdot 1 = 453 \text{ Н;}$$

$$P_y = 160 \cdot 0,95 \cdot 1 \cdot 0,9 \cdot 1 = 316 \text{ Н.}$$

Рассчитанные значения составляющих сил резания меньше чем допускается механизмом подач станка.

По карте 21 [Гузеев В. И. «Режимы резания»] выбираем скорость резания: $V_T = 165$ м/мин [поз. № 7, инд. а] – поверхность 1; $V_T = 113$ м/мин [поз. № 8, инд. а] – поверхность 2; $V_T = 49$ м/мин [поз. № 3, инд. б] – поверхность 3.

Поправочные коэффициенты: $K_{VM1} = 0,95$; $K_{VM2} = 1,1$; $K_{Vc} = 0,5$; $K_{Vo} = 1$; $K_{Vj} = 1$; $K_{Vф} = 1,1$; $K_{VT} = 0,95$; $K_{Vж} = 1$.

$$V = 165 \cdot 0,95 \cdot 0,5 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,95 \cdot 1,1 = 80 \text{ м/мин – поверхности 1;}$$

$$V = 133 \cdot 1,1 \cdot 0,5 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,95 \cdot 1,1 = 76,4 \text{ м/мин – поверхности 2.}$$

					151001.2016.249.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		56

Частоту вращения шпинделя определяем по формуле:

$$n = \frac{1000V}{\pi D}; \text{мин}^{-1}$$

$$n = \frac{1000 \cdot 80}{3,14 \cdot 27} = 944 \text{ мин}^{-1}, n_{\phi} = 1000 \text{ мин}^{-1} - \text{поверхность 1};$$

$$n = \frac{1000 \cdot 76,4}{3,14 \cdot 24} = 1014 \text{ мин}^{-1}, n_{\phi} = 1000 \text{ мин}^{-1} - \text{поверхность 2};$$

$$n = \frac{1000 \cdot 49}{3,14 \cdot 27} = 578,5 \text{ мин}^{-1}, n_{\phi} = 500 \text{ мин}^{-1} - \text{поверхность 3.}$$

Определяем фактическую скорость резания:

$$V_{\phi} = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 27 \cdot 1000}{1000} = 84,8 \frac{\text{м}}{\text{мин}} - \text{поверхность 1};$$

$$V_{\phi} = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 24 \cdot 1000}{1000} = 75,4 \frac{\text{м}}{\text{мин}} - \text{поверхность 2};$$

$$V_{\phi} = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 27 \cdot 500}{1000} = 42,4 \frac{\text{м}}{\text{мин}} - \text{поверхность 3.}$$

Проверка по мощности главного движения.

$$N_T = 3,2 \text{ кВт [карта 21, поз. № 7, инд. а]}; K_N = 0,85 \text{ [карта 21].}$$

$$N = N_T \cdot K_N \frac{V_{\phi}}{V_T} = 3,2 \cdot 0,85 \frac{84,8}{80} = 1,7 \text{ кВт} - \text{поверхности 1};$$

$$N_T = 3,3 \text{ кВт [карта 21, поз. № 8, инд. а]}; K_N = 0,85 \text{ [карта 21].}$$

$$N = 3,3 \cdot 0,85 \frac{75,4}{76,4} = 2,8 \text{ кВт} - \text{поверхность 2};$$

$$N_T = 0,95 \text{ кВт}; K_N = 1 \text{ [карта 39].}$$

$$N = 0,95 \cdot 1 \frac{42,4}{49} = 0,8 \text{ кВт} - \text{поверхность 3.}$$

Ни одно из рассчитанных значений не превышает мощности привода главного движения станка. Следовательно, установленные режимы резания по мощности осуществимы.

В таблице 2.11 представлены режимы резания на 010-ую операцию (токарная с ЧПУ), 2-ой и 3-ий установы.

					151001.2016.249.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		57

Таблица 2.11 – Режимы резания.

Элементы режима резания	Стадии обработки		
	Черновая		
	№ поверхности		
	1	2	3
t, мм	0,5	4	0,3
S _{OT} , мм/об	0,22	0,17	0,184
S _O , мм/об	0,15	0,11	0,18
V _T , м/мин	165	133	49
V, м/мин	80	76,4	49
n _ф , мин ⁻¹	1000	1000	500
V _ф , м/мин	84,8	75,4	42,4
N _T , кВт	3,2	3,3	0,95
N _ф , кВт	1,7	2,8	0,8
S _M , мм/мин	85,2	63,9	90

Определение времени автоматической работы станка по программе представлено в таблице 2.12.

Таблица 2.12 – Время автоматической работы станка по программе

Траектория и № инструмента	Ось z, мм	Ось x, мм	L _i , мм	S _M , мм/мин	T _{M.в.} , мин	T _{оа} , мин
Инстр. №1	-	-	-	-	0,15	-
0 - 1	-22	-34,3	34,3	500	0,11	-
1 - 2	-4,6	4,6	4,6	500	0,01	-
2 - 3	-16	0	16	85,2	-	0,19
3 - 4	0	1	1	500	0,003	-
4 - 0	41	45,5	45,5	500	0,15	-
Инстр. №2	-	-	-	-	0,05	-
0 - 5	-42	-26	42	500	0,14	-

Окончание таблицы 2.12 – Время автоматической работы станка по программе

5 - 6	0	-12,1	12,1	63,9		0,19
6 - 7	0	12,1	12,1	500	-	-
7 - 0	42	26	42	500	0,04	-
Инстр. №3	-	-	-	-	0,14	-
0 - 8	-22	36,7	36,7	500	0,05	-
8 - 9	-19	0	19	90	0,12	0,21
9 - 10	0	-1	1	250	-	-
10 - 11	19	0	19	250	0,003	-
11 - 12	0	-1,3	1,3	250	0,06	-
12 - 13	-19	0	19	90	0,004	0,21
13 - 14	0	2	2	250	-	-
14 - 15	19	0	19	250	0,007	-
15 - 16	0	-2,15	-2,15	250	0,06	-
16 - 17	-19	0	19	90	0,007	0,21
17 - 18	0	1,75	1,75	250	-	-
18 - 0	44	35,5	44	250	0,006	-
					0,15	$\sum T_{ор} =$
					$\sum T_{мв} =$	=1,01
					=1,26	

Расчёт времени автоматической работы станка по программе.

$$T_a = 1,26 + 1,01 = 2,27 \text{ мин.}$$

Определение нормы штучного времени.

Вспомогательное время на установку и снятие детали, $T_{уст} = 0,2$ мин.

Вспомогательное время, связанное с операцией:

$$T_{в.оп} = 0,15 + 0,03 = 0,18 \text{ мин.}$$

Вспомогательное время на контрольные измерения: штангенциркуль,

$T = 0,1$ мин; скоба резьбовая, $T = 0,1$ мин; штангенглубиномер, $T = 0,2$ мин.

					151001.2016.249.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		59

$$T_{в,изм.} = 0,1 + 0,1 + 0,2 = 0,4 \text{ мин.}$$

Суммарное вспомогательное время:

$$T_{в} = 0,2 + 0,18 + 0,4 = 0,78 \text{ мин.}$$

Время на организационное и техническое обслуживание рабочего места, отдых и личные потребности:

$$a_{тех} + a_{орг} + a_{от.л} = 8\%.$$

Окончательная норма штучного времени:

$$T_{шт} = (2,27 + 0,78) \cdot (1 + 0,08) = 3,3 \text{ мин.}$$

Определение нормы подготовительно-заключительного времени.

Время на организационную подготовку:

$$T_{пз1} = 4 + 2 + 7 + 2 = 15 \text{ мин.}$$

Время на наладку станка, приспособлений, инструмента, программных устройств: установить и снять оправку и центра $T = 4,5 + 1,5 = 6$ мин; установить и снять режущий инструмент $T = 2,5 \cdot 3 = 7,5$ мин; ввести программу $T = 1,4$ мин; установить координаты инструмента $T = 3 \cdot 3 = 9$ мин.

$$T_{пз2} = 6 + 7,5 + 1,4 + 9 = 23,9 \text{ мин.}$$

Время на пробную обработку.

$$t_{пр\ обр} = 5,4 \text{ мин.}$$

Поправочный коэффициент на это время в зависимости от обрабатываемого материала $K_m = 0,95$.

$$T_{пр\ обр} = t_{пр\ обр} \cdot K_m + t_{ца} = 5,4 \cdot 0,95 + 2,27 = 11,64 \text{ мин.}$$

Итого подготовительно-заключительное время на партию деталей:

$$T_{пз} = 11,64 + 23,9 + 15 = 50,54 \text{ мин.}$$

Общая норма времени определяется:

$$T = T_{шт} + \frac{T_{пз}}{n} = 3,3 + \frac{50,54}{1000} = 3,35 \text{ мин.}$$

015 операция комплексная на ОЦ с ЧПУ.

Точность обработки поверхностей: 1, 2, 3, 4 – IT14; Шероховатость поверхностей: 1, 2, 3, 4 – Ra 25.

					151001.2016.249.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		60

Состояние поверхностей – корка. Припуск на обработку поверхности:
1 – 0,6 мм, 2 – 0,9 мм; 3 – 1 мм; 4 – 3 мм.

Модель станка Akira Seiki PC 460.

Паспортные данные станка:

– частота вращения шпинделя, n , мин^{-1} : 40; 50; 63; 80; 100; 125; 160; 200;
250; 315; 400; 500; 630; 800; 1000; 1250; 1600; 2000; 2250; 2600; 3000.

– пределы подач S_0 , мм/об.: по оси координат x – 0,005...2,8; по оси
координат z – 0,01...5,6; регулирование подачи бесступенчатое;

– скорость ускоренных подач по осям x , z , y 60 м/мин;

– максимальное усилие подачи H : по оси координат x – 3600, по оси
координат z – 8000;

– мощность привода главного движения, кВт – 4,5.

Базирование заготовки в центрах с поводком.

Содержание операции: фрезеровать поверхности 1, 2, 3, 4.

Выбор глубины резания: $t_1 = 0,6$ мм; $t_2 = 0,9$ мм; мм; $t_3 = 1$ мм; $t_4 = 3$ мм.

Выбор инструмента.

Поверхность 1: торцевая фреза со сменными твердосплавными
пластинами T15K6; $D = 50$ мм; $z = 4$; $\varphi = 65^\circ$.

Поверхность 2, 3: концевая фреза T15K6; $z = 4$; $\gamma = 0^\circ$; $D = 20$ мм;
 $\alpha = 20^\circ$; $\gamma_1 = 0^\circ$; $\alpha_2 = 8^\circ$.

Поверхность 4: торцевая фреза со сменными твердосплавными
пластинами T15K6; $D = 25$ мм; $z = 2$; $\varphi = 45^\circ$.

На рисунке 2.11 представлена расчетно-технологическая схема на 015
операции (комплексная на ОЦ с ЧПУ).

Выбор подачи: $S_{zr} = 0,16$ мм/зуб – поверхности 1, 4 [карта 56, поз. №
1, инд. а]; $S_{zr} = 0,03$ мм/зуб – поверхности 2, 3 [карта 79, поз. № 1, инд. б].

					151001.2016.249.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		61

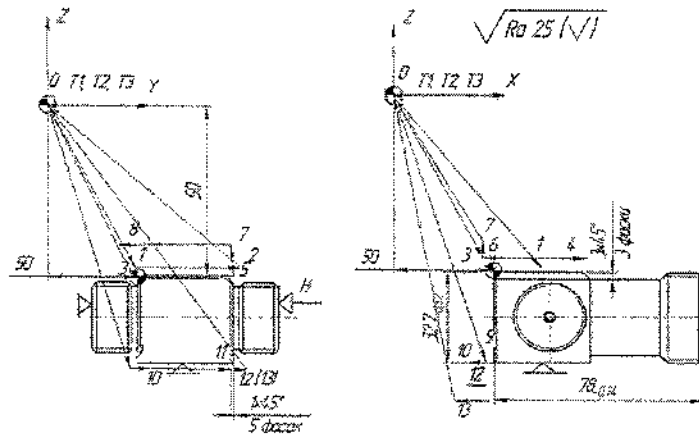


Рисунок 2.11 – Расчетно-технологическая схема на 015 операции
(комплексная на ОЦ с ЧПУ)

Определяем поправочные коэффициенты: $K_{SM} = 1$ – поверхности 2, 3; $K_{SM} = 1,1$ – поверхности 1, 4; $K_{Sn} = 0,8$ – поверхности 2,3; $K_{Sn} = 1$ – поверхности 1, 4; $K_{S\phi} = 1$ – поверхность 1; $K_{S\phi} = 1,15$ – поверхность 4; $K_{Sp} = 1$ – поверхности 1, 4; $K_{Sc} = 1$ – поверхности 1, 4; $K_{S\phi} = 1$ – поверхности 2, 3; $K_{Sj} = 1$ – поверхности 2, 3.

$$S_z = 0,16 \cdot 1,1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0,18 \text{ мм/об} \text{ – поверхность 1;}$$

$$S_z = 0,16 \cdot 1,1 \cdot 1 \cdot 1,15 \cdot 1 \cdot 1 = 0,2 \text{ мм/об} \text{ – поверхность 4;}$$

$$S_z = 0,03 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,8 = 0,02 \text{ мм/об} \text{ – поверхности 2, 3.}$$

Выбор скорости резания: $V_T = 271$ м/мин – поверхность 1 [карта 65, поз. № 2, инд. г]; $V_T = 44$ м/мин – поверхности 2, 3 [карта 84, поз. № 17, инд. а]; $V_T = 254$ м/мин – поверхность 4 [карта 65, поз. № 8, инд. г].

Поправочные коэффициенты: $K_{VM} = 1,1$ – поверхности 1, 4; $K_{VM} = 1,15$ – поверхности 2, 3; $K_{Vn} = 1$ – поверхности 1, 4; $K_{Vn} = 2,8$ – поверхности 2, 3; $K_{Vn} = 0,8$ – поверхности 1, 2, 3, 4; $K_{V\phi} = 1$ – поверхность 1; $K_{V\phi} = 0,95$ – поверхность 4; $K_{VB} = 1$ – поверхность 1; $K_{VB} = 0,85$ – поверхности 2, 3; $K_{VB} = 1,3$ – поверхность 4; $K_{VT} = 1$ – поверхности 1, 2, 3, 4; $K_{VP} = 1$ – поверхности 1, 4; $K_{VЖ} = 1$ – поверхности 1, 2, 3, 4; $K_{VO} = 1$ – поверхности 1, 4; $K_{VO} = 0,5$ – поверхности 2, 3.

					151001.2016.249.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		62

$$V = 271 \cdot 0,8 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,1 = 238,5 \text{ м/мин} - \text{поверхность 1};$$

$$V = 44 \cdot 1,15 \cdot 0,5 \cdot 2,8 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,8 \cdot 0,85 = 48 \text{ м/мин} - \text{поверхности 2, 3};$$

$$V = 254 \cdot 1,1 \cdot 0,8 \cdot 1 \cdot 1,3 \cdot 1,1 = 319,6 \text{ м/мин} - \text{поверхность 4}.$$

Частоту вращения шпинделя определяем по формуле:

$$n = \frac{1000V}{\pi D}; \text{ мин}^{-1}$$

$$n = \frac{1000 \cdot 238,5}{3,14 \cdot 50} = 1519 \text{ мин}^{-1}, n_{\phi} = 1600 \text{ мин}^{-1} - \text{поверхность 1};$$

$$n = \frac{1000 \cdot 48}{3,14 \cdot 20} = 700,8 \text{ мин}^{-1}, n_{\phi} = 630 \text{ мин}^{-1} - \text{поверхности 2, 3};$$

$$n = \frac{1000 \cdot 319,6}{3,14 \cdot 20} = 2035 \text{ мин}^{-1}, n_{\phi} = 2000 \text{ мин}^{-1} - \text{поверхность 4}.$$

Определяем фактическую скорость резания:

$$V_{\phi} = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 50 \cdot 1600}{1000} = 251 \frac{\text{м}}{\text{мин}} - \text{поверхность 1};$$

$$V_{\phi} = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 20 \cdot 630}{1000} = 39,5 \frac{\text{м}}{\text{мин}} - \text{поверхности 2, 3};$$

$$V_{\phi} = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 20 \cdot 319,6}{1000} = 314 \frac{\text{м}}{\text{мин}} - \text{поверхность 4}.$$

Проверка по мощности главного движения.

$$N_T = 4,1 \text{ кВт} [\text{карта 65, поз. № 2, инд. е}];$$

$$N = 4,1 \cdot 0,95 \cdot 0,8 \cdot 1 \cdot 1 = 3,1 \text{ кВт};$$

$$N_{\phi} = N \cdot \frac{V_{\phi}}{V_T} = 3,1 \cdot \frac{251}{238,5} = 3,3 \text{ кВт} - \text{поверхность 1};$$

$$N_T = 0,39 \text{ кВт} [\text{карта 84, поз. № 17, инд. б}];$$

$$N = 0,39 \cdot 0,5 \cdot 0,9 \cdot 2,8 \cdot 1 \cdot 0,85 \cdot 0,8 \cdot 1 = 0,33 \text{ кВт};$$

$$N_{\phi} = N \cdot \frac{V_{\phi}}{V_T} = 0,33 \cdot \frac{39,5}{48} = 0,27 \text{ кВт} - \text{поверхности 2, 3};$$

$$N_T = 12,3 \text{ кВт} [\text{карта 65, поз. № 8, инд. е}];$$

$$N = 12,3 \cdot 0,95 \cdot 0,8 \cdot 0,95 \cdot 0,4 = 3,6 \text{ кВт};$$

$$N_{\phi} = N \cdot \frac{V_{\phi}}{V_T} = 3,6 \cdot \frac{314}{319,6} = 3,5 \text{ кВт} - \text{поверхность 1}.$$

					151001.2016.249.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		63

Ни одно из рассчитанных значений не превышает мощности привода главного движения станка. Следовательно, установленные режимы резания по мощности осуществимы.

В таблице 2.13 представлены режимы резания для 015-ой операции (комплексная на ОЦ с ЧПУ).

Таблица 2.13 – Режимы резания

Элементы режима резания	Стадии обработки			
	Черновая			
	№ поверхности			
	1	2	3	4
t , мм	0,6	0,9	1	3
S_{OT} , мм/зуб	0,16	0,03	0,03	0,16
S_O , мм/зуб	0,18	0,02	0,02	0,2
V_T , м/мин	271	44	44	254
V , м/мин	238,5	48	48	319,6
n_ϕ , мин ⁻¹	1600	630	630	2000
V_ϕ , м/мин	251	39,5	39,5	314
N_T , кВт	4,1	0,39	0,39	12,3
N_ϕ , кВт	3,3	0,27	0,27	3,5
S_m , мм/мин	288	12,6	12,6	400

Определение времени автоматической работы станка по программе представлено в таблице 2.14.

Таблица 2.14 – Время автоматической работы станка по программе

Траектория и № инструмент а	Ось z, мм	Ось x, мм	Ось y, мм	L_i , мм	S_m , мм/мин	$T_{м.в.}$, мин	$T_{оа}$, мин
Инстр. №1	-	-	-	-	-	0,15	-
0 - 1	-50	68	22	68	800	0,23	-
1 - 2	0	0	92	92	288	-	0,32
2 - 0	50	-68	114	114	800	0,38	-

Окончание таблицы 2.14 – Время автоматической работы станка по программе

Инстр. №2	-	-	-	-	-	0,05	-
0 - 3	-53	37	43	53	1000	0,18	-
3 - 4	0	56	0	56	400	-	0,14
4 - 5	0	0	50	50	400	-	0,12
5 - 6	0	-50	0	50	400	-	0,12
6 - 7	2	0	0	2	1000	0,007	-
7 - 8	0	0	-56	56	400	-	0,14
8 - 0	51	40	40	51	1000	0,17	-
Инстр. №3	-	-	-	-	-	0,05	-
0 - 9	-87	41	47	87	315	0,29	-
9 - 10	0	-1	4	4	12,6	-	0,32
10 - 11	0	0	54	54	12,6	-	4,29
11 - 12	0	4	1	4	12,6	-	0,32
12 - 13	0	-2	0	2	315	0,007	-
13 - 0	87	49	-106	106	315	0,35	-
						$\Sigma T_{\text{мр}} = 1,86$	$\Sigma T_{\text{об}} = 5,73$

Расчёт времени автоматической работы станка по программе.

$$T_a = 1,86 + 5,73 = 7,59 \text{ мин.}$$

Определение нормы штучного времени.

Вспомогательное время на установку и снятие детали, $T_{\text{уст}} = 0,17$ мин.

Вспомогательное время, связанное с операцией:

$$T_{\text{в.оп}} = 0,15 + 0,04 = 0,19 \text{ мин.}$$

Вспомогательное время на контрольные измерения: штангенциркуль,

$T = 0,1$ мин; $T = 0,13$ мин.

$$T_{\text{в.изм.}} = 0,1 + 0,13 = 0,23 \text{ мин.}$$

Суммарное вспомогательное время:

$$T_v = 0,17 + 0,19 + 0,23 = 0,59 \text{ мин.}$$

						151001.2016.249.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			65

Время на организационное и техническое обслуживание рабочего места, отдых и личные потребности:

$$a_{\text{тех}} + a_{\text{орг}} + a_{\text{от.л}} = 8\%.$$

Окончательная норма штучного времени:

$$T_{\text{шт}} = (7,59 + 0,59) \cdot (1 + 0,08) = 8,8 \text{ мин.}$$

Определение нормы подготовительно-заключительного времени.

Время на организационную подготовку:

$$T_{\text{пз1}} = 4 + 2 + 7 + 2 = 15 \text{ мин.}$$

Время на наладку станка, приспособлений, инструмента, программных устройств: установить и снять тиски, $T = 3$ мин; установить и снять режущий инструмент, $T = 1 \cdot 3 = 3$ мин; ввести программу, $T = 1,4$ мин; установить координаты инструмента, $T = 3 \cdot 3 = 9$ мин.

$$T_{\text{пз2}} = 3 + 1,4 + 9 + 3 = 19,4 \text{ мин.}$$

Время на пробную обработку.

$$t_{\text{пр обр}} = 5,4 \text{ мин.}$$

Поправочный коэффициент на это время в зависимости от обрабатываемого материала $K_M = 0,95$.

$$T_{\text{пр обр}} = t_{\text{пр обр}} + t_{\text{ца}} = 5,4 \cdot 0,95 + 7,59 = 12,72 \text{ мин.}$$

Итого подготовительно-заключительное время на партию деталей:

$$T_{\text{пз}} = 15 + 19,4 + 12,72 = 47,12 \text{ мин.}$$

Общая норма времени определяется:

$$T = T_{\text{шт}} + \frac{T_{\text{пз}}}{n} = 8,8 + \frac{47,12}{1000} = 8,84 \text{ мин.}$$

015 операция комплексная с ЧПУ 2 – ой установ.

В таблице 2.15 представлены режимы резания для 015-ой операции (комплексная с ЧПУ), 2-го установа.

					151001.2016.249.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		66

Таблица 2.15 – Режимы резания

Элементы режима резания	Стадии обработки	
	Черновая	
	№ поверхности	
	1	4
t , мм	0,7	3
S_{OT} , мм/зуб	0,16	0,16
S_O , мм/зуб	0,18	0,2
V_T , м/мин	271	254
V , м/мин	238,5	319,6
n_ϕ , мин ⁻¹	1600	2000
V_ϕ , м/мин	251	314
N_T , кВт	4,1	12,3
N_ϕ , кВт	3,3	3,5
S_m , мм/мин	288	400

Определение времени автоматической работы станка по программе.

Таблица 2.16 – Время автоматической работы станка по программе

Траектория и № инструмента	Ось z, мм	Ось x, мм	Ось y, мм	L_i , мм	S_m , мм/мин	$T_{м.в.}$, мин	T_{oa} , мин
Инстр. №1	-	-	-	-	-	0,15	-
0 - 1	-50	68	22	68	800	0,23	-
1 - 2	0	0	92	92	288	-	0,32
2 - 0	50	-68	114	114	800	0,38	-
Инстр. №2	-	-	-	-	-	0,05	-
0 - 3	-53	37	43	53	1000	0,18	-
3 - 4	0	56	0	56	400	-	0,14
4 - 5	0	0	50	50	400	-	0,12
5 - 6	0	-50	0	50	400	-	0,12
6 - 7	2	0	0	2	1000	0,007	-
7 - 8	0	0	-56	56	400	-	0,14
8 - 0	51	40	40	51	1000	0,17	-
						$\Sigma T_{м.в.} = 1,24$	$\Sigma T_{oa} = 0,84$

Расчёт времени автоматической работы станка по программе.

$$T_a = 1,24 + 0,84 = 2,1 \text{ мин.}$$

Определение нормы штучного времени.

Вспомогательное время на установку и снятие детали, $T_{уст} = 0,17$ мин.

Вспомогательное время, связанное с операцией:

$$T_{в.оп} = 0,15 + 0,04 = 0,19 \text{ мин.}$$

Вспомогательное время на контрольные измерения: штангенциркуль,
 $T = 0,1$ мин.

Суммарное вспомогательное время:

$$T_b = 0,17 + 0,19 + 0,1 = 0,46 \text{ мин.}$$

Время на организационное и техническое обслуживание рабочего места, отдых и личные потребности:

$$a_{тех} + a_{орг} + a_{от.л} = 8\%.$$

Окончательная норма штучного времени:

$$T_{шт} = (2,1 + 0,46) \cdot (1 + 0,08) = 2,76 \text{ мин.}$$

Определение нормы подготовительно-заключительного времени.

Время на организационную подготовку:

$$T_{пз1} = 4 + 2 + 7 + 2 = 15 \text{ мин.}$$

Время на наладку станка, приспособлений, инструмента, программных устройств: установить и снять тиски $T = 3$ мин; установить и снять режущий инструмент $T = 1 \cdot 2 = 2$ мин; ввести программу $T = 1,4$ мин; установить координаты инструмента $T = 3 \cdot 2 = 6$ мин.

$$T_{пз2} = 3 + 1,4 + 6 + 2 = 12,4 \text{ мин.}$$

Время на пробную обработку.

$$t_{пр\ обр} = 3,8 \text{ мин.}$$

Поправочный коэффициент на это время в зависимости от обрабатываемого материала $K_m = 0,95$.

$$T_{пр\ обр} = t_{пр\ обр} \cdot K_m + t_{цв} = 3,8 \cdot 0,95 + 2,1 = 5,71 \text{ мин.}$$

Итого подготовительно-заключительное время на партию деталей:

					151001.2016.249.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		68

$$T_{пз} = 15 + 12,4 + 5,71 = 32,5 \text{ мин.}$$

Общая норма времени определяется:

$$T = T_{шт} + \frac{T_{пз}}{n} = 2,76 + \frac{32,5}{1000} = 2,79 \text{ мин.}$$

015 операция комплексная с ЧПУ 3-ий установ.

Точность обработки поверхностей: 1, 2 – IT11; Шероховатость поверхностей: 1, 2 – Ra 12,5.

Припуск на обработку поверхности: 1 – 3 мм, 2 – 7 мм; 3 – 3 мм.

Содержание операции: 1) фрезеровать поверхности 1, 2, 3.

Выбор стадии обработки.

Поверхности 1, 2, 3, 4 – получистовая стадия обработки.

Выбор глубины резания: $t_1 = 3$ мм; $t_2 = 7$ мм; мм; $t_3 = 3$ мм.

Выбор инструмента.

Поверхность 1: концевая фреза T15K6; $z = 3$; $\gamma = 0^\circ$; $D = 22$ мм; $\alpha = 20^\circ$; $\gamma_1 = 0^\circ$; $\alpha_1 = 8^\circ$.

Поверхность 2: концевая фреза T15K6; $z = 3$; $\gamma = 0^\circ$; $D = 14$ мм; $\alpha = 20^\circ$; $\gamma_1 = 0^\circ$; $\alpha_1 = 8^\circ$.

Поверхность 3: торцевая фреза со сменными твердосплавными пластинами T15K6; $D = 12$ мм; $z = 4$; $\varphi = 45^\circ$.

Выбор подачи: $S_{zt} = 0,08$ мм/зуб – поверхность 1 [карта 79, поз. № 10, инд. е]; $S_{zt} = 0,04$ мм/зуб – поверхность 2 [карта 79, поз. № 12, инд. и]; $S_{zt} = 0,16$ мм/зуб – поверхность 3 [карта 56, поз. № 1, инд. а].

По карте 56 [Гузеев В. И. «Режимы резания»] определяем поправочные коэффициенты для измененных условий обработки: $K_{SM} = 1$ – поверхности 1, 2; $K_{SM} = 1,1$ – поверхность 3; $K_{Sv} = 0,8$ – поверхности 1, 2; $K_{Sv} = 1$ – поверхность 3; $K_{S\varphi} = 1$ – поверхности 1, 2; $K_{S\varphi} = 1,15$ – поверхность 3; $K_{S\varphi} = 1$ – поверхность 3; $K_{S\alpha} = 1$ – поверхность 3; $K_{S\alpha} = 1$ – поверхности 1, 2; $K_{Sj} = 1$ – поверхности 1, 2.

На рисунке 2.12 представлена расчетно-технологическая схема на 3-ий установ 015 операции (комплексная на ОЦ с ЧПУ).

						151001.2016.249.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			69

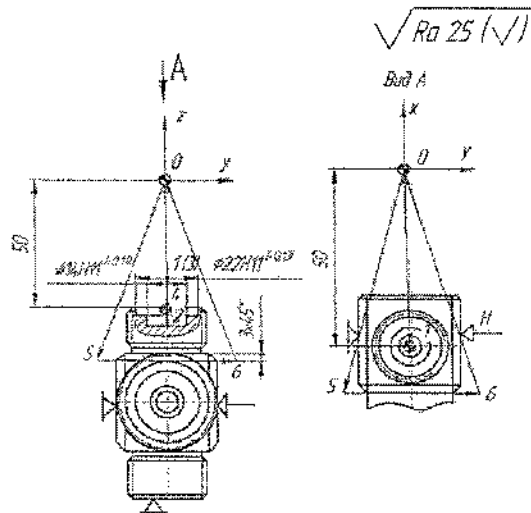


Рисунок 2.12 – Расчетно-технологическая схема на 3-ий установ
015-ой операции (комплексная на ОЦ с ЧПУ)

$$S_z = 0,04 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,8 = 0,03 \text{ мм/об} \text{ – поверхности 1;}$$

$$S_z = 0,08 \cdot 0,8 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0,06 \text{ мм/об} \text{ – поверхность 2;}$$

$$S_z = 0,16 \cdot 1,1 \cdot 1 \cdot 1,15 \cdot 1 \cdot 1 = 0,2 \text{ мм/об} \text{ – поверхность 3.}$$

Выбор скорости резания: $V_T = 20$ м/мин – поверхность 1, 2 [карта 84, поз. № 6, инд. в]; $V_T = 254$ м/мин – поверхность 3 [карта 65, поз. № 8, инд. г].

Поправочные коэффициенты: $K_{VM} = 1,1$ – поверхность 3;
 $K_{VM} = 1,15$ – поверхности 1, 2; $K_{VI} = 1$ – поверхность 3;
 $K_{VI} = 2,8$ – поверхности 1, 2; $K_{VII} = 1$ – поверхности 1, 2, 3;
 $K_{V\phi} = 0,95$ – поверхность 3; $K_{VB} = 0,85$ – поверхности 1, 2;
 $K_{VB} = 1,3$ – поверхность 3; $K_{VT} = 1$ – поверхности 1, 2, 3; $K_{VP} = 1$ – поверхность 3;
 $K_{VЖ} = 1$ – поверхности 1, 2, 3; $K_{VO} = 1$ – поверхность 3;
 $K_{VO} = 0,5$ – поверхности 1, 2.

$$V = 20 \cdot 1,15 \cdot 0,5 \cdot 2,8 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,85 = 28 \text{ м/мин} \text{ – поверхности 1, 2;}$$

$$V = 254 \cdot 1,1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,3 \cdot 1,1 = 399,5 \text{ м/мин} \text{ – поверхность 3.}$$

Частоту вращения шпинделя определяем по формуле:

$$n = \frac{1000V}{\pi D}; \text{ мин}^{-1}$$

						151001.2016.249.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			70

$$n = \frac{1000 \cdot 28}{3,14 \cdot 22} = 405,3 \text{ мин}^{-1}, n_{\phi} = 400 \text{ мин}^{-1} \text{ — поверхность 1;}$$

$$n = \frac{1000 \cdot 28}{3,14 \cdot 14} = 636,9 \text{ мин}^{-1}, n_{\phi} = 630 \text{ мин}^{-1} \text{ — поверхность 2;}$$

$$n = \frac{1000 \cdot 399,5}{3,14 \cdot 20} = 6361,4 \text{ мин}^{-1}, n_{\phi} = 3000 \text{ мин}^{-1} \text{ — поверхность 3.}$$

Определяем фактическую скорость резания:

$$V_{\phi} = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 22 \cdot 400}{1000} = 27,6 \frac{\text{м}}{\text{мин}} \text{ — поверхность 1;}$$

$$V_{\phi} = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 14 \cdot 630}{1000} = 27,7 \frac{\text{м}}{\text{мин}} \text{ — поверхности 2, 3;}$$

$$V_{\phi} = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 20 \cdot 3000}{1000} = 188,4 \frac{\text{м}}{\text{мин}} \text{ — поверхность 4.}$$

Проверка по мощности главного движения.

$$N_T = 2,53 \text{ кВт; [карта 79, поз. № 1, инд. а]}$$

$$N = 2,53 \cdot 0,5 \cdot 2,8 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 3,5 \text{ кВт;}$$

$$N_{\phi} = N \cdot \frac{V_{\phi}}{V_T} = 3,5 \cdot \frac{27,6}{28} = 3,5 \text{ кВт — поверхность 1;}$$

$$N_T = 0,91 \text{ кВт; [карта 79, поз. № 4, инд. а]}$$

$$N = 0,91 \cdot 0,5 \cdot 2,8 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 1,3 \text{ кВт;}$$

$$N_{\phi} = N \cdot \frac{V_{\phi}}{V_T} = 1,3 \cdot \frac{27,7}{28} = 1,3 \text{ кВт — поверхность 2;}$$

$$N_T = 12,3 \text{ кВт; [карта 56, поз. № 12, инд. в]}$$

$$N = 12,3 \cdot 0,95 \cdot 0,8 \cdot 0,95 \cdot 0,4 = 3,6 \text{ кВт;}$$

$$N_{\phi} = N \cdot \frac{V_{\phi}}{V_T} = 3,6 \cdot \frac{188}{399,5} = 1,7 \text{ кВт — поверхность 3.}$$

Ни одно из рассчитанных значений не превышает мощности привода главного движения станка. Следовательно, установленные режимы резания по мощности осуществимы.

В таблице 2.17 представлены режимы резания для 015-ой операции (комплексная с ЧПУ), 3-го установа.

					151001.2016.249.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		71

Таблица 2.17 – Режимы резания

Элементы режима резания	Стадии обработки		
	Черновая		
	№ поверхности		
	1	2	3
t , мм	3	7	3
S_{zT} , мм/зуб	0,04	0,08	0,16
S_z , мм/зуб	0,03	0,06	0,2
V_T , м/мин	20	20	254
V , м/мин	28	28	399,5
n_ϕ , мин ⁻¹	400	630	3000
V_ϕ , м/мин	27,6	27,7	188,4
N_T , кВт	2,53	0,91	12,3
N_ϕ , кВт	3,5	1,3	1,7
S_m , мм/мин	18,9	12	600

Определение времени автоматической работы станка по программе.

Таблица 2.18 – Время автоматической работы станка по программе

Траектория и № инструмента	Ось z, мм	Ось x, мм	Ось y, мм	L_i , мм	S_m , мм/мин	$T_{м.в.}$, мин	T_{oa} , мин
Инстр. №1	-	-	-	-	-	0,15	-
0 - 1	-47	-50	0	50	315	0,15	-
1 - 2	-10	0	0	10	12	-	0,83
2 - 3	10	0	0	10	315	0,03	-
3 - 0	47	50	0	50	315	0,15	-
Инстр. №2	-	-	-	-	-	0,05	-
0 - 4	-47	-50	0	50	200	0,15	-
4 - 5	6	0	0	6	18,9	-	0,32
5 - 6	6	0	0	6	200	0,02	-
6 - 0	47	50	0	50	200	0,15	-
Инстр. №3	-	-	-	-	-	0,05	-
0 - 7	-70	-78	-31	78	1500	0,26	-
7 - 8	0	0	52	52	600	-	0,09
8 - 0	70	78	31	78	1500	0,26	-
						$\sum T_{м.в.} = 1,42$	$\sum T_{oa} =$

Расчёт времени автоматической работы станка по программе.

$$T_a = 1,42 + 1,24 = 2,66 \text{ мин.}$$

Определение нормы штучного времени.

Вспомогательное время на установку и снятие детали, $T_{уст} = 0,17$ мин.

Вспомогательное время, связанное с операцией:

$$T_{в.оп} = 0,15 + 0,04 = 0,19 \text{ мин.}$$

Вспомогательное время на контрольные измерения: нутромер, $T = 0,36$ мин; глубиномер, $T = 0,18$ мин.

$$T_{в.изм.} = 0,18 + 0,36 = 0,54 \text{ мин.}$$

Суммарное вспомогательное время:

$$T_v = 0,17 + 0,19 + 0,54 = 0,9 \text{ мин.}$$

Время на организационное и техническое обслуживание рабочего места, отдых и личные потребности:

$$a_{тех} + a_{орг} + a_{от.л} = 8\%.$$

Окончательная норма штучного времени:

$$T_{шт} = (2,66 + 0,9) \cdot (1 + 0,08) = 3,84 \text{ мин.}$$

Определение нормы подготовительно-заключительного времени.

Время на организационную подготовку:

$$T_{пз1} = 4 + 2 + 7 + 2 = 15 \text{ мин.}$$

Время на наладку станка, приспособлений, инструмента, программных устройств: установить и снять тиски, $T = 3$ мин; установить и снять режущий инструмент, $T = 1 \cdot 3 = 3$ мин; ввести программу, $T = 1,4$ мин; установить координаты инструмента $T = 3 \cdot 3 = 9$ мин.

$$T_{пз2} = 3 + 1,4 + 9 + 3 = 19,4 \text{ мин.}$$

Время на пробную обработку.

$$t_{пр\ обр} = 7,4 \text{ мин.}$$

Поправочный коэффициент на это время в зависимости от обрабатываемого материала $K_m = 0,95$.

$$T_{пр\ обр} = t_{пр\ обр} + t_{ца} = 7,4 \cdot 0,95 + 2,66 = 9,69 \text{ мин.}$$

					151001.2016.249.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		73

Итого подготовительно-заключительное время на партию деталей:

$$T_{\text{пз}} = 15 + 19,4 + 9,69 = 44,1 \text{ мин.}$$

Общая норма времени определяется:

$$T = T_{\text{шт}} + \frac{T_{\text{пз}}}{n} = 3,84 + \frac{44,1}{1000} = 3,88 \text{ мин.}$$

015 операция комплексная с ЧПУ 5-ый установ.

Точность обработки поверхностей: 1, 2 – IT14. Шероховатость поверхностей: 1, 2 – Ra 25.

Припуск на обработку поверхности: 1 – 2,5 мм; 2 – 0,5 мм.

Содержание операции: 1) Просверлить отверстие; 2) Нарезать резьбу.

Выбор стадии обработки. Обработка отверстия включает сверление.

Выбор глубины резания: $t_1 = 2,5$ мм; $t_2 = 0,5$ мм.

Выбор инструмента.

Выбираем спиральное сверло из быстрорежущей стали P6M5 $D = 5$ мм; $l/D = 8$; метчик М6 × 1 быстрорежущей стали P6M5.

На рисунке 2.13 представлена расчетно-технологическая схема на 5-ый установ 015-ой операции (комплексная на ОЦ с ЧПУ).

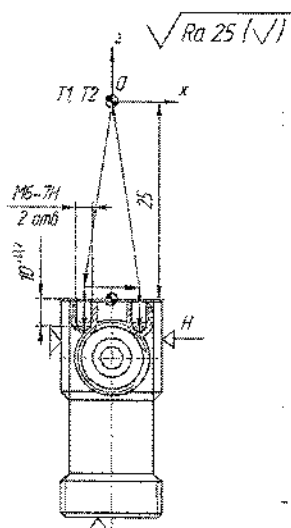


Рисунок 2.13 – Расчетно-технологическая схема на 5-ый установ 015-ой операции (комплексная на ОЦ с ЧПУ)

					151001.2016.249.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		74

Выбор подачи: $S_{от} = 0,11$ мм/об – поверхность 1 [карта 43, поз. № 2, инд. в]; $S_{от} = 1$ мм/об – поверхность 2.

Корректируем подачу при сверлении с учетом поправочного коэффициента $K_{SM} = 0,84$:

$$S_0 = 0,11 \cdot 0,84 = 0,1 \text{ мм/об.}$$

Выбор скорости резания: $V_T = 28,2$ м/мин – поверхность 1 [карта 48, поз. № 3, инд. б]; $V_T = 8,7$ м/мин – поверхность 2.

Поправочные коэффициенты: $K_{VM} = 0,84$; $K_{VP} = 1$; $K_{VI} = 1$; $K_{VT} = 1$; $K_{VЖ} = 1$; $K_{Vн} = 1$.

$$V = 28,2 \cdot 0,84 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 23,7 \text{ м/мин – поверхность 1;}$$

$$V = 8,7 \cdot 0,84 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 7,3 \text{ м/мин.}$$

Частоту вращения шпинделя определяем по формуле:

$$n = \frac{1000V}{\pi D}; \text{ мин}^{-1}$$

$$n = \frac{1000 \cdot 23,7}{3,14 \cdot 5} = 1509,6 \text{ мин}^{-1}, n_{\phi} = 1600 \text{ мин}^{-1} \text{ – поверхность 1;}$$

$$n = \frac{1000 \cdot 7,3}{3,14 \cdot 6} = 388,1 \text{ мин}^{-1}, n_{\phi} = 400 \text{ мин}^{-1} \text{ – поверхность 2.}$$

Определяем фактическую скорость резания:

$$V_{\phi} = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 5 \cdot 1600}{1000} = 25,1 \frac{\text{м}}{\text{мин}} \text{ – поверхность 1;}$$

$$V_{\phi} = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 6 \cdot 400}{1000} = 7,5 \frac{\text{м}}{\text{мин}} \text{ – поверхность 2.}$$

Проверка по мощности главного движения и осевой силе.

$N_T = 0,27$ кВт [карта 48, поз. № 3, инд. г]; $K_N = 0,84$ [карта 48];

$$N = \frac{N_T}{K_N} = \frac{0,27}{0,84} = 0,32 \text{ кВт – поверхность 1;}$$

$N_T = 0,13$ кВт [карта 48, поз. № 1, инд. е]; $K_N = 0,84$ [карта 48];

$$N = \frac{N_T}{K_N} = \frac{0,13}{0,84} = 0,15 \text{ кВт – поверхность 2;}$$

$P_T = 918$ Н [карта 48, поз. № 9, инд. в]; $K_p = 0,84$ [карта 48];

					151001.2016.249.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		75

$$P = \frac{P_T}{K_p} = \frac{918}{0,84} = 1092,8 \text{ Н} - \text{поверхность 1};$$

$$P_T = 6 \text{ Н} [\text{карта 48, поз. № 1, инд. а}]; K_p = 0,84 [\text{карта 48}];$$

$$P = \frac{P_T}{K_p} = \frac{6}{0,84} = 7,4 \text{ Н} - \text{поверхность 2};$$

$$M_{кр} = 0,9 \text{ Нм} [\text{карта 48, поз. № 10, инд. е}];$$

$$M_{кр} = \frac{0,9}{0,84} = 0,48 \text{ Н} - \text{поверхность 2}.$$

Рассчитанные значения не превышает мощности привода главного движения станка и осевая сила меньше допустимой станком. Следовательно, установленные режимы резания по мощности – осуществимы.

В таблице 2.19 представлены режимы резания для 015-ой операции (комплексная с ЧПУ), 5-го установа.

Таблица 2.19 – Режимы резания

Элементы режима резания	Стадии обработки	
	Черновая	
	№ поверхности	
	1	2
t, мм	2,5	0,5
S _{от} , мм/об	0,11	1
S _о , мм/об	0,1	1
V _T , м/мин	28,2	8,7
V, м/мин	23,7	7,3
n _ф , мин ⁻¹	1600	400
V _ф , м/мин	25,1	7,5
N _T , кВт	0,27	0,13
N _ф , кВт	0,32	0,15
S _м , мм/мин	160	400

Определение времени автоматической работы станка по программе представлено в таблице 2.20.

Таблица 2.20 – Время автоматической работы станка по программе

Траектория и № инструмента	Ось z, мм	Ось x, мм	Li, мм	S _м , мм/мин	Тм.в, мин	Тоа, мин
Инстр. №1	-	-	-	-	0,15	-
0 - 1	-22	-10	22	800	0,07	-
1 - 2	-13	0	13	160	-	0,08
2 - 3	13	0	13	800	0,04	-
3 - 4	0	20	20	800	0,07	-
4 - 5	-13	0	13	160	-	0,08
5 - 6	13	0	13	800	0,04	-
6 - 0	22	10	22	800	0,07	-
Инстр. №2	-	-	-	-	0,05	-
0 - 7	-22	-10	22	200	0,07	-
7 - 8	-13	0	13	400	-	0,03
8 - 9	13	0	13	200	0,03	-
9 - 10	0	20	20	200	0,07	-
10 - 11	-13	0	13	400	-	0,03
11 - 12	13	0	13	400	0,03	-
12 - 0	22	-10	22	400	0,07	-
					$\Sigma T_{мв} = 0,76$	$\Sigma T_{оа} = 0,22$

Расчёт времени автоматической работы станка по программе.

$$T_a = 0,76 + 0,22 = 0,98 \text{ мин.}$$

Определение нормы штучного времени.

Вспомогательное время на установку и снятие детали, $T_{уст} = 0,17$ мин.

Вспомогательное время, связанное с операцией:

$$T_{в.оп} = 0,15 + 0,04 = 0,19 \text{ мин.}$$

									Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	151001.2016.249.00.00.ПЗ				77

Вспомогательное время на контрольные измерения: штангенциркуль, $T = 0,1$ мин; глубиномер, $T = 0,09$ мин.

$$T_{в.изм.} = 0,1 + 0,09 = 0,19 \text{ мин.}$$

Суммарное вспомогательное время:

$$T_{в} = 0,17 + 0,19 + 0,19 = 0,55 \text{ мин.}$$

Время на организационное и техническое обслуживание рабочего места, отдых и личные потребности:

$$a_{тех} + a_{орг} + a_{от.л} = 8\%.$$

Окончательная норма штучного времени:

$$T_{шт} = (0,98 + 0,55) \cdot (1 + 0,08) = 1,6 \text{ мин.}$$

Определение нормы подготовительно-заключительного времени.

Время на организационную подготовку:

$$T_{пз1} = 4 + 2 + 7 + 2 = 15 \text{ мин.}$$

Время на наладку станка, приспособлений, инструмента, программных устройств: установить и снять тиски $T = 3$ мин; установить и снять режущий инструмент $T = 1 \cdot 2 = 2$ мин; ввести программу $T = 1,4$ мин; установить координаты инструмента $T = 3 \cdot 2 = 6$ мин.

$$T_{пз2} = 3 + 1,4 + 2 + 6 = 12,4 \text{ мин.}$$

Время на пробную обработку.

$$t_{пр\ обр} = 3,8 \text{ мин.}$$

Поправочный коэффициент на это время в зависимости от обрабатываемого материала $K_m = 0,95$.

$$T_{пр\ обр} = t_{пр\ обр} + t_{ца} = 3,8 \cdot 0,95 + 0,98 = 4,59 \text{ мин.}$$

Итого подготовительно-заключительное время на партию деталей:

$$T_{пз} = 15 + 12,4 + 4,59 = 31,99 \text{ мин.}$$

Общая норма времени определяется:

$$T = T_{шт} + \frac{T_{пз}}{n} = 1,6 + \frac{31,99}{1000} = 1,63 \text{ мин.}$$

					151001.2016.249.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		78

015 операция комплексная с ЧПУ 6-ой установ.

Точность обработки поверхности – IT14. Шероховатость поверхности Ra 25.

Припуск на обработку поверхности – 4 мм.

Содержание операции: просверлить отверстие.

Выбор стадии обработки.

Обработка отверстия включает сверление.

Выбор глубины резания: $t_1 = 4$ мм.

Выбор инструмента. Выбираем спиральное сверло со сменной твердосплавной головкой T15K6, $D = 8$ мм; $l/D = 8$.

На рисунке 2.14 представлена расчетно-технологическая схема на 6-ой установ 015 операции (комплексная на ОЦ с ЧПУ).

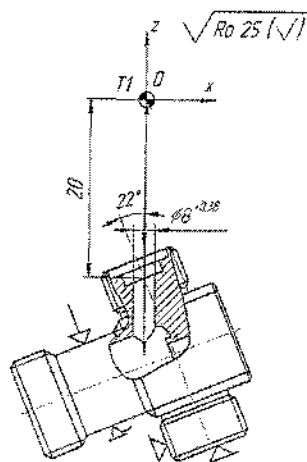


Рисунок 2.14 – Расчетно-технологическая схема на 6-ой установ 015-ой операции (комплексная на ОЦ с ЧПУ).

Выбор подачи: $S_{от} = 0,14$ мм/об [карта 53, поз. № 2, инд. и].

Корректируем подачу при сверлении с учетом поправочного коэффициента $K_{SM} = 0,94$: $S_o = 0,14 \cdot 0,94 = 0,12$ мм/об.

Выбор скорости резания: $V_T = 26$ м/мин [карта 46, поз. № 2, инд. к].

Поправочные коэффициенты: $K_{VM} = 0,94$; $K_{VP} = 1$; $K_{VI} = 1$; $K_{VT} = 1$; $K_{VЖ} = 1$; $K_{Vи} = 1$;

					151001.2016.249.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		79

$$V = 26 \cdot 0,94 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 24,4 \text{ м/мин.}$$

Частоту вращения шпинделя определяем по формуле:

$$n = \frac{1000V}{\pi D}; \text{ мин}^{-1}$$

$$n = \frac{1000 \cdot 24,4}{3,14 \cdot 8} = 971,3 \text{ мин}^{-1},$$

$$n_{\phi} = 1000 \text{ мин}^{-1};$$

Определяем фактическую скорость резания:

$$V_{\phi} = \frac{\pi D n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 8 \cdot 1000}{1000} = 25,1 \frac{\text{м}}{\text{мин}}$$

Проверка по мощности главного движения и осевой силе.

$$N_T = 0,44 \text{ кВт [карта 46, поз. № 2, инд. к]; } K_N = 0,94 \text{ [карта 46];}$$

$$N = \frac{N_T}{K_N} = \frac{0,44}{0,94} = 0,47 \text{ кВт;}$$

$$P_T = 1498 \text{ Н [карта 46, поз. № 2, инд. л]; } K_p = 0,94 \text{ [карта 46];}$$

$$P = \frac{P_T}{K_p} = \frac{1498}{0,94} = 1593 \text{ Н.}$$

Рассчитанные значения не превышает мощности привода главного движения станка и осевая сила меньше допустимой станком. Следовательно, установленные режимы резания по мощности осуществимы.

В таблице 2.21 представлены режимы резания для 015-ой операции (комплексная с ЧПУ), 6-го установка

Таблица 2.21 – Режимы резания

Элементы режима резания	Стадии обработки	
	Черновая	
	№ поверхности	
	1	
t, мм	4	
S _{от} , мм/об	0,14	
S _о , мм/об	0,12	
V _T , м/мин	26	
V, м/мин	24,4	

					151001.2016.249.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		80

Окончание таблицы 2.21 – Режимы резания

$n_f, \text{мин}^{-1}$	1000
$V_f, \text{м/мин}$	25,1
$N_T, \text{кВт}$	0,44
$N_f, \text{кВт}$	0,47
$S_m, \text{мм/мин}$	120

Определение времени автоматической работы станка по программе представлено в таблице 2.22.

Таблица 2.22 – Время автоматической работы станка по программе

Траектория и № инструмента	Ось z, мм	Ось x, мм	$L_i, \text{мм}$	$S_m, \text{мм/мин}$	$T_{м.в}, \text{мин}$	$T_{оа}, \text{мин}$
Инстр. №1	-	-	-	-	0,15	-
0 - 1	-17	0	17	500	0,06	-
1 - 2	-26	0	26	120	-	0,22
2 - 0	43	0	43	500	0,14	-
					$\sum T_{мв} = 0,35$	$\sum T_{оа} = 0,22$

Расчёт времени автоматической работы станка по программе.

$$T_a = 0,35 + 0,22 = 0,57 \text{ мин.}$$

Определение нормы штучного времени.

Вспомогательное время на установку и снятие детали, $T_{уст} = 0,17 \text{ мин.}$

Вспомогательное время, связанное с операцией:

$$T_{в.оп} = 0,15 + 0,04 = 0,19 \text{ мин.}$$

Вспомогательное время на контрольные измерения: нутромер, $T = 0,18 \text{ мин.}$

Суммарное вспомогательное время:

$$T_b = 0,17 + 0,19 + 0,18 = 0,54 \text{ мин.}$$

Время на организационное и техническое обслуживание рабочего места, отдых и личные потребности:

$$a_{тех} + a_{орг} + a_{от.л} = 8\%.$$

					151001.2016.249.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		81

Окончательная норма штучного времени:

$$T_{шт} = (0,57 + 0,54) \cdot (1 + 0,08) = 1,2 \text{ мин.}$$

Определение нормы подготовительно-заключительного времени.

Время на организационную подготовку:

$$T_{пз1} = 4 + 2 + 7 + 2 = 15 \text{ мин.}$$

Время на наладку станка, приспособлений, инструмента, программных устройств: установить и снять тиски, $T = 3$ мин; установить и снять режущий инструмент, $T = 1 \cdot 1 = 1$ мин; ввести программу $T = 1,4$ мин; установить координаты инструмента, $T = 3 \cdot 1 = 3$ мин.

$$T_{пз2} = 3 + 1,4 + 1 + 3 = 8,4 \text{ мин.}$$

Время на пробную обработку.

$$t_{пр\ обр} = 2,2 \text{ мин.}$$

Поправочный коэффициент на это время в зависимости от обрабатываемого материала $K_M = 0,95$.

$$T_{пр\ обр} = t_{пр\ обр} + t_{ца} = 2,2 \cdot 0,95 + 0,57 = 2,66 \text{ мин.}$$

Итого подготовительно-заключительное время на партию деталей:

$$T_{пз} = 15 + 8,4 + 2,66 = 26,06 \text{ мин.}$$

Общая норма времени определяется:

$$T = T_{шт} + \frac{T_{пз}}{n} = 1,2 + \frac{26,06}{1000} = 1,22 \text{ мин.}$$

2.3.6 Расчет потребного количества оборудования

Потребное количество станков данного типа определяется по формуле:

$$C_p = \frac{T_{шт-к}}{\Phi_{д.об}}$$

где C_p – расчетное количество станков данного типоразмера;

$T_{шт-к}$ – трудоемкость годового количества всех деталей на станках данного типоразмера в станко-часах.

$\Phi_{д.об}$ – действительный годовой фонд времени работы оборудования при 2-х сменной работе в часах.

$$T_{шт-к} = \frac{T_{шт-к1} \cdot D_1}{60} + \frac{T_{шт-к2} \cdot D_2}{60} + \dots + \frac{T_{шт-кn} \cdot D_n}{60}$$

					151001.2016.249.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		82

где $T_{шт-к1}, T_{шт-к2}, \dots, T_{шт-кп}$ – штучно-калькуляционное время 1, 2, ..., n деталей на станках данного типа в мин.

D – соответственно годовое количество одноименных деталей, обрабатываемых на станке.

Количество фрезерно-центровальных станков с ЧПУ XZK8230-3000.

$$T = \frac{5,47 \cdot 1000}{60} = 91,2;$$

$$C = \frac{91,2}{3833,44} = 0,02.$$

Округляем до наибольшего целого числа, получаем 1.

Количество токарных станков с ЧПУ MetalMaster LS360.

$$T = \frac{18,1 \cdot 1000}{60} = 301,7;$$

$$C = \frac{301,7}{3833,44} = 0,079.$$

Округляем до наибольшего целого числа, получаем 1.

Количество сверлильно-фрезерных центров с ЧПУ Akira Seiki PC 460.

$$T = \frac{19,4 \cdot 1000}{60} = 323,3;$$

$$C = \frac{323,3}{3833,44} = 0,08.$$

Округляем до наибольшего целого числа, получаем 1.

В таблице 2.23 показан состав оборудования механического цеха.

Таблица 2.23 – состав оборудования механического цеха

Типы станков	Количество
Токарный с ЧПУ	1
Сверлильно-фрезерный центр с ЧПУ	1
Фрезерно-центровальный с ЧПУ	1

						151001.2016.249.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			83

2.4 Описание планировки участка

Состав производственных отделений и участков механических цехов определяется характером изготавливаемых изделий, технологическим процессом, объемом и организацией производства.

На участке имеется кран-балка для перемещения тары с заготовками на механический участок. Так же имеется кран-штабелер для подачи заготовок на станки.

На механическом участке располагаются следующие отделения: склад материалов и заготовок; участок контроля; заточное отделение; инструментально-раздаточная кладовая; отделение по приготовлению и раздаче СОЖ; отдел технического контроля; отделение по переработке стружки.

Металлорежущие станки участка располагаем в цехе по типам оборудования, так как производство серийное.

При разработке плана расположения станков, учитывалось их положение относительно колонн, проездов, проходов, вспомогательных помещений с использованием нормативов.

Рабочие места станочников спланированы таким образом, чтобы обеспечить безопасность работающих, максимальное удобство в работе, возможность выполнения ремонта, а так же быстрой эвакуации рабочих в экстремальных случаях.

В цехе, где располагается проектируемый участок, ширина пролета составляет 18 м, шаг колонн 6 м.

Для обеспечения пожарной безопасности на территории цеха располагаются: противопожарный щит; ящик с песком; огнетушители.

					151001.2016.249.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		84

3 КОНСТРУКТОРСКАЯ ЧАСТЬ

3.1 Проектирование и расчет станочного приспособления

На рисунке 3.1 представлен операционный эскиз.

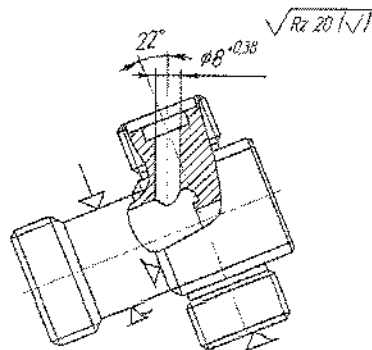


Рисунок 3.1. – Операционный эскиз

Разработка принципиальной схемы.

Результаты разработки схемы установки. На этой стадии осуществляется переход от теоретической схемы установки заготовки к схеме расположения установочных элементов в СП.

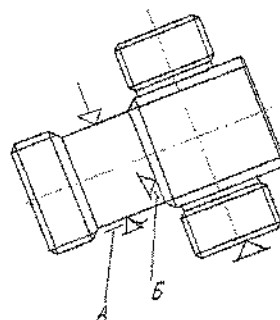


Рисунок 3.2 – Теоретическая схема установки заготовки

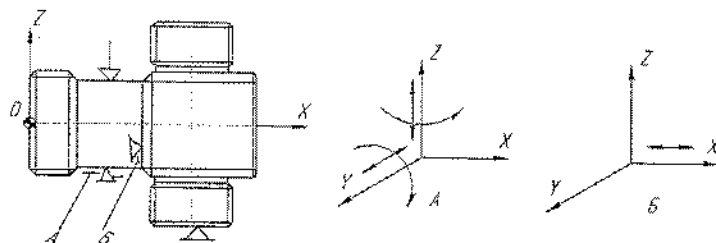


Рисунок 3.3 – Результаты анализа схемы базирования заготовки в СП

						151001.2016.249.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			85

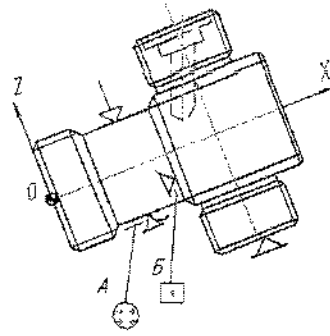


Рисунок 3.4 – Схема установки

Результаты разработки схемы закрепления (рисунок 3.5). На этой стадии осуществляется переход от теоретической схемы закрепления к схеме зажимного устройства в СП.

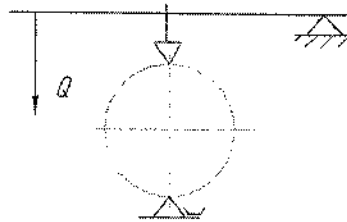


Рисунок 3.5 – Результаты разработки схемы закрепления заготовки в СП. Результаты разработки принципиальной схемы СП

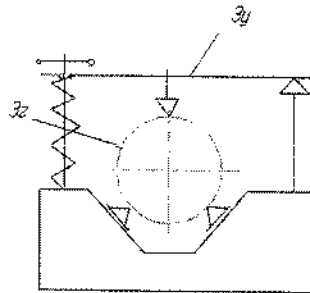


Рисунок 3.6 – Результаты разработки принципиальной схемы СП

Результаты анализа принципиальной схемы СП.

Анализ разработанной принципиальной схемы СП (рисунок 3.6) показывает следующее:

						151001.2016.249.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			86

– предусмотрены возможности для свободной установки и снятия заготовки;

– нет препятствий для свободного подвода СОЖ и отвода стружки.

Определения условий закрепления заготовки в СП.

Результаты определения лимитирующего силового параметра. При сверлении отверстия на заготовку действует осевая сила P_o и крутящий момент $M_{кр}$ (рисунок 3.7).

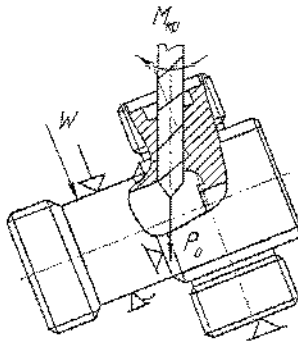


Рисунок 3.7 – Схема действия сил и моментов резания при сверлении отверстия

Крутящий момент резания $M_{кр}$ вызывает поворот заготовки относительно оси сверла в горизонтальной плоскости.

Анализ возможных поворотов заготовки при обработке под действием осевой силы P_o и крутящего момента резания $M_{кр}$ показывает, что для наиболее вероятен поворот заготовки под действием $M_{кр}$.

В результате выполненного анализа принято: лимитирующим силовым параметром является крутящий момент резания $M_{кр}$.

Результаты разработки расчетной схемы. При решении этой задачи разрабатывается расчетная схема при наиболее неблагоприятном действии силовых параметров обработки на заготовку.

Условие сдвига заготовки при обработке.

Поворот заготовки под действием $M_{кр}$ в горизонтальной плоскости представляет отрыв заготовки от одной поверхности призмы и ее перемещение по другой поверхности. Таким образом, принимаем, что условием сдвига

					151001.2016.249.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		87

заготовки является действие $M_{кр} (\sum M_{сдв})$ – лимитирующего силового параметра для рассматриваемого случая (при допущении $P_0 = 0$).

Условие удержания заготовки при обработке.

Закрепление заготовки при обработке (рисунок 3.8) осуществляется силой W и, соответственно, появление реакций N_w и $N/2$ и сил трения – F_w и F_N . В процессе сверления возможен поворот заготовки.

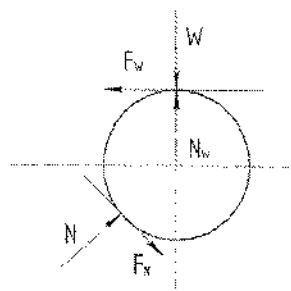


Рисунок 3.8 – Удержания заготовки

Расчетная схема.

В результате изложенных рассуждений разработана расчетная схема для определения теоретической силы W , приведенная на рисунке 3.9.

Расчетная схема разработана при следующих допущениях:

- а) при обработке на заготовку действует только крутящий момент резания ($M_{кр}$);
- б) действие всех сил на заготовку имеет точечный характер;
- в) наиболее вероятным смещением заготовки при обработке является ее поворот от крутящего момента ($M_{кр}$), образующегося при резании.

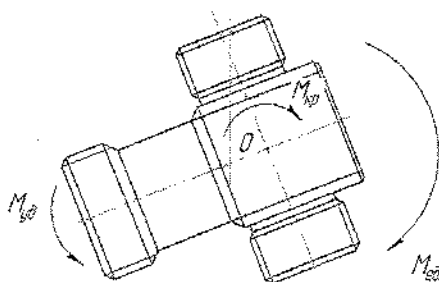


Рисунок 3.9 – Расчетная схема для определения силы W

Результаты определения расчетного уравнения.

					151001.2016.249.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		88

В соответствии с расчетной схемой (рисунок 3.9) условие равновесия заготовки при обработке записывается:

$$\sum M_{y\delta} = k \cdot \sum M_{c\delta\delta}$$

Сумма удерживающих заготовку моментов определяется по зависимости:

$$\sum M_{y\delta} = M_W + M_N,$$

где M_W – момент трения в точке приложения силы W ; M_N – момент трения в точке приложения силы реакции N .

Моменты M_W и M_N определяются по следующим зависимостям:

$$M_W = F_W \cdot \lambda_W = f_W \cdot W \cdot \lambda_W;$$

$$M_N = F_N \cdot \lambda_N = f_N \cdot W \cdot \lambda_N \cdot \sin\left(\frac{\gamma}{2}\right),$$

где γ – угол призмы.

Сумма удерживающих моментов равна:

$$\sum M_{y\delta} = f_W \cdot W \cdot \lambda_W + f_N \cdot W \cdot \sin\left(\frac{\gamma}{2}\right) \cdot \lambda_N = W \left(f_W \cdot \lambda_W + f_N \cdot \sin\left(\frac{\gamma}{2}\right) \cdot \lambda_N \right).$$

Сумма сдвигающих моментов равна:

$$\sum M_{c\delta\delta} = M_{кр}$$

Сила закрепления равна:

$$W = \frac{k \cdot M_{кр}}{f_W \cdot \lambda_W + f_N \cdot \lambda_N \cdot \sin\left(\frac{\gamma}{2}\right)}$$

Результаты определения параметров, входящих в расчетное уравнение. При решении этой задачи необходимо определить четыре группы параметров, входящих в расчетные уравнения.

Результаты определения коэффициента надежности закрепления K .

В общем виде коэффициент определяется по формуле:

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6$$

Значение коэффициентов:

$$K_0 = 1,5; K_1 = 1,2; K_2 = 1,0; K_3 = 1,0; K_4 = 1,3; K_5 = 1,0; K_6 = 1,0$$

$$K = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,3 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 2,34$$

Результаты определения значений сил и моментов резания:

$$N = 0,47 \text{ кВт}, n = 1000 \text{ мин}^{-1};$$

$$M_{кр} = \frac{97500 \cdot 0,47}{1000} = 4582 \text{ Н} \cdot \text{мм}$$

					151001.2016.249.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		89

Результаты определения коэффициентов трения – сцепления.

$$f_W = 0,1 \text{ и } f_N = 0,1$$

Результаты определения конструктивных размеров.

Размер $l_W = (30 - 4 - 10)/2 = 12,5 \text{ мм}$; размер $l_N = 39 - 22 = 17 \text{ мм}$.

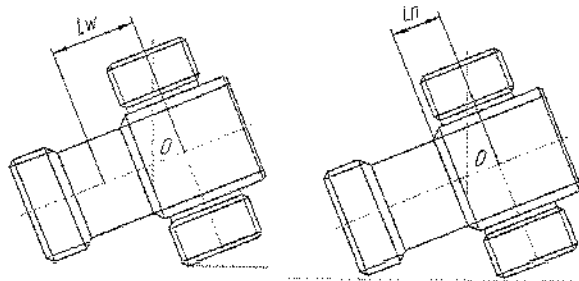


Рисунок 3.10 – К определению конструктивных размеров

Результаты расчетов конкретного значения теоретической силы закрепления W . При решении этой задачи необходимо определить расчетное значение теоретической силы закрепления W .

При принятых ранее условиях определены следующие параметры, входящие в расчетное уравнение: $K = 2,34$; $M_{кр} = 4582 \text{ Н·мм}$; $f_W = 0,1$; $f_N = 0,1$; $l_W = 12,5 \text{ мм}$; $l_N = 17 \text{ мм}$; $\sin\gamma/2 = 60^\circ$.

$$W = \frac{2,34 \cdot 4582}{0,1 \cdot 12,5 + 0,1 \cdot 17 \cdot \sin 60^\circ} = 5796 \text{ Н.}$$

Результаты разработки расчетной схемы зажимного устройства. При решении этой задачи устанавливается связь между теоретической силой закрепления W и параметрами силового привода.

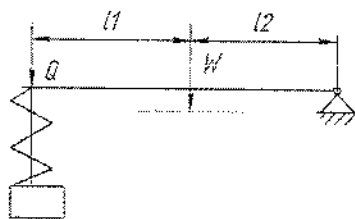


Рисунок 3.11 – Расчетная схема для определения параметров зажимного устройства

Результаты определения расчетных уравнений.

Уравнение силового замыкания:

									Лист
									90
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	151001.2016.249.00.00.ПЗ				

$$Q = \frac{W}{i \cdot \eta}$$

где i – передаточное отношение рычажного механизма; η – коэффициент полезного действия зажимного устройства.

Результаты определения параметров, входящих в расчетные уравнения.

При решении этой задачи необходимо определить параметры:

Параметры рабочей среды – $g_{ж} = 5,0$ МПа;

Коэффициент полезного действия – $\eta = 0,95$.

Передаточные отношения силового (СМ) механизма — $i = \frac{\lambda_1 + \lambda_2}{\lambda_2}$

Момент, создаваемый в резьбе, определяется по формуле:

$$M_{Q1} = \frac{d_{ср} \cdot Q_1 \cdot \operatorname{tg}(\alpha + \varphi_{пр})}{2} + M_{тр};$$

$$Q = \frac{2898 \cdot 1}{2} = 1449 \text{ Н}$$

$$M_{Q1} = \frac{7 \cdot 1449 \cdot \operatorname{tg}(0,04013 + 0,115)}{2} + 3647,2 = 3662 \text{ Н}\cdot\text{мм}$$

3.2 Проектирование контрольного приспособления

В качестве контрольного приспособления выбираем КИМ PMS ARCS-564 М (рисунок 3.12). Машина PMS ARCS-564 М сочетает производительность и точность с высокой надёжностью работы.

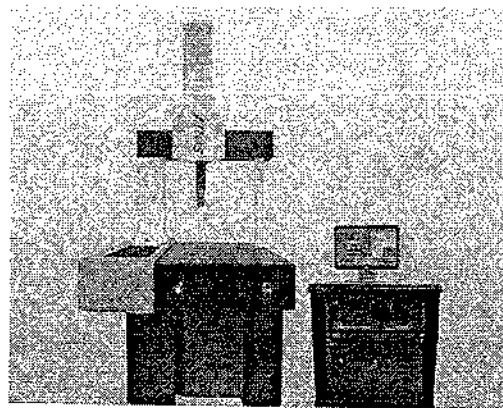


Рисунок 3.12 – КИМ PMS ARCS-564 М

					151001.2016.249.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		91

Характеристики:

- 3 оси используют уровень высокоточных гранитных направляющих и предлагают измерительную систему с отличной стабильностью;
- 3 оси с высокопрецизионной, предварительно нагруженной конструкцией, из воздушных подшипников, кольцевой конфигурацией, полностью закрытой конструкции, без трения, чтобы предоставить наибольшую точность и прочность;
- гранитные конструкции уменьшают изменения температуры;
- эта машина использует линейную шкалу Renishaw, щуп и контроллер для управления точностью и стабильностью операций;
- система управления UCC Renishaw с высокоскоростным, высокоточным 32-битовым микропроцессором позволяет осуществлять точный и немедленный контроль.

В таблице 3.1 представлены технические характеристики КИМ PMS ARCS-564 M.

Таблица 3.1– Технические характеристики

Параметры	Значения
Измерительный диапазон, X x Y x Z, мм	550x650x450
MPE E, мкм L – измеряется в мм	2,8+L/250
MPEp, мкм	2,8
Разрешение, мкм	0,5
Размеры КИМ, мм	1120x1470x 2400
Вес КИМ, кг	845
Вес детали, кг	600

Для контроля выбираем прямой щуп фирмы Renishaw (рисунок 3.13).

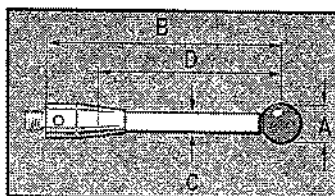


Рисунок 3.13 – прямой щуп фирмы Renishaw.

					151001.2016.249.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		92

В таблице 3.2 представлены характеристики щупа Renishaw.

Таблица 3.2 – Характеристики щупа

Крепежная резьба	M4
Общая длина (B)	75 мм
Диаметр стержня (D)	3,8 мм
Диаметр шарика (A)	5 мм
Материал шарика	Рубин
Материал стержня	Карбид вольфрама
Масса	5,63 гр

Для контроля отверстия под углом 22° выбираем поворотный переходник Renishaw (рисунок 3.14).

Габаритные размеры A мм	10,0	13,5
Габаритные размеры B мм	12,5	16,0
Вес, г	2,76	3,70

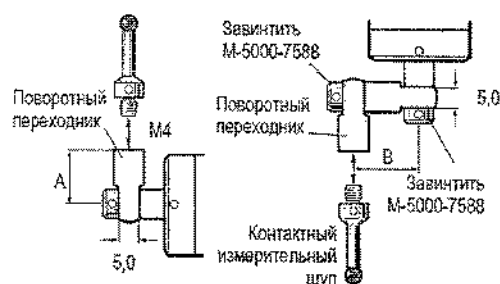


Рисунок 3.14 – Поворотный переходник Renishaw

Выбираем моторизованную индексируемую головку Renishaw PH10M с триггерным датчиком касания (рис. 3.15).

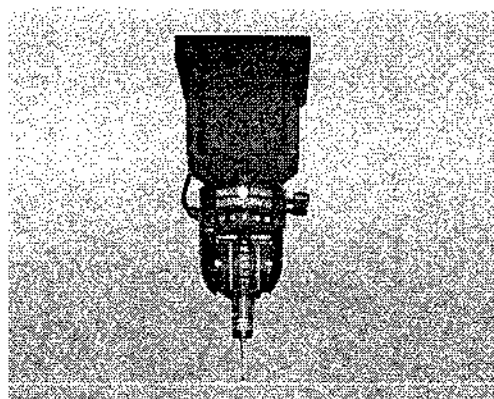


Рисунок 3.15 – Моторизованная головка Renishaw PH10M

Таблица 3.3 – Технические характеристики Renishaw PH10M

Длина	117 мм	
Ширина	62 мм	
Вес	645 г	
Способ крепления датчика	Автоматическое стыковочное соединение	
Способ крепления головки	Стыковка посредством хвостовика	
Используемый контроллер	PHC10-3	
Повторяемость позиционирования	0,4 мкм (0,00002 дюйма),	
Количество дискретных положений	720	
Макс. крутящий момент	0,45 Нм	
Удлинитель, максимальная длина	300 мм (11,8 дюйма)	
Полные диапазоны поворота	Ось	От 0° до 105°
	Ось	± 180°
Рабочая температура	От 10°C до 40°C	

Математическое базирование.

На рисунке 3.16 показана система координат КИМ.

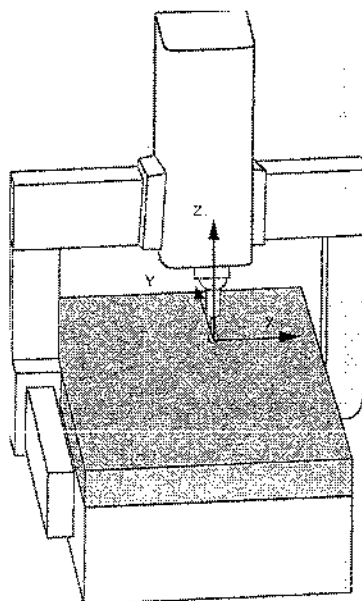


Рисунок 3.16 – система координат КИМ

На рисунке 3.17 показана система координат детали.

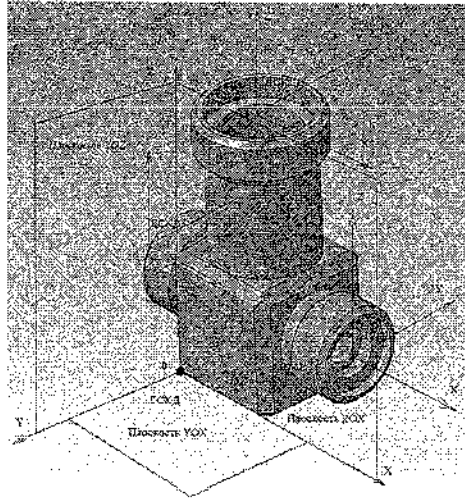


Рисунок 3.17 – Система координат детали

В таблице 3.4 показано Положение системы координат при контроле детали.

Таблица 3.4 – Положение системы координат при контроле детали

Система координат	X	Y	Z	A	B	C
ГСКД	0	0	0	0	0	0
ДСКД1	18	18	0	0	180	0
ДСКД2	53	18	21	0	180	0
ДСКД3	17	18	21	0	180	0

На рисунке 3.18 показана схема базирования детали при контроле.

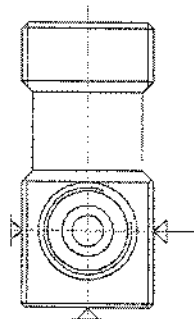


Рисунок 3.18 – Схема базирования детали при контроле

Определение фиксированных позиций.

На рисунке 3.19 показана траектория шупа при контроле диаметров.

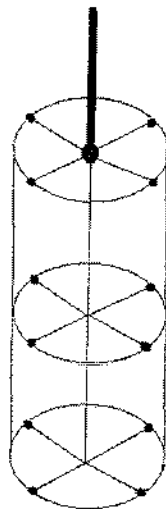


Рисунок 3.19 – Измерение диаметров

На рисунке 3.20 показано положение измерительной головки при измерении диаметральных и линейных размеров.

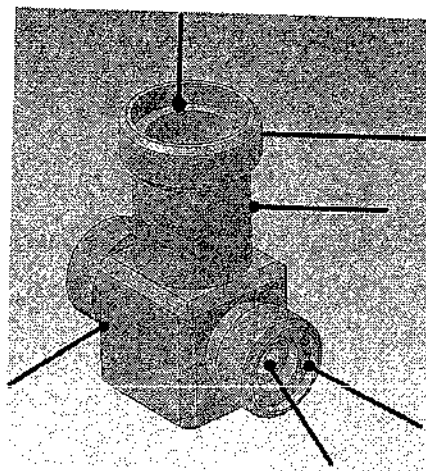


Рисунок 3.20 – Измерение линейных и диаметральных размеров

Стратегия измерения.

На рисунке 3.21 указаны параметры на детали, которые будут контролироваться при выполнении нашей работы.

					151001.2016.249.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		96

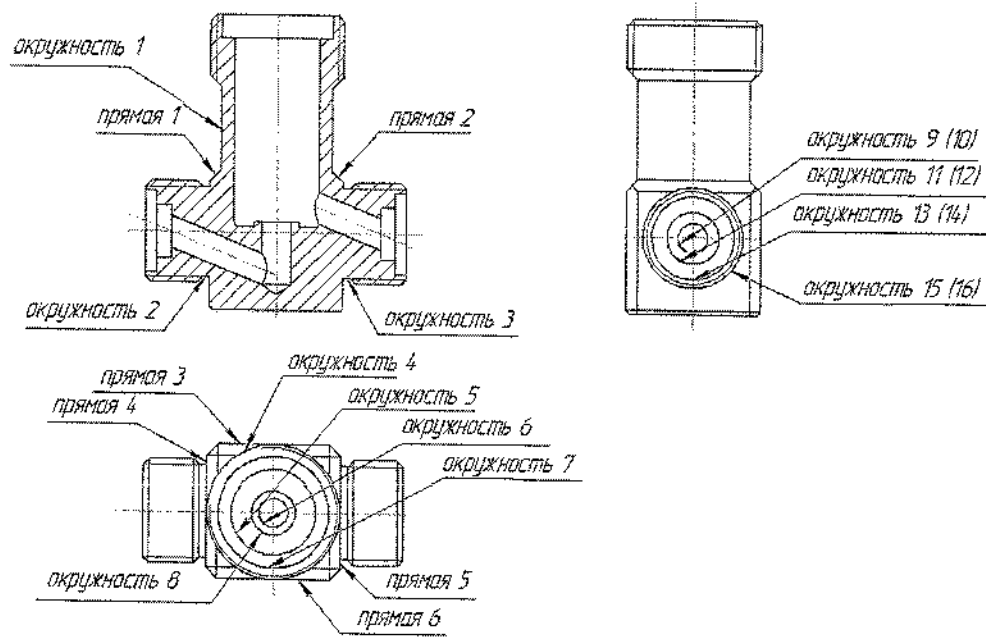


Рисунок 3.21 – контролируемые поверхности.

На рисунке 3.22 показана стратегия измерения детали.

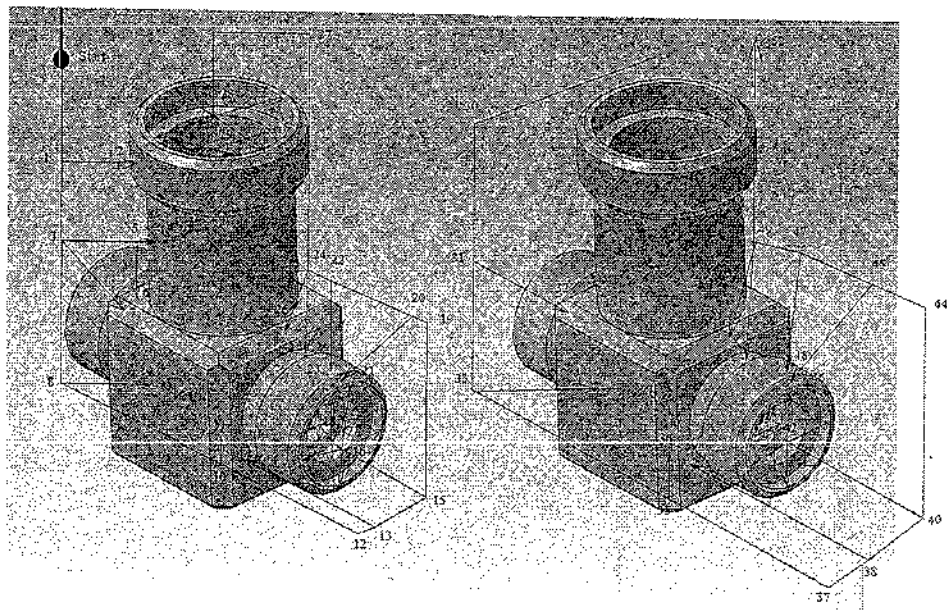


Рисунок 3.22 – Стратегия измерения детали

В таблице 3.5 представлены заменяющие элементы геометрических элементов детали.

						151001.2016.249.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			97

Таблица 3.5 – Заменяющие элементы геометрических элементов детали

Поверхность	Заменяющий элемент	Min кол – во точек построения	Принятое число точек
Прямая 1	Плоскость	3	30
Прямая 2	Плоскость	3	30
Прямая 3	Плоскость	3	30
Прямая 4	Плоскость	3	30
Прямая 5	Плоскость	3	30
Прямая 6	Плоскость	3	30
Окружность 1	Цилиндр	5	50
Окружность 2	Цилиндр	5	50
Окружность 3	Цилиндр	5	50
Окружность 4	Цилиндр	5	50
Окружность 5	Цилиндр	5	50
Окружность 6	Цилиндр	5	50
Окружность 7	Цилиндр	5	50
Окружность 8	Цилиндр	5	50
Окружность 9	Цилиндр	5	50
Окружность 10	Цилиндр	5	50
Окружность 11	Цилиндр	5	50
Окружность 12	Цилиндр	5	50
Окружность 13	Цилиндр	5	50
Окружность 14	Цилиндр	5	50
Окружность 15	Цилиндр	5	50
Окружность 16	Цилиндр	5	50

3.3 Аналитический обзор и выбор стандартизированного режущего инструмента.

Выбор производим, учитывая следующие требования: инструмент должен подходить к выбранному оборудованию; материал заготовки; вид обработки; технические требования чертежа.

Выбор режущего инструмента для фрезерно-центровальной операции.

						151001.2016.249.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			98

Для обработки поверхностей 1 и 2 (рисунок 3.23) выбираем торцовую фрезу ISCAR S865 FSN D050-04-22-R13 (рисунок 3.24).

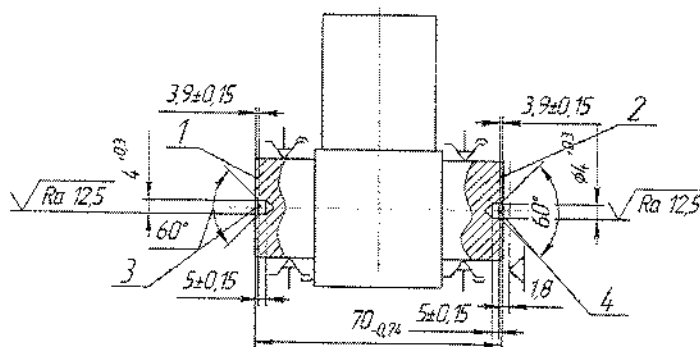


Рисунок 3.23 – Фрезерно-центровальная операция с ЧПУ

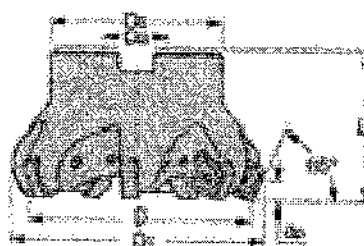


Рисунок 3.24 – Торцовая фреза ISCAR S865 FSN D050-04-22-R13: D = 50 мм; D1 = 59,7 мм; Z = 4; L = 40 мм; D3 = 48 мм; Da = 22 мм; ap = 6 мм

Для торцевой фрезы ISCAR S865 FSN D050-04-22-R13 выбираем сменные твердосплавные пластинки ISCAR S865 SNMU 1305ZNTR (рисунок 3.25).

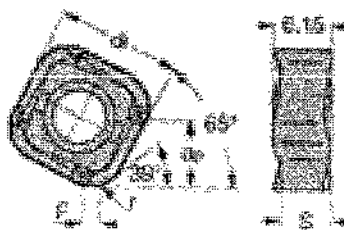


Рисунок 3.25 – Сменная твердосплавная режущая пластины ISCAR S865 SNMU 1305ZNTR: di = 13 мм; S = 5,5 мм; ap = 8 мм; F = 2 мм; r = 0,5 мм

Для сверления центровочных отверстий 3 и 4 (рисунок 3.24) выбираем центровочное сверло ISCAR MM ECS-A4 00X10-2T06 (рисунок 3.26).

					151001.2016.249.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		99

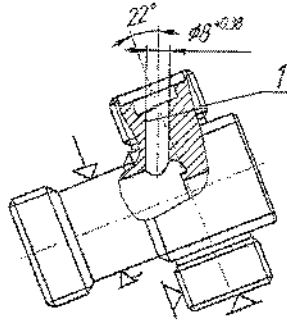


Рисунок 3.50 – Пятый установ комплексной операции на ОЦ с ЧПУ

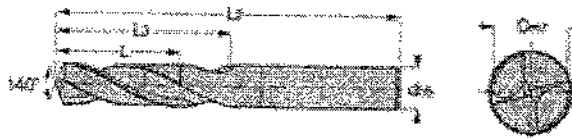


Рисунок 3.51 – Твердосплавное сверло ISCAR SCD 080-029-080 AP3:

$D = 8 \text{ мм}$; $d = 8 \text{ мм}$; $L = 29 \text{ мм}$; $L_3 = 41 \text{ мм}$; $L_2 = 79 \text{ мм}$

3.4 Аналитический обзор и выбор инструментальной оснастки.

Выбор производим, учитывая следующие требования: оснастка должна подходить к выбранному оборудованию; оснастка должна подходить к выбранному инструменту.

Оснастка для фрезерно-центровального станка с ЧПУ XZK8230-3000.

Для торцевой фрезы ISCAR S865 FSN D050-04-22-R13 выбираем оправку ISCAR DIN69871 30 SEM 16 X 35 (рисунок 3.52).

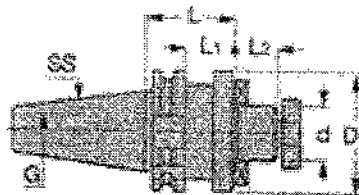


Рисунок 3.52 – Оправка ISCAR DIN69871 30 SEM 16 X 35: $SS = 30$;

$d = 16 \text{ мм}$; $d_1 = 38 \text{ мм}$; $L = 35 \text{ мм}$; $L_2 = 17 \text{ мм}$; $L_1 = 15,9 \text{ мм}$

Для центровочного сверла ISCAR MM ECS-A4 00X10-2T06 выбираем патрон ISCAR MM SA-H004-ER16-06 (рисунок 3.53).

					151001.2016.249.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		106

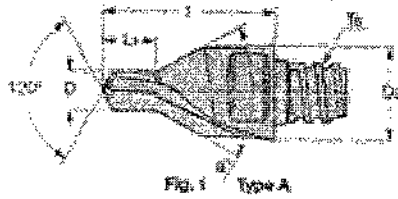


Рисунок 3.26 – Центровочное сверло ISCAR MM ECS-A4 00X10-2T06:
 $D = 4,12 \text{ мм}$; $D2 = 10 \text{ мм}$; $l = 19 \text{ мм}$; $L1 = 5,9 \text{ мм}$; $\alpha = 60^\circ$

Выбор режущего инструмента для токарной операции с ЧПУ.

Для обработки поверхности 4 (рисунок 3.27) выбираем резец ISCAR PQLNL 2525M-12 (рисунок 3.28).

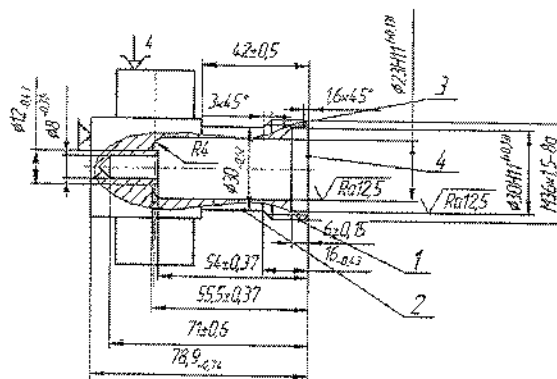


Рисунок 3.27 – Первый установ токарной операции с ЧПУ

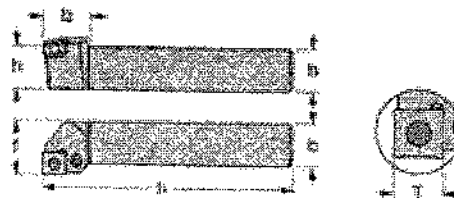


Рисунок 3.28 – Резец ISCAR PQLNL 2525M-12: $h = 25 \text{ мм}$; $b = 25 \text{ мм}$;
 $l1 = 150 \text{ мм}$; $l2 = 26,6 \text{ мм}$; $f = 32 \text{ мм}$; $T = 10 \text{ мм}$

Для резца ISCAR PQLNL 2525M-12 выбираем сменную твердосплавную пластину ISCAR QNMG 090408-GN (рисунок 3.29).

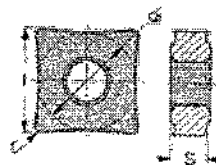


Рисунок 3.29 – Сменная твердосплавная пластина ISCAR QNMG
 090408-GN: $l = 10,32 \text{ мм}$; $d_i = 9,52 \text{ мм}$; $S = 4,76 \text{ мм}$

						151001.2016.249.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			100

Для обработки поверхностей 1 и 2 (рисунок 3.27) выбираем резец ISCAR SVACR 2020K-13S (рисунок 3.30).

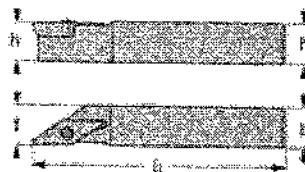


Рисунок 3.30 – Резец ISCAR SVACR 2020K-13S: $h = 20$ мм; $b = 20$ мм;
 $l = 125$ мм; $f = 20$

Для резца ISCAR SVACR 2020K-13S выбираем сменную твердосплавную пластину ISCAR VCMT 110302-SM (рисунок 3.31).

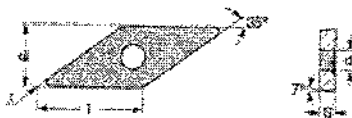


Рисунок 3.31 – Сменная твердосплавная пластина ISCAR VCMT 110302-SM: $l = 11,10$ мм; $d_i = 6,35$ мм; $S = 3,18$ мм; $r = 0,2$ мм; $d_1 = 2,9$ мм

Для нарезания резьбы 3 (рисунок 3.27) M36×1,5 и 3 (рисунок 3.32) M27×1,5 мм выбираем резьбовой резец ISCAR SEL 2525 M16 (рисунок 3.33).

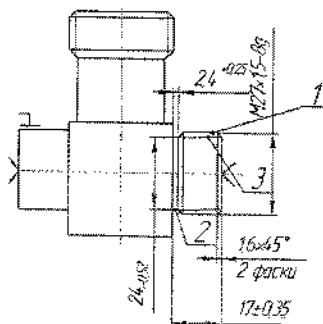


Рисунок 3.32 – Второй установ токарной операции с ЧПУ

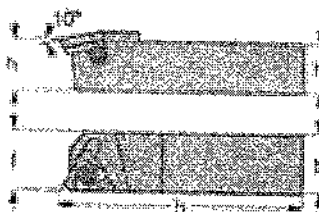


Рисунок 3.33 – Резьбовой резец ISCAR SEL 2525 M16: $h = 25$ мм;
 $b = 25$ мм; $l = 150$ мм; $f = 25$ мм

					151001.2016.249.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		101

Для резьбового резца ISCAR SEL 2525 M16 выбираем сменную твердосплавную пластину ISCAR 11EL A 60 (рисунок 3.34).

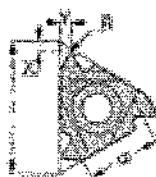


Рисунок 3.34 – Сменная твердосплавная пластина ISCAR 11EL A 60:

$d_i = 9,52$ мм; $l = 16$ мм; $R = 0,05$ мм; $X = 0,8$ мм; $Y = 0,9$ мм

Для обработки поверхности 1 (рисунок 3.32) выбираем резец ISCAR PTGNL 2525M-16 (рисунок 3.35).

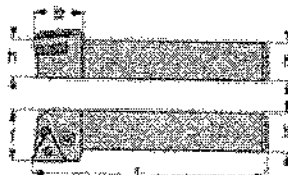


Рисунок 3.35 – Резец ISCAR PTGNL 2525M-16: $h = 25$ мм; $b = 25$ мм;

$l_1 = 150$ мм; $l_2 = 22$ мм; $f = 32$ мм

Для резца ISCAR PTGNL 2525M-16 выбираем сменную твердосплавную пластину ISCAR TNMG 160404-F3P (рисунок 3.36).



Рисунок 3.36 – Сменная твердосплавная пластина ISCAR TNMG

160404-F3P: $l = 16,5$ мм; $d_i = 9,52$ мм; $S = 4,76$ мм; $r = 0,4$ мм

Для обработки поверхности 2 (рисунок 3.32) выбираем резец ISCAR SCHR 16-22BF (рисунок 3.37).



Рисунок 3.37 – Резец ISCAR SCHR 16-22BF: $h = 16$ мм; $b = 16$ мм;

$l_1 = 125$ мм; $T_{\max-r} = 8$ мм; $W = 2,5$ мм

										Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	151001.2016.249.00.00.ПЗ					102

Для резца ISCAR SCHR 16-22BF выбираем сменную твердосплавную пластину ISCAR SCIR 22-BR08-10K15 (рисунок 3.38).

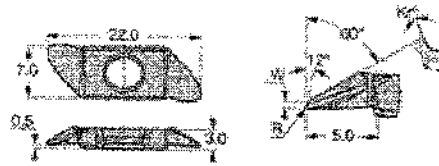


Рисунок 3.38 – Сменная твердосплавная пластина ISCAR SCIR 22-BR08-10K15: $W = 1 \text{ мм}$; $Kr = 15^\circ$; $R = 0,08 \text{ мм}$

Выбор режущего инструмента для комплексной операции на ОЦ с ЧПУ.

Для фрезерования поверхности 1 (рисунок 3.39) выбираем торцевую фрезу ISCAR S865 FSN D050-04-22-R13 (рисунок 3.40).

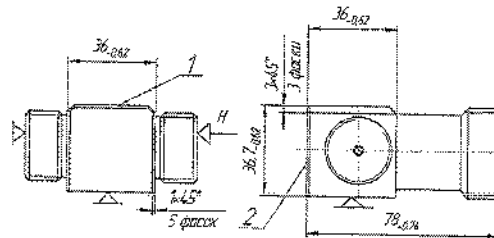


Рисунок 3.39 – первый установ комплексной операции на ОЦ с ЧПУ

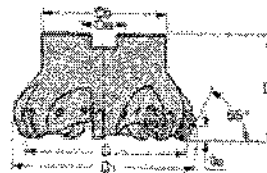


Рисунок 3.40 – Торцевая фреза ISCAR S865 FSN D050-04-22-R13:

$D = 50 \text{ мм}$; $D1 = 59,7 \text{ мм}$; $Z = 4$; $L = 40 \text{ мм}$; $D3 = 48 \text{ мм}$; $Da = 22 \text{ мм}$; $ap = 6 \text{ мм}$

Для торцевой фрезы ISCAR S865 FSN D050-04-22-R13 выбираем сменную твердосплавную пластину ISCAR S865 SNMU 1305ZNTR (рисунок 3.41).



Рисунок 3.41 – Сменная твердосплавная пластина ISCAR S865 SNMU 1305ZNTR: $F = 2 \text{ мм}$; $r = 0,5 \text{ мм}$; $ap = 8 \text{ мм}$; $d_i = 13 \text{ мм}$; $S = 5,5 \text{ мм}$

										Лист
										103
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	151001.2016.249.00.00.ПЗ					

Для снятия фасок $3 \times 45^\circ$ (рисунок 3.39) выбираем фрезу торцевую ISCAR T245 ELN D12-4-C16-05 (рисунок 3.42).

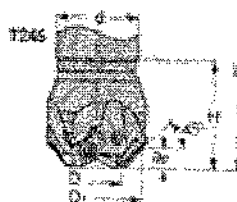


Рисунок 3.42 – Торцевая фреза ISCAR T245 ELN D12-4-C16-05:

$D = 12$ мм; $D1 = 19,7$ мм; $Z = 4$; $ar = 3,6$ мм; $L = 90$ мм; $H = 20$ мм; $d = 16$ мм

Для торцевой фрезы ISCAR T245 ELN D12-4-C16-05 выбираем сменную твердосплавную пластину ISCAR TPMT 110202 (рисунок 3.43).

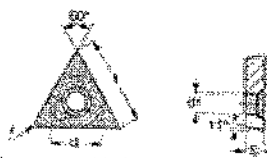


Рисунок 3.43 – Сменная твердосплавная пластина ISCAR TPMT 110202:

$l = 11$ мм; $d_i = 6,35$ мм; $S = 2,38$ мм; $r = 0,2$ мм; $d1 = 3$ мм

Для обработки отверстия 1 (рисунок 3.44) выбираем цельную концевую фрезу ISCAR EC-A2 140-26C14-85 (рисунок 3.45).

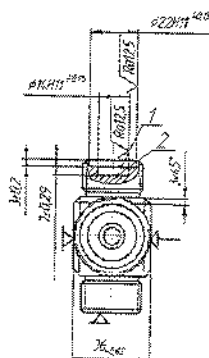


Рисунок 3.44 – Третий установ комплексной операции на ОЦ с ЧПУ



Рисунок 3.45 – Цельная концевая фреза ISCAR EC-A2 140-26C14-85:

$D = 14$ мм; $d = 14$ мм; $ar = 26$ мм; $L = 85$ мм; $Na = 30^\circ$

									Лист
									104
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	151001.2016.249.00.00.ПЗ				

Для обработки отверстия 2 (рисунок 3.44), поверхности 2 (рисунок 3.39) и снятия фасок $1 \times 45^\circ$ выбираем цельную концевую фрезу ISCAR EC-A2 220-38C20-105 (рисунок 3.46).



Рисунок 3.46 – Цельная концевая фреза ISCAR EC-A2 140-26C14-85:

$D = 22 \text{ мм}; d = 22 \text{ мм}; ar = 38 \text{ мм}; L = 105 \text{ мм}; Ha = 30^\circ$

Для сверления отверстий 1 (рисунок 3.47) выбираем твердосплавное сверло ISCAR SCD 050-020-060 AP3 (рисунок 3.48).

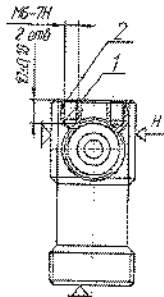


Рисунок 3.47 – Шестой установ комплексной операции на ОЦ с ЧПУ

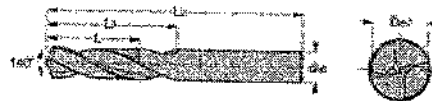


Рисунок 3.48 – Твердосплавное сверло ISCAR SCD 050-020-060 AP3:

$D = 5 \text{ мм}; d = 6 \text{ мм}; L = 20 \text{ мм}; L3 = 28 \text{ мм}; L2 = 66 \text{ мм}$

Для нарезания резьбы 2 (рисунок 3.47) выбираем машинный метчик ISCAR TPS M-6X1.0-M (рисунок 3.49).

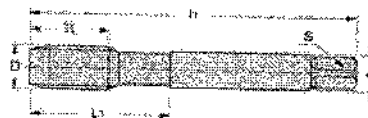


Рисунок 3.49 – Машинный метчик ISCAR TPS M-6X1.0-M: $D = M6;$

$H = 80 \text{ мм}; TL = 10 \text{ мм}; L1 = 30 \text{ мм}; d = 6 \text{ мм}; S = 4,9 \text{ мм}$

Для сверления отверстия 1 (рисунок 3.50) выбираем твердосплавное сверло ISCAR SCD 080-029-080 AP3 (рисунок 3.51).

					151001.2016.249.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		105

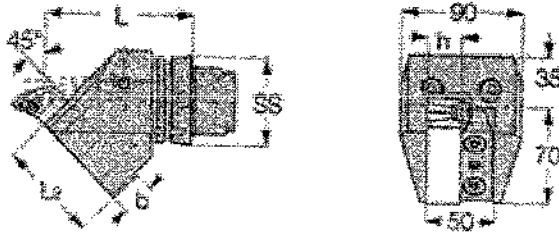


Рисунок 3.56 – Держатель ISCAR HSK A63 WH-ASHN-25-45: SS = 40;
 $L = 110$ мм; $L2 = 72$ мм; $h = 25$ мм; $b = 25$ мм

Для резца ISCAR SCHR 16-22BF выбираем держатель ISCAR C3 ADE 16L (рисунок 3.57).

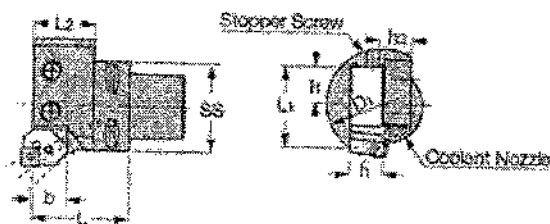


Рисунок 3.57 – Держатель ISCAR C3 ADE 16L: SS = 40; $L = 45$ мм;
 $L2 = 28,1$ мм; $b = 16$ мм; $D1 = 65$ мм; $L1 = 45$ мм; $l1 = 20$ мм; $h = 16$ мм;
 $h2 = 20$ мм

Оснастка для вертикального сверлильно-фрезерного центра с ЧПУ Akira Seiki PC 460.

Для фрезы ISCAR S865 FSN D050-04-22-R13 выбираем оправку ISCAR BT30 SEM 22X50 (рисунок 3.58).

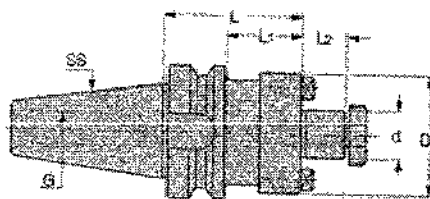


Рисунок 3.58 – Оправка ISCAR BT30 SEM 22X50: SS = 30; $d = 22$ мм;
 $D1 = 47$ мм; $L = 50$ мм; $L2 = 19$ мм; $L1 = 28$ мм; $G = M12$

Для фрез ISCAR EC-E4L 20-42/60C20CF110, ISCAR EC-A2 140-26C14-85, ISCAR EC-A2 220-38C20-105 выбираем оправку ISCAR BT30 HYDRO 20X90 (рисунок 3.59).

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	151001.2016.249.00.00.ПЗ					Лист
										108

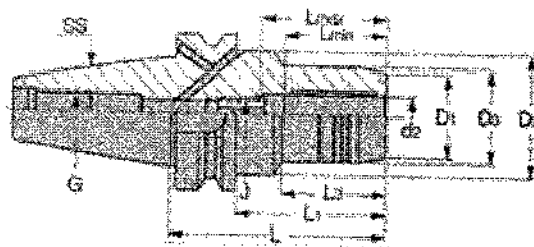


Рисунок 3.59 – Оправка ISCAR BT30 HYDRO 20X90: SS = 30;
 $d_2 = 20$ мм; $D_1 = 38$ мм; $D_3 = 42$ мм; $L = 90$ мм; $L_1 = 68$ мм; $L_{min} = 42$ мм;
 $L_{max} = 52$ мм; $G = M12$

Для фрезы ISCAR T245 ELN D12-4-C16-05 выбираем оправку ISCAR BT30 EM 12X 60 (рисунок 3.60).

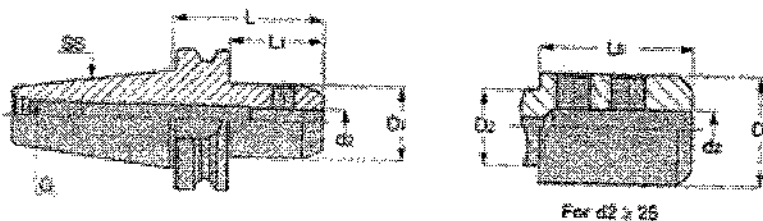


Рисунок 3.60 – Оправка ISCAR BT30 EM 12X 60: SS = 30; $d_2 = 12$ мм;
 $D_1 = 42$ мм; $L = 60$ мм; $L_1 = 38$ мм; $G = M12$

Для сверла ISCAR SCD 050-020-060 AP3 выбираем патрон ISCAR BT30 SRKIN 6X 90T (рисунок 3.61).

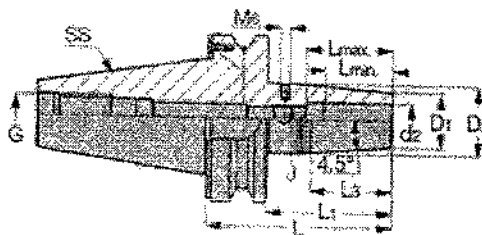


Рисунок 3.61 – Патрон ISCAR BT30 SRKIN 6X 90T: SS = 30; $d_2 = 6$ мм;
 $D_1 = 21$ мм; $D_2 = 27$ мм; $L = 90$ мм; $L_1 = 64$ мм; $L_3 = 38$ мм; $L_{min} = 25$ мм;
 $L_{max} = 36$ мм; $J = M5$; $G = M16$

Для метчика ISCAR TPS M-6X1.0-M выбираем патрон ISCAR GTIN ER32 ISO 6.30X5.00T (рисунок 3.62).

						151001.2016.249.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			109

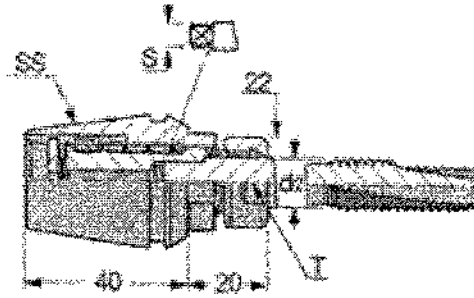


Рисунок 3.62 – Патрон ISCAR GTIN ER32 ISO 6.30X5.00T: SS = 30;
 $d_2 = 6,3$ мм; S = 5 мм; T = 20 мм

3.5 Проектирование и расчет специального режущего инструмента.

Проектируем комбинированный инструмент, состоящий из трех ступеней.

Проектирование первой ступени в виде сверла.

На рисунке 3.63 показан эскиз обработки отверстий.

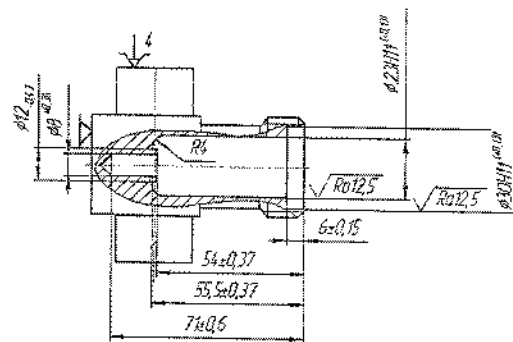


Рисунок 3.63 – Эскиз обработки отверстий

Первая ступень имеет сменную твердосплавную головку 1 (рисунок 3.64).

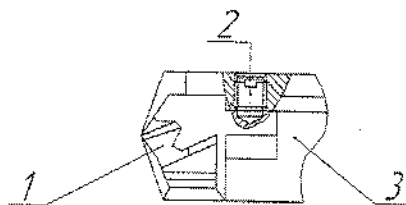


Рисунок 3.64 – Крепление твердосплавной головки к корпусу инструмента: 1 – сменная твердосплавная головка ISCAR IDI 080 SG;

2 – гужон; 3 – корпус инструмента

					151001.2016.249.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		110

Материал режущей головки Т15К6. Крепление режущей головки осуществляется гужоном 2 (рисунок 3.64).

$D = 8$ мм – диаметр первой ступени.

Геометрические параметры первой ступени.

Так как обрабатываемый материал нержавеющая (коррозионно - стойкая жаропрочная) сталь 12Х18Н10Т, то:

– угол при вершине $2\phi = 140^\circ$;

– задний угол α :

$$\alpha = \alpha_r \left(\frac{3,33}{d + 3,25} + 0,79 \right) = 8 \left(\frac{3,33}{8 + 3,25} + 0,79 \right) = 8,5^\circ \text{ округляем до } 8^\circ;$$

– угол наклона поперечной кромки $\psi = 45^\circ$;

– центральный угол канавки $\nu = 90^\circ$.

Допуски углов 2ϕ и α равны $\pm 3^\circ$, угла $\psi - \pm 5^\circ$.

На рисунке 3.65 показаны геометрические параметры сменной твердосплавной головки.

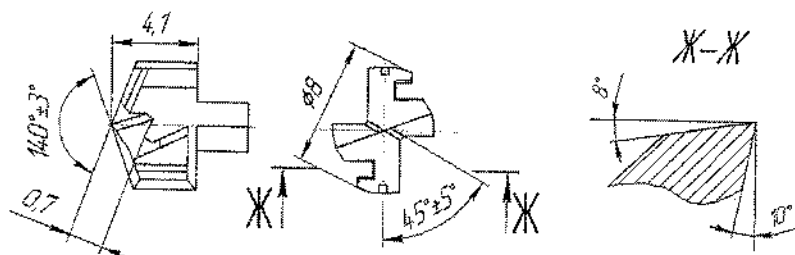


Рисунок 3.65 – Геометрические параметры сменной твердосплавной головки

Толщина сердцевины ступени $k = 0,5d = 0,5 \cdot 8 = 4$ мм.

Длина ступени $L1 = 17 \pm 0,8$ мм.

Допуск радиального биения первой ступени 0,05 мм.

Проектирование второй и третьей ступеней.

Вторая и третья ступени имеют сменные твердосплавные пластины 3 и 4 (рисунок 3.65).

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	151001.2016.249.00.00.ПЗ					Лист
										111

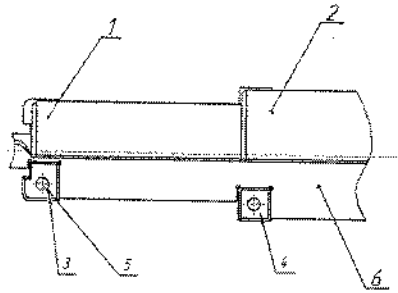


Рисунок 3.65 – Вторая и третья ступени инструмента: 1 – вторая ступень; 2 – третья ступень; 3 – специальная сменная твердосплавная пластина; 4 – сменная твердосплавная пластина ISCAR XOMT 060204-HQ; 5 – винты; 6 – корпус инструмента

$D1 = 23$ мм – диаметр второй ступени; $D2 = 30$ мм – диаметр третьей ступени.

Материал пластин Т15К6. Крепление пластин осуществляется винтами с эксцентриками 5 (рисунок 3.65).

На рисунке 3.66 показано крепление винтом с эксцентриком пластины.

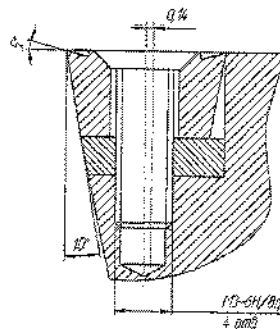


Рисунок 3.6 – Крепление пластины винтом с эксцентриком

Расчет эксцентрикового крепления СМП.

На рисунке 3.67 показана расчетная схема эксцентрикового закрепления.

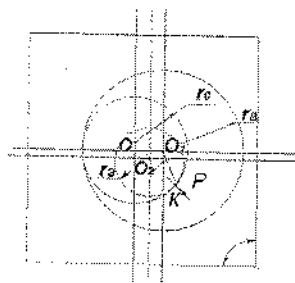


Рисунок 3.67 – Расчетная схема эксцентрикового закрепления

									Лист
									112
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	151001.2016.249.00.00.ПЗ				

Рассмотрим $\triangle OO_1K$:

$$\frac{OK}{\sin[180 - (\alpha + \varepsilon/2)]} = \frac{OO_1}{\sin \alpha};$$

$$\frac{r_0}{\sin(\alpha + \varepsilon/2)} = \frac{r_B - r_0}{\sin \alpha};$$

$$\frac{r_B}{r_0} = 1 + \frac{\sin \alpha}{\sin(\alpha + \varepsilon/2)} = 1 + \frac{1}{\cos \varepsilon/2 + \frac{\sin \varepsilon/2}{\operatorname{tg} \alpha}}$$

Получаем соотношение между радиусом винта и радиусом отверстия в СМП:

$$\frac{r_B}{r_0} \leq 1 + \frac{1}{\cos \varepsilon/2 + f^{-1} \cdot \sin \varepsilon/2};$$

$$\frac{r_B}{r_0} \leq 1 + \frac{1}{\cos 45^\circ + (0,2)^{-1} \cdot \sin 45^\circ} = 1,12$$

Так как $r_B \leq 2,464$, принимаем $r_B = 2\text{мм}$.

Величину эксцентриситета O_1O_2 эксцентрикового штифта определяем $\triangle KO_1O_2$:

$$O_1O_2 = \sqrt{(O_1K)^2 + (O_2K)^2 - 2 \cdot (O_1K) \cdot (O_2K) \cdot \cos \alpha},$$

где

$$\frac{O_1K}{\sin \varepsilon/2} = \frac{OK}{\sin[180 - (\alpha + \varepsilon/2)]} = \frac{OK}{\sin(\alpha + \varepsilon/2)};$$

$$O_1K = \frac{OK \cdot \sin \varepsilon/2}{\sin(\alpha + \varepsilon/2)}.$$

Подставляя полученные значения в формулу и получаем:

					151001.2016.249.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		113

Для третьей ступени:

$$e = 0,5ds \sin \gamma = 0,5 \cdot 30 \cdot 0,09 = 1,3 \text{ мм.}$$

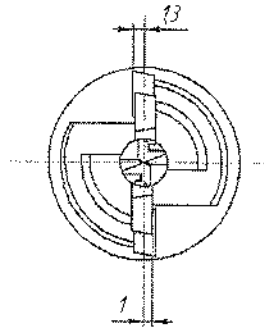


Рисунок 3.70 – Положение пластин относительно оси

Допуск радиального биения второй и третьей ступени 0,05 мм.

Допуск торцевого биения второй и третьей ступени 0,05 мм.

Проектирование хвостовика инструмента.

Хвостовик часть корпуса. Он не приваривается. Хвостовик имеет конус

Морзе №4. Длина хвостовика $L_{\text{хв}} = 117,5$ мм.

Расчет длины комбинированного инструмента.

Длина комбинированного инструмента рассчитывается по формуле:

$$L = L_1 + L_2 + L_3 + L_{\text{хв}}$$

где $L_1 = 17$ мм – длина первой ступени;

$L_2 = 49,4$ мм – длина второй ступени;

$L_3 = 65,1$ мм – длина третьей ступени.

$$L = 17 + 49,4 + 65,1 + 117,5 = 249 \text{ мм.}$$

Расчет комбинированного инструмента на прочность.

Чтобы сверло надежно противостояло силам резания, оно должно иметь запас прочности, превышающий действующие нагрузки. Необходимо выдержать следующие соотношения:

$$3M_{\text{кр}} \leq 0,026 \cdot 10^{1,4m+0,2n} \tau_{\text{к}} q^3;$$

$$3P_0 \leq KF\sigma_{\text{T}};$$

$$P_0 \leq \eta \pi^2 EI_{\text{min}}/l^2,$$

где $\tau_{\text{к}} = 240$ МПа – предел прочности сверла на кручение;

$F = 0,314d^2$ – площадь поперечного сечения рабочей части сверла;

					151001.2016.249.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		115

$\sigma_T = 3 \text{ ГПа}$ – предел текучести при сжатии материала инструмента;

$E = 214 \text{ ГПа}$ – модуль упругости материала инструмента;

$I_{\min} = 0,0054d^4$ – минимальный момент инерции инструмента.

Условие 1.

$$M_{\text{кр}} = 10C_m \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p = 10 \cdot 0,0345 \cdot 8^2 \cdot 0,09^{0,8} \cdot 0,79 = 2,55 \text{ Нм};$$

$$m = 4/8 = 0,5;$$

$$B = d \sin \frac{\pi - \nu}{2} \cos \omega;$$

$$B = 8 \sin \frac{3,14 - 90}{2} \cos 28,8 = 4,9 \text{ мм};$$

$$n' = \frac{4,9}{8} = 0,6;$$

$$q = 0,95d = 0,95 \cdot 8 = 7,6;$$

$$3 \cdot 2,55 \leq 0,026 \cdot 10^{1,4+0,5+0,2 \cdot 0,6} \cdot 240 \cdot 10^6 \cdot 7,6^3;$$

$$7,65 \leq 18076 \cdot 10^6$$

Условие 2.

Первая ступень.

$$P_1 = 10C_p \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p = 10 \cdot 68 \cdot 8 \cdot 0,09^{0,7} \cdot 0,79 = 796,5 \text{ Н};$$

$$F = 0,314 \cdot 8^2 = 20,1 \text{ мм}^2;$$

$$3 \cdot 796,5 \leq 0,22 \cdot 20,1 \cdot 3 \cdot 10^9;$$

$$2389,5 \leq 13,266 \cdot 10^9$$

Вторая ступень.

$$P_2 = 10C_p \cdot D^q \cdot t^{xp} \cdot S^y \cdot K_p = 10 \cdot 68 \cdot 7,5^{1,2} \cdot 0,09^{0,7} \cdot 0,79 = 1083 \text{ Н};$$

$$F = 0,314 \cdot 23^2 = 166,1 \text{ мм}^2;$$

$$3 \cdot 1083 \leq 0,22 \cdot 166,1 \cdot 3 \cdot 10^9;$$

$$3249 \leq 109,6 \cdot 10^9$$

Третья ступень.

$$P_2 = 10C_p \cdot D^q \cdot t^{xp} \cdot S^y \cdot K_p = 10 \cdot 68 \cdot 3,5 \cdot 0,09^{0,7} \cdot 0,79 = 435,1 \text{ Н};$$

$$F = 0,314 \cdot 30^2 = 282,6 \text{ мм}^2;$$

$$3 \cdot 435,1 \leq 0,22 \cdot 282,6 \cdot 3 \cdot 10^9;$$

					151001.2016.249.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		116

$$1305 \leq 186,5 \cdot 10^9$$

Условие 3.

$$I_{\min} = 0,0054 \cdot 8^4 = 22,1 \text{ Нм};$$

$$P_0 = 796,5 + 1083 + 435,1 = 2314,6 \text{ Н};$$

$$2314,6 \leq 1,67 \cdot 3,14^2 \cdot 214 \cdot 10^9 \cdot 22,1 / (17 + 49,4 + 65,1)^2;$$

$$2314,6 \leq 4,5 \cdot 10^9$$

Все условия выполняются, следовательно, сверло имеет запас прочности, превышающий действующие нагрузки.

					151001.2016.249.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		117

4 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Оценка перспективности разработки. Оценка перспективности (конкурентоспособности) проектируемой конструкции, определяется по формуле:

$$k = \frac{\sum_{i=1}^m K_i N_i}{\sum_{i=1}^m N_i},$$

где K_i – относительный показатель качества;

N_i – коэффициент весомости частного параметра.

$$K_1 = \frac{B_1}{B_{1п}} = \frac{73,69}{46,81} = 1,57,$$

где $B_1 - T_{шт}$ всего действующего технологического процесса;

$B_{1п} - T_{шт}$ всего проектного технологического процесса.

$$K_2 = \frac{B_2}{B_{2п}} = \frac{4275000}{5077684} = 0,84,$$

где B_2 – стоимость оборудования используемого в действующем технологическом процессе;

$B_{2п}$ – стоимость оборудования используемого в проектном технологическом процессе.

$$K_3 = \frac{B_3}{B_{3п}} = \frac{3595}{4092} = 0,88,$$

где B_3 – стоимость металлорежущего инструмента используемого в действующем технологическом процессе;

$B_{3п}$ – стоимость металлорежущего инструмента используемого в проектном технологическом процессе.

$$K_4 = \frac{B_4}{B_{4п}} = \frac{9}{3} = 3,$$

									Лист
									118
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	151001.2016.249.00.00.ПЗ				

где B_4 – количество операций механической обработки в действующем технологическом процессе;

$B_{4п}$ – количество операций механической обработки в проектном технологическом процессе.

$$k = \frac{(1,57 \cdot 1) + (0,84 \cdot 1) + (0,88 \cdot 0,75) + (3 \cdot 0,5)}{1 + 1 + 0,75 + 0,5} = \frac{4,57}{3,25} = 1,41$$

1,41 > 1,4 – весьма перспективная (конкурентоспособная) разработка.

Расчёт технологической себестоимости детали проектного варианта технологического процесса.

Исходные данные:

- годовая программа выпуска, шт.; 1000
- масса заготовки, кг. 1,2
- масса детали, кг. 0,8
- материал детали 12X18H10T
- режим работы двухсменный

Расчёт стоимости материалов изделия приведён в табл. 4.1.

Таблица 4.1 – Стоимость материалов изделия

№ п.п.	Марка материала	Чёрная масса, кг	Кэф-фициент исполь-зования	Масса отходов, кг	Цена 1 кг мате-риала, руб.	Цена 1 кг отхо-дов, руб.	Стоимость материала, руб. (гр.1 · гр.4)	Стоимость отходов, руб. (гр.3 · гр.5)	Стоимость материалов за вычетом отходов, руб. (гр.6 – гр.7)
А	Б	1	2	3	4	5	6	7	8
1	12X18H10T	1,2	0,67	0,4	45,0	15,0	54	2,0	52,0
Итого:									52,0

Для расчёта основной заработной платы рабочих-станочников используется табл. 4.2.

Таблица 4.2 – Численность основных рабочих и фонд их заработной платы

Номер операции	Время, мин		Количество оборудования, шт.	Занятость рабочего, % (не многостаночника – гр. 3 : гр. 2)	Разряд работы	Часовая тарифная ставка, руб.	Действительный годовой фонд времени работы оборудования, ч	Годовой фонд прямой заработной платы, руб. (гр. 2 + гр. 3)/60 · гр. 7 х х 50	Премияльные доплаты, руб., в % от (гр. 9 · 0,40)	Доплата по пояному коэффициенту, руб. (гр. 9 + гр. 10) · 0,15	Годовой фонд основной заработной платы, руб. (гр. 9 + гр. 10 + гр. 11)
	штучное	вспомогательное									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
005	5,47	0,5	1	0,09	4	150	3862	746,25	298,5	156,71	1201,46
010	18,1	5,26	1	0,29	5	200	3862	3893,33	1557,3	817,59	6268,22
015	23,2	8,42	1	0,36	5	200	3862	5270	2108	1106,7	8484,7
Итого:											15954,38

Заграты на электроэнергию сведены в табл. 4.3.

Таблица 4.3 – Силовая электроэнергия

№ операции	Модель станка	Мощность электро-двигателя кВт	Коэффициент использования мощности электродвигателя	Стоимость 1 кВт-ч электроэнергии, руб.	T маш. на операцию, мин.	КПД электро-двигателя	Заграты электро-энергию, руб.
1	2	3	4	5	6	7	8
005	XZK8230-3000	11	0,85	0,65	4,3	0,92	24,04
010	MetalMaster LS 360	5,5	0,85	0,65	5,82	0,92	16,27
015	Akira Seiki PC 460	4,5	0,85	0,65	7,05	0,92	16,13
Итого:							56,41

Электрoэнергия силовая: на одну деталь 56,41 руб.; на годовой выпуск 56410 руб.

Стоимость режущего инструмента приведена в табл. 4.4.

Таблица 4.4 – Расходы по эксплуатации режущего инструмента

Наименование инструмента и его размер	Цена за штуку, руб.	Норма расхода на 1000 изделий, шт.	Расход на годовой выпуск, шт.	Затраты на годовой выпуск, руб.
1	2	3	4	5
1. Фреза S865SNVU1305ZNTR	565	1	1	565
2. Сверло MMECS-A400X10-2T06	180	1	1	180
3. Резец PQLNL2525V-12	206	1	1	206
4. Резец SVACR2020K-13S	402	1	1	402
5. Резец SEL2525M-16	300	1	1	300
6. Резец PTGNL2525M-16	206	1	1	206
7. Резец SCHR16-22BF	215	1	1	215
8. Комбинированный инструмент	350	1	1	350
9. Фреза T245ELN012-4-C16-05	893	1	1	893
10. Фреза EC-A2220-38C20	515	1	1	515
11. Фреза EC-A140-26C14-85	457	1	1	457
12. Сверло SCD050-020-060AP3	68	5	5	340
13. Сверло SCD080-029-080AP3	91	5	5	455
14. Метчик TPSM-6X1-0-M	85	5	5	425
Итого:				5509
Затраты на переточку (25-30% от стоимости инструмента)				1377
Расходы по эксплуатации режущего инструмента на годовой выпуск:				6886
Расходы по эксплуатации режущего инструмента на одно изделие:				6,88

Расчёт себестоимости детали проектного технологического процесса произведён в табл. 4.5 и 4.6.

Таблица 4.5 – Калькуляция себестоимости детали

№ п.п.	Наименование статьи	Затраты		
		на деталь		на программу, тыс. руб.
		руб.	к итогу, %	
1	2	3	4	5
1	Основные материалы	54,00	30,3	54
2	Транспортно-заготовительные расходы	5,40	3	5,4
3	Возвратные отходы (вычитаются)	2,00	1,1	2
4	Топливо и энергия на технологические цели	56,41	31,7	56,41
5	Итого: прямых материальных затрат	117,81	—	117,81
6	Основная заработная плата производственных рабочих	15,95	9	15,95
7	Дополнительная заработная плата	2,41	1,3	2,41

Окончание таблицы 4.5 – Калькуляция себестоимости детали

8	Отчисления на социальные нужды	4,77	2,7	4,77
9	Итого: технологическая себестоимость	140,94	–	140,94
10	Расходы на оборудование и инструмент	13,77	7,7	13,77
11	Общехововые расходы	7,9	4,4	7,9
12	Итого: цеховая себестоимость	161,67	–	161,67
13	Общезаводские расходы	7,97	4,5	7,97
14	Расходы будущих периодов	3,2	1,8	3,2
15	Итого: производственная себестоимость	172,84	–	172,84
16	Внепроизводственные расходы	5,18	2,9	5,18
17	Итого: полная себестоимость	178,02	100	178,02
18	Полная себестоимость за вычетом прямых материальных затрат	60,21	–	60,21

Таблица 4.6 – Калькуляция себестоимости

№ п.п.	Статья расходов	На одну деталь, руб.	На годовой выпуск, руб.
Переменные расходы			
1	Основные материалы за вычетом отходов	48,60	48600
2	Основная, дополнительная заработная плата и отчисления на социальные нужды рабочих-станочников	23,13	23130
3	Электроэнергия силовая	56,41	56410
4	Расходы по эксплуатации режущего инструмента	6,88	6886
5	Транспортно-заготовительные расходы	5,4	5400
Итого		140,42	140420
Условно-постоянные расходы			
1	Ремонт и обслуживание оборудования	3,1	3100
2	Основная, дополнительная заработная плата и отчисления на социальные нужды вспомогательных рабочих	6,45	6450
3	Амортизация	1	1000
4	Расходы по подготовке работы (операции)	2,4	2400
5	Расходы по технологической оснастке	4,9	4900
6	Расходы по наладке оборудования, инструктажу	3,4	3400
7	Общезаводские расходы	7,97	7970
8	Расходы будущих периодов	3,2	3200
9	Внепроизводственные расходы	5,18	5180
Итого		37,69	37690
Всего		178,02	178020

Цена изделия определяется по формуле:

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	151001.2016.249.00.00.ПЗ					Лист
										122

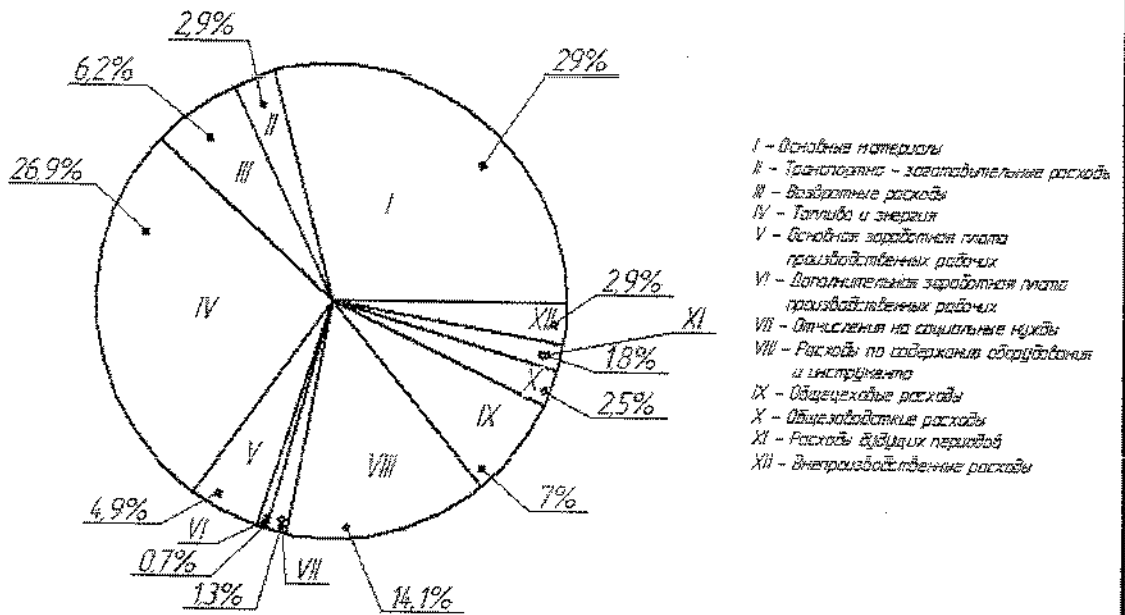


Рисунок 4.1 – Себестоимость детали действующего технологического процесса

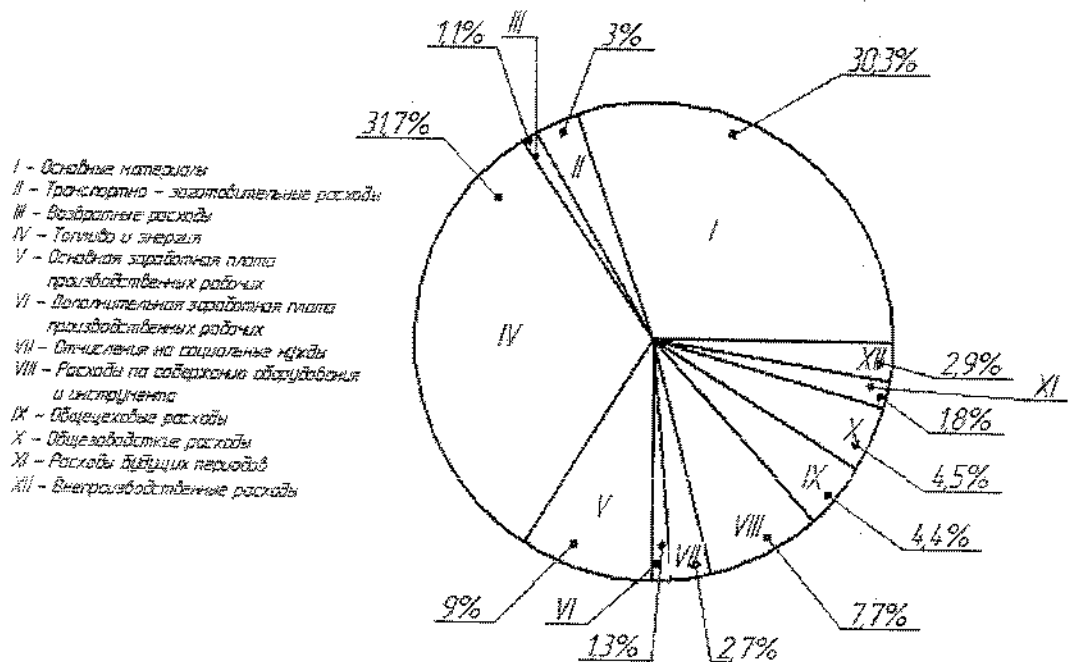


Рисунок 4.2 – Себестоимость детали проектного технологического процесса

$$C = a \cdot A_r + B = 140,42 \cdot 1000 + 37690 = 178110 \text{ руб.},$$

где Ц – цена изделия;

C – себестоимость выпуска;

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	151001.2016.249.00.00.ПЗ	Лист
						124

A_r – годовой объем выпуска;

a – переменные издержки на единицу продукции;

B – постоянные издержки на весь выпуск.

Таблица 4.8 – Анализ безубыточности

Показатель	Сумма		Структура в % к цене
	на деталь, руб.	на программу, тыс. руб.	
Цена	267,03	267,03	100
Переменные издержки	140,42	140,42	39,12
Валовая маржа (вклад)	788,42	39 420,88	60,88
Постоянные издержки	37,69	37,69	27,54
Прибыль	88,92	88,92	33,34

$$\Pi_i = Ц - a - b = 267,03 - 140,42 - 37,69 = 88,92 \text{ руб.}$$

$$\Pi = V_p - A - B = 267030 - 140420 - 37690 = 88920 \text{ руб.}$$

$$b + \Pi_i = 37,69 + 88,92 = 126,61 \text{ руб.}$$

$$B + \Pi = 37690 + 88920 = 126610 \text{ руб.}$$

Критический объем производства в натуральном выражении:

$$A_{min} = \frac{B}{C - a}, \text{ шт./год.}$$

$$A_{min} = \frac{37690}{267,03 - 140,42} = 298 \text{ шт./год.}$$

На рисунке 4.3 представлен график безубыточности.

Рассчитаем относительный запас прочности по формуле:

$$\delta = \frac{A_r - A_{min}}{A_r} \cdot 100 \%$$

$$\delta = \frac{1000 - 298}{1000} \cdot 100 \% = 70\%$$

Запас прочности показывает, что на 70 % можно снизить объём производства и реализации продукции без угрозы финансового положения предприятия.

					151001.2016.249.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		125

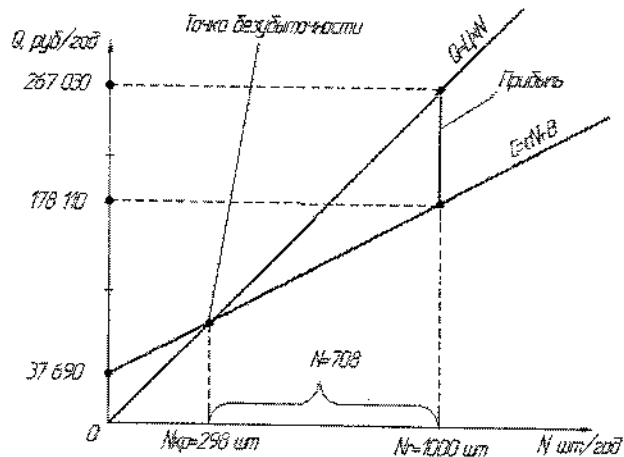


Рисунок 4.3 – Анализ безубыточности производства
 Определение величины капитальных вложений.

$$K_{\text{сум}} = K_{\text{пр}} + K_{\text{об}} + K_{\text{сопр}},$$

где $K_{\text{пр}}$ – прямые капитальные вложения;

$K_{\text{об}}$ – минимально необходимые оборотные средства;

$K_{\text{сопр}}$ – сопряжённые капитальные вложения.

Прямые капитальные вложения определяются по формуле:

$$K_{\text{пр}} = (0,5 - 0,9) C_{\text{пол}} A_{\Gamma},$$

$$K_{\text{пр}} = 0,5 \cdot 178,02 \cdot 1000 = 89010 \text{ руб.}$$

Сумма ($K_{\text{об}} + K_{\text{сопр}}$) превосходит $K_{\text{пр}}$ в 1,5–4,5 раз.

$$K_{\text{об}} + K_{\text{сопр}} = 1,7 \cdot 89010 = 151317 \text{ руб.}$$

$$K_{\text{сум}} = 89010 + 151317 = 240327 \text{ руб.}$$

Расчётная (чистая) прибыль $\Pi_{\text{р}}$ определяется по формуле:

$$\Pi_{\text{р}} = \Pi_{\text{б}} \cdot k_{\text{н.п}},$$

где $\Pi_{\text{б}}$ – балансовая прибыль;

$k_{\text{н.п}}$ – коэффициент, учитывающий налог на прибыль, $k_{\text{н.п}} = 0,95$.

Балансовая прибыль от реализации продукции по формуле:

$$\Pi_{\text{б}} = (\Pi_{\text{отп}} - C_{\text{пол}}) \cdot A_{\Gamma},$$

$$\Pi_{\text{р}} = (267,03 - 178,02) \cdot 1000 \cdot 0,95 = 84559,5 \text{ руб.}$$

									Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	151001.2016.249.00.00.ПЗ				126

Срок окупаемости определяется по формуле:

$$T_{\text{ок}} = \frac{K_{\text{сум}}}{\Pi_p + \Phi_{\text{амор}}}$$

$$T_{\text{ок}} = \frac{240327}{84559,5 + 140,42} = 2,8 \text{ года}$$

Срок окупаемости изделия 2 года 8 месяцев.

График срока окупаемости представлен на (рисунок 4.4).

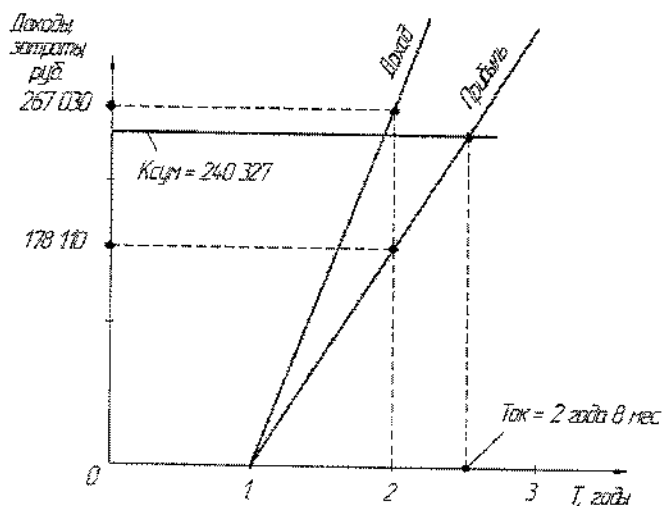


Рисунок 4.4 – График денежных потоков

					151001.2016.249.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		127

5 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Заготовка корпуса 151001.2016.249.03.00 получена горячей штамповки. Материал заготовки – сталь 12Х18Н10Т. Масса поковки составляет 1,2 кг, масса готовой детали – 0,8 кг.

В техпроцессе применяется фрезерно-центровальный станок с ЧПУ ХЗК8230-3000, токарный станок с ЧПУ MetalMaster LS 360 и сверлильно-фрезерный ОЦ с ЧПУ Akira Seiki PC 460.

В качестве транспортного оборудования применяется: кран-балка Q = 1 тонна; кран-штабелер.

Заготовки перемещается между станками с помощью крана-штабелера. Все применяемое оборудование соответствует ГОСТ 12.2.003-82 ССБТ «Оборудование производственное. Общие требования безопасности» и ГОСТ 12.2.009-80 ССБТ «Станки металлообрабатывающие. Общие требования к безопасности», значит, на этом оборудовании уровень шума и вибрации соответствует нормативным показателям. Следовательно, мероприятия и средства защиты от воздействия шума и вибрации в данном проекте не приводятся.

Станочные приспособления соответствуют ГОСТ 12.2.029-88 ССБТ и не представляют опасности, так как при работе на металлорежущих станках дверцы закрыты. На станках стоит автоматический датчик, который при открытии дверцы блокирует работу станка.

В качестве СОЖ в процессе механической обработки на металлорежущих станках применяется Аквол-6. Это концентрат для металлорежущих станков, образующий высокодисперсные эмульсии, обладающие повышенной смазывающей способностью. Аквол-6 не содержит фенолов, нитритов, вторичных аминов и хлора.

Мероприятия и средства по созданию безопасных и безвредных условий труда.

					151001.2016.249.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		128

К нормируемым параметрам микроклимата в производственных условиях относятся следующие параметры: температура воздуха t , °С; относительная влажность, %; скорость движения воздуха на рабочем месте V , м/с; атмосферное давление P , Па.

По правилам охраны труда на предприятиях и в организациях машиностроения (ПОТ РО 14000-001-98) соответствует средней IIа категории тяжести работ энергозатраты до 200 ккал/ч. Для данной категории определим оптимальные и допустимые значения температуры, относительной влажности и скорости движения воздуха в рабочей зоне производственных помещений.

Оптимальными условиями микроклимата для IIа категории работ в различное время года являются:

– для работы в холодное время года (температура ниже +10°С) – это $t = 19-21^{\circ}\text{C}$, влажность воздуха 60-40% и $V \leq 0,2$ м/с;

– для работы в теплое время года (температура выше +10°С) – это $t = 21-23^{\circ}\text{C}$, влажность воздуха 60-40% и $V \leq 0,3$ м/с.

Допустимыми условиями микроклимата для IIа категории работ в различное время года являются:

– для работы в холодное время года – это $t = 19-25^{\circ}\text{C}$, влажность воздуха 75-55% и $V \leq 0,3$ м/с;

– для работы в теплое время года (температура выше +10°С) – это $t = 18-27^{\circ}\text{C}$, влажность воздуха 75-55% и $V = 0,2-0,5$ м/с.

Выполнение этих норм достигается при осуществлении следующих мероприятий:

– вентиляция (приточная, вытяжная, естественная, воздушная и тепловая завеса);

– кондиционирование;

– отопление.

При использовании СОЖ необходимо предусматривать следующие мероприятия:

					151001.2016.249.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		129

- разрешение санитарного надзора на состав применяемой СОЖ;
- соответствие СОЖ требованиям ГОСТ 12.3.025–80 ССБТ «Обработка металлов резанием. Общие требования безопасности»;
- централизованное приготовление и подача СОЖ к станкам;
- соблюдение периодичности замены и промывки сосудов СОЖ;
- оборудование станков специальными сборниками и ограждениями, экранами для защиты;
- наличие вентиляции;
- использование рабочими специальных кремов и паст;
- проведение санитарных инструктажей.

Для защиты от различного рода опасностей в разработанном технологическом процессе предусмотрены следующие виды защиты:

– движущиеся части станков и механизмов укрыты соответствующими ограждениями:

а) конструкции ограждающих устройств достаточно прочны, надёжно закреплены;

б) ограждения имеют рукоятки для удобного и безопасного удержания их при съёме и установке;

в) внутренние поверхности защитных дверей, крышек, ограждений и посадочные места для них окрашены в ярко-красный цвет;

г) открывающиеся в течение рабочего дня защитные ограждения заблокированы с пуском станка;

– наличие и исправность индивидуальных средств защиты: спецодежда, спец.обувь, головные уборы.

Организационные мероприятия от разлетающейся стружки:

– станки оснащаются экранами, надёжно защищающими рабочих от разлетающейся стружки, случайно поломавшегося инструмента;

– экраны заблокированы с пуском станка;

– на станках, не имеющих экрана, рабочие обязаны надеть удобные, не мешающие работе очки.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

151001.2016.249.00.00.ПЗ

Лист

130

Мероприятия по электробезопасности.

Электрический ток оказывает термическое, электролитическое и биологическое воздействие.

Согласно «Правилам устройства электроустановок» помещение участка относится к особоопасному с точки зрения электробезопасности.

Основные причины несчастных случаев от воздействия электрического тока:

- случайное прикосновение или приближение на опасное расстояние к токоведущим частям, находящимся под напряжением;
- появление напряжения на металлических конструктивных частях электрооборудования;
- появление напряжения на отключенных токоведущих частях, на которых работают люди, вследствие ошибочного включения установки;
- возникновение шагового напряжения на поверхности земли в результате замыкания провода на землю.

В сетях с глухозаземлённой нейтралью, в качестве защитной меры, применяют соединение корпусов электрооборудования с нейтралью источника питания (зануление), что обеспечивает быстрое отключение повреждённой установки и участка сети.

Основные технические мероприятия и средства защиты от поражения электрическим током:

- изоляция токоведущих частей;
- недоступность токоведущих частей;
- размещение электрических проводов в трубах;
- применение защитного зануления;
- применение деревянных трапов у станков.

Основные организационные мероприятия:

- обязательный контроль наличия исправности зануления оборудования и изолирующего трапа у станка;

					151001.2016.249.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		131

– запрещение ремонта электрооборудования и вскрытие электрошкафов не аттестованными работниками;

– привлечение к ремонту электрооборудования аттестованных специалистов-электриков;

– инструктаж рабочих.

В таблице 5 указан характер действия электрического тока на организм человека.

Таблица 5 – Характер действия электротока

Действие тока	Величина тока, мА		Характер воздействия
	Переменный	Постоянный	
Пороговый, осязаемый	0,6 – 1,5	6 - 7	Вызывает осязаемое раздражение организма
Пороговый, не отпускной	10 – 15	50 – 70	Сильные судороги мышц рук, которые человек преодолеть не в состоянии
Пороговый, фибрилляционный	100	300	Воздействие на мышцу сердца, возможна его остановка

Проектирование искусственного освещения на участке.

При проектировании искусственного освещения участка выбор типа источников света общего назначения механических цехов с нормальными условиями труда зависит от спроектированного помещения.

Неудовлетворительное освещение может привести к ухудшению зрения.

На данном участке происходит обработка деталей, связанная с контролем предельными калибрами это относится к IVa категории зрительным работ. Коэффициенты отражения : потолка $\rho_n = 30 \%$, стен $\rho_w = 10 \%$. Размеры помещения: длина $A = 30$ м, ширина $B = 18$ м, высота $H = 7,2$ м.

Спроектируем систему освещения для участка механической обработки:

Определим площадь помещения:

					151001.2016.249.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		132

n – число ламп в светильнике;

η – коэффициент использования светового потока лампы, $\eta=65\%$.

$$\Phi = \frac{100 \cdot 300 \cdot 540 \cdot 1,15 \cdot 1,5}{21 \cdot 1 \cdot 65} = 20473 \text{ лм.}$$

Допустимое отклонение расчетного значения светового потока от табличного установлено от -10 до $+20\%$. Проверим выполнение условия:

$$\Delta = \frac{\Phi_{\text{табл}} - \Phi}{\Phi_{\text{табл}}} \cdot 100\% = \frac{23000 - 20473}{23000} \cdot 100\% = 11\%.$$

Условие выполняется.

Эскиз спроектированной системы освещения показан на рисунке 5.

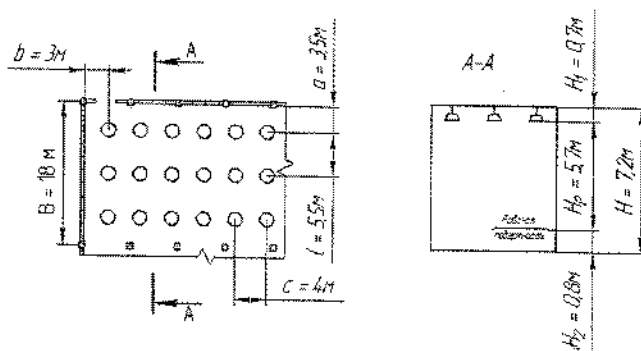


Рисунок 5 – Схема освещения светильников на участке

Мероприятия по пожарной безопасности участка.

Спроектированный участок механической обработки находится в производственном помещении, которое относится к категории Д по пожаробезопасности, так как в нем производится обработка негорючих веществ и материалов в холодном состоянии.

Причина возникновения пожара для данной категории:

- неосмотрительное обращение с открытым огнём при проведении электросварочных работ;
- неисправность производственного оборудования и нарушение технологического процесса;
- неисправность или перегрузка электрооборудования, что может привести к задымлению или возгоранию электродвигателей и других электрических приборов;

					151001.2016.249.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		134

– неправильное хранение смазывающих веществ, эмульсий, а так же промасляной ветоши;

– самовозгорание горючих веществ.

К первичным средствам пожаротушения относят: огнетушители, гидромомпы, вёдра, бочки с водой, лопаты, ящики с песком, ломы, войлок и т. д. Для различных объектов и помещений существуют нормы первичных средств пожаротушения.

На спроектированном участке располагаются следующие первичные средства пожаротушения:

– огнетушитель углекислотный ОУ-5 (2 шт.), применяется для тушения электроустановок;

– огнетушитель водно-пенный ОВП-5 (2 шт.), применяемый для тушения горячей масляной ветоши и других очагов горения, не находящихся под напряжением;

– пожарный кран;

– ящик с песком;

– кусок асбестового полотна 2х2 м;

– ломы (2 шт.);

– багры (2 шт.);

– топоры (2 шт.).

Все первичные средства пожаротушения размещены на специальном щите. Пожарный щит окрашен в красный цвет, на стенде размещены номера телефонов пожарной части, диспетчера завода, правила пользования огнетушителем.

Организационные мероприятия по пожарной безопасности на участке и рабочих местах включают в себя:

– разработку инструкций о соблюдении противопожарного режима и о действии людей при возникновении пожара (запрещение курения в не отведенных местах, приводится в порядок хранение и использование

					151001.2016.249.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		135

промасляной ветоши, СОЖ, обязательная уборка промышленной и других горючих жидкостей);

– организацию обучения рабочих и служащих правилам пожарной безопасности (вводный инструктаж, первичный инструктаж на рабочем месте);

– оформление наглядной агитации по обеспечению пожарной безопасности;

– оформление стенда пожарной безопасности;

– цеховая инструкция по пожарной безопасности;

– плакаты с устройствами и правилами пользования огнетушителями;

– план эвакуации из цеха в случае пожара;

– номера телефонов пожарной части.

					151001.2016.249.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		136

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Цель и задачи, поставленные в дипломном проекте, выполнены.

Проанализирован действующий технологический процесс и разработан проектный технологический процесс.

Спроектировано станочное приспособление, контрольное приспособление и специальный режущий инструмент, а также произведен их расчет.

Осуществлен выбор стандартизованного режущего инструмента и выполнен их аналитический обзор.

Выполнено сравнение калькуляций себестоимости детали действующего технологического процесса и проектного технологического процесса. На основании экономических расчетов проектный технологический процесс экономически выгоднее действующего технологического процесса.

Произведено обеспечение требований безопасности, рассчитано искусственное освещение, выполнена планировка освещения и участка механической обработки.

					151001.2016.249.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		137

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Справочник технолога машиностроителя: в 2-х т./ под ред. Дальского А.М., Касиловой А.Г., Мещерякова Р.К., Сулова А.Г. – 5-е изд. перераб. и доп. – М.: Машиностроение – 1, 2001, – 912с.

2. Морозов, И. М. Техническое нормирование операций механической обработки деталей: учебное пособие. /И.М. Морозов, И.И. Гузеев, С.А. Фадюшин – 2-е изд., перер. – Челябинск: Изд. ЮУрГУ, 2005. – 65 с.

3. Каширин, Н.А. Оформление технологических карт в курсовых и дипломных проектах: учебное пособие./ Каширин Н.А., Батуев В.А., Морозов И.М. 2-е изд. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2006 – 77 с.

4. Гузеев, В. И. Режимы резания для токарных и сверлильно-фрезерно-расточных станков с числовым программным управлением: справочник./ Гузеев В. И., Батуев В. А., Сурков И. В. 2-е изд.: Машиностроение, 2007, – 368 с.

5. Шамин, В. Ю. Теория и практика решения конструкторских и технологических размерных цепей: учебное пособие./ Шамин В. Ю. – Челябинск : Издательский центр ЮУрГУ, 2013, – 653 с.

6. Буторин, Г. И. Проектирование механосборочных цехов: учебное пособие./ Г. И. Буторин, 2005.

7. Мясников, Ю. И. Технологическая оснастка металлорежущих станков. Часть 1. Станочные приспособления как часть технологической оснастки: учебно-методический комплекс/ Мясников Ю. И. Издание 3-е, переработанное и дополненное – Челябинск: изд. ЮУрГУ, 2007.– 266 с.

8. Мясников, Ю. И. Технологическая оснастка металлорежущих станков. Системное проектирование станочных приспособлений: учебно-методический комплекс./ Мясников Ю. И. Издание 3-е переработанное и дополненное – Челябинск: изд. ЮУрГУ, 2007.– 378 с.

9. Фельдштейн, Е. Э. Режущий инструмент дипломное и курсовое проектирование: учебное пособие./ Фельдштейн Е. Э. Издание 2-е исправленное – Минск: изд. Дизайн ПРО, 2002. – 320 с.

					151001.2016.249.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		138

10 Буторин, Г. И. Оформление текстовых и графических документов при курсовом и дипломном проектировании: учебное пособие. / Буторин Г.И., Столярова Т.В., Кувшинова В.А.; под ред. В.Н. Выбойщика. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2009. – 110 с.

11 Общемашиностроительные нормативы времени, изд. 2-е уточненное и дополненное – Москва: изд. Машиностроение 1974. – 411 с.

					151001.2016.249.00.00.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		139