

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Российский государственный профессионально-педагогический университет»

МОДЕРНИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА МЕХАНИЧЕСКОЙ  
ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ «ЭКСТРАКТОР ВЕРХНИЙ»

Выпускная квалификационная работа

по направлению 44.03.04 Профессиональное обучение (по отраслям)  
профиля подготовки «Машиностроение и материалобработка»  
специализации "Технологии и оборудование машиностроения"

Идентификационный код ВКР: 744

Екатеринбург 2018

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Российский государственный профессионально-педагогический университет»  
Институт инженерно-педагогического образования  
Кафедра технологии машиностроения, сертификации  
и методики профессионального обучения

К ЗАЩИТЕ ДОПУСКАЮ:  
Заведующий кафедрой ТМС  
\_\_\_\_\_ Н.В. Бородина  
«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2018г.

**МОДЕРНИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА  
МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ  
«ЭКСТРАКТОР ВЕРХНИЙ»**

Выпускная квалификационная работа  
по направлению подготовки 44.03.04  
Профессиональное обучение (по отраслям)  
Профиля подготовки «Машиностроение и материалобработка»  
специализации «Технологии и оборудование машиностроения»

Идентификационный код ВКР: 744

Исполнитель:  
студент группы ЗТО-405С

И. А. Котельников

Руководитель:  
доцент кафедры ТМС,  
канд. техн. наук, доцент

Г. Н. Мигачева

Екатеринбург 2018

## АННОТАЦИЯ

Выпускная квалификационная работа выполнена на 109 страницах, содержит 23 рисунка, 31 таблицу, 30 источников литературы, а также 3 приложения.

Ключевые слова ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС, ОБРАБАТЫВАЮЩИЙ ЦЕНТР С ЧПУ, ОБРАБОТКА ПОВЕРХНОСТЕЙ, ЭЛЕМЕНТЫ РЕЖИМА РЕЗАНИЯ, РАСЧЁТ НОРМ ВРЕМЕНИ, РАСЧЕТ СИЛ ЗАЖИМА, ЗАЖИМНОЕ ПРИСПОСОБЛЕНИЕ, ВЫБОР КОНТРОЛЬНОГО ПРИСПОСОБЛЕНИЯ, ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ, МЕТОДИЧЕСКАЯ РАЗРАБОТКА.

Модернизация технологического процесса механической обработки в условиях серийного производства достигнуто за счёт применения современного обрабатывающего центра с ЧПУ.

Выбраны элементы режима резания для всех операций, выполняемых на ОЦ с ЧПУ и нормы времени на изготовление одной детали.

Составлена управляющая программа.

Приведено экономическое обоснование использование ОЦ с ЧПУ.

В методической части проанализирован профессиональный стандарт квалификации операторов-наладчиков станков с ЧПУ, выбраны трудовые функции, проанализированы планы обучения токарей и операторов-наладчиков. Разработано теоретическое занятие на тему 3D моделирование для переподготовки операторов-наладчиков станков с ЧПУ.

					ДП 44.03.04.744.ПЗ			
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата				
Разраб.	Котельников				Модернизация технологического процесса механической обработки детали «Экстрактор верхний»	Лит.	Лист	Листов
Пров.	Мигачева						2	109
Н. Контр.	Суриков					ФГАОУ ВО РГППУ, ИИПО Группа ЗТО-405С		
Зав. каф.	Бородина							

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
1.ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ И ИХ АНАЛИЗ .....	7
1.1. Служебное назначение детали.....	7
1.2. Технические требования, предъявляемые к детали.....	9
1.3. Анализ материала.....	10
1.4. Анализ технологичности конструкции детали.....	11
1.5. Анализ сравнения технологического процесса механической обработки детали на универсальных станках.....	14
1.6. Разработка твердотельной 3D модели детали.....	21
2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ.....	23
2.1. Выбор типа производства.....	23
2.2. Выбор исходной заготовки.....	27
2.3. Выбор технологических баз.....	30
2.4. Разработка технологического процесса.....	32
2.5. Выбор оборудования.....	36
2.6. Выбор инструмента.....	41
2.7. Выбор средств технического контроля.....	42
2.8. Расчет припусков заготовки.....	43
2.9. Расчет точности механической обработки.....	49
2.10. Расчет и назначение режимов резания.....	51
2.11. Расчет норм времени.....	56
2.12. Расчет и проектирование специального зажимного приспособления.....	60
2.13. Разработка фрагмента управляющей программы для станка с ЧПУ.....	63
3. ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ.....	71
3.1. Определение количества технологического оборудования.....	71
3.2. Определение инвестиций.....	73
3.3. Расчет технологической себестоимости детали.....	73

4. МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	88
4.1. Система переподготовки персонала.....	88
4.2. Составление перспективно-тематического плана.....	90
4.3. Занятие теоретического обучения.....	92
4.4. План-конспект занятия.....	94
4.5. Итоговая аттестация.....	98
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	101
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ .....	102
ПРИЛОЖЕНИЕ А. Лист задания по дипломному проектированию.....	105
ПРИЛОЖЕНИЕ Б. Перечень листов графических документов.....	106
ПРИЛОЖЕНИЕ В. Комплект технологической документации.....	107
ПРИЛОЖЕНИЕ Г. Фрагмент управляющей программы на станок DMS 100 U duo BLOCK с осью C операция 025.....	108

## ВВЕДЕНИЕ

Одной из важнейших отраслей промышленности считается машиностроение. Оно создает наиболее активную часть основных производственных фондов – орудия труда, следовательно, ускорение темпов его роста основа научно-технического процесса во всех отраслях хозяйства страны.

Возрождение и развитие отечественной машиностроительной промышленности невозможно без интенсификации производства на основе широкого использования достижений науки и техники, применения прогрессивных технологий. Повышение эффективности машиностроительного производства может быть осуществлено только путём его автоматизации и механизации, оснащения высокопроизводительным оборудованием.

В современных условиях широкое распространение получает технологическое оборудование с числовым программным управлением, позволяющее производить весь комплекс обработки на одном станке. Оно отличается высокой производительностью, повышенной точностью, высокой концентрацией обработки и снижением участия человека в процессе работы.

Поэтому целью дипломного проекта– является овладение разработкой технологического процесса обработки, основами конструирования исходных заготовок, выбором рационального способа их получения, обеспечивающего минимальный объем механической обработки, низкую материалоемкость и себестоимость производства заготовок.

В процессе выполнения дипломного проекта необходимо обосновать выбор способа производства, определить класс точности, припуски и допуски на механическую обработку отливок, определить оптимальные толщины стенок, уклонов, радиусов закруглений, технологических напусков и оформить чертеж заготовки; разработать маршрутную схему технологического процесса производства детали, рассчитать режимы резания.

									Лист
									5
Изм.	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.744 ПЗ				

В настоящее время предприятия машиностроения ведут работу в условиях импортозамещения, что предполагает значительное увеличение производственных мощностей. Появление новых станков поставило новые задачи, такие как модернизацию технологических процессов деталей производимых на универсальных станках.

Целью настоящей дипломной работы является разработка модернизированного технологического процесса обработки детали «Экстрактор верхний» на 5-и осном обрабатывающем центре «DMC 100 U duo BLOCK» .

Для достижения указанной цели необходимо решение ряда технологических и проектно – конструкторских задач:

- описание служебного назначения изделия и технологичности изделия «Экстрактор верхний»;
- построение 3D – модели детали в программе «Solid works– 3D»;
- сравнение базового и модернизированного технологического процесса обработки;
- выбор оборудования и инструмента;
- разработка фрагмента управляющей программы для станка с ЧПУ;
- разработка процесса операционного контроля в системе;
- разработка фрагмента управляющей программы операционного контроля;
- методическая часть - разработка программы обучения операторов станков с ЧПУ.

									Лист
									6
Изм.	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.744 ПЗ				

# 1. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ И ИХ АНАЛИЗ

## 1.1. Служебное назначение детали

Экстрактор верхний является деталью клинового затвора танковой пушки 2А46М. Основными составляющими 2А46М являются: ствол, термозащитный кожух, казённик, люлька, противооткатные устройства, подъёмный механизм и ограждение. Ствол орудия состоит из трубы, на которой закреплён эжектор для продувки ствола от остаточных пороховых газов. На стволе закреплён термозащитный кожух, состоящий из четырёх тонкостенных цилиндрических секций.

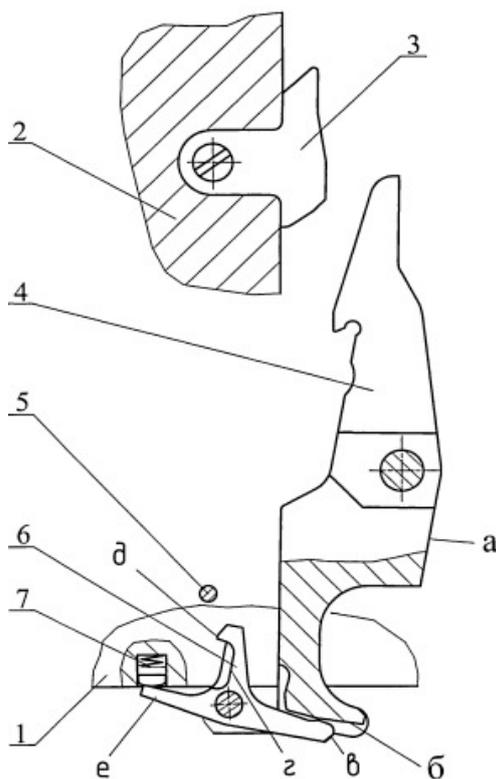


Рисунок 1- Общий вид детали «Экстрактор верхний» в затворе.

Клиновой затвор орудия (см. рисунок 1) содержит размещенные в пазу казенника клин с кулачками и шарнирно установленные выбрасыватели. На клине жестко установлены поводки. В казеннике для каждого выбрасывателя установлена защелка, взаимодействующая с выбрасывателем и поводком. Защелки выполнены подпружиненными, в виде рычага, взаимодействующего с поводком и фигурной поверхностью, выполненной в хвостовике выбрасывателя. Для взаимодействия с поводком на рычаге выполнены профильная поверхность и удерживающая площадка. Исключается поворот выбрасывателей и самозакрывание клина в момент его максимального хода, что повышает надежность работы изделия.

Деталь «Экстрактор верхний» является корпусной деталью и служит для извлечения деталей механизма в сборочном узле. Экстрактор верхний имеет центральное отверстие  $\varnothing 30H7$  для установки на вал механизма. Жёсткость и прочность корпусу обеспечивают габариты 264x30x112.

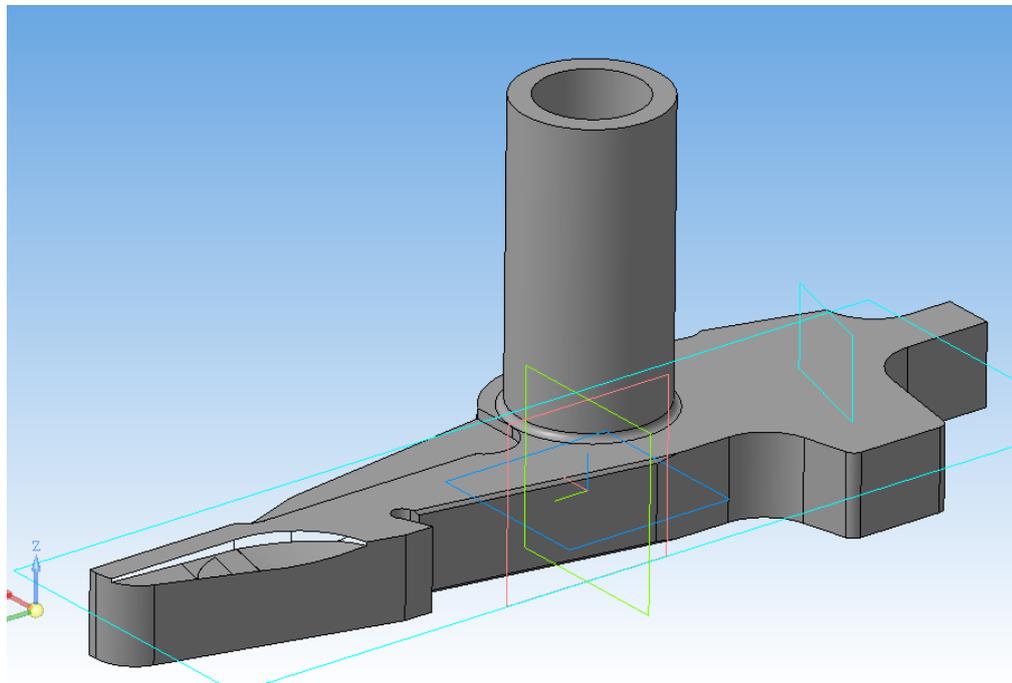


Рисунок 2 – 3D модель детали «Экстрактор верхний»

									Лист
									8
Изм.	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата					

ДП 44.03.04.744 ПЗ

Чертеж детали является основным источником информации для выполнения отчета. Размещенные на нем виды и проекции дают полное представление о конструкции детали. Для более наглядного вида выполнена 3D модель детали в программе «Solid Works».

## 1.2. Технические требования, предъявляемые к детали

Исходными данными, согласно заданию, является рабочий чертеж детали со всеми необходимыми техническими требованиями и годовая программа выпуска детали.

Проведем подробный анализ технических требований на изготовление детали по чертежу и сформулируем основные технологические задачи, которые требуется решить при обработке детали.

Технические требования:

1. Н14, h14, .
2. Неуказанные размеры радиусов: наружных не более 1 мм, внутренних не более 2 мм.
3. Отверстие М контролировать до обработки поверхностей Н.
4. Допускается врезание в поверхность К глубиной до 0,3 мм при обработке поверхностей Л.
5. Покрытие - Хим.фос.хр.прм.
6. Маркировать шрифтом ПО-5 ГОСТ 2930-62.

Деталь «Экстрактор верхний» сложная по конструкции. Деталь имеет сложные для обработки поверхности, которые возможно получить только фрезерованием.

К детали предъявляются следующие требования на взаимное расположение поверхностей:

									Лист
									9
Изм.	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.744 ПЗ				

- допуск перпендикулярности отверстий Ø30H7 относительно поверхности К 0,05мм на длину 100мм.
- допуск перпендикулярности отверстий Ø30H7 относительно поверхности противоположной отверстию К 0,03мм.

Шероховатость предъявляемая к поверхностям неотвественным в работе  $\sqrt{Ra12,5}$ . С большей точностью выполняется отверстия Ø30H7 и меньшие поверхности призматической части с угловыми размерами, а именно с шероховатостью  $\sqrt{Ra1,6}$ . Торцы цилиндрической части выполняется с шероховатостью  $\sqrt{Ra6,3}$ . Фаски отверстий с шероховатостью  $\sqrt{Ra3,2}$ .

### 1.3. Анализ материала

Экстрактор верхний изготавливается из стали 45ХН2МФА ГОСТ 4543-71. Это хромо-никельмолибденованадиевая сталь, предназначенная для изготовления таких деталей, как торсионные валы, коробки передач и другие нагруженные детали, работающие при скручивающих повторно-переменных нагрузках и испытывающие динамические нагрузки.

Таблица 1 – Химический состав в % материала 45ХН2МФА ГОСТ 1412 – 85

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Mo	V	Cu	Fe
0,42 - 0,5	0,17 - 0,37	0,5 - 0,8	1,3 - 1,8	до 0,025	до 0,025	0,8 - 1,1	0,2 - 0,3	0,1 - 0,18	до 0,3	~95

Термообработка: Закалка 860°C, масло

Температура ковки, °C: начала 1200, конца 800. Сечения до 60 мм охлаждаются медленно. Для крупных сечений проводится противфлоккенная термообработка.

Твердость материала: HB 10 -1 = 269 Мпа.

Температура критических точек:  $A_{c1} = 735$  ,  $A_{c3}(A_{cm}) = 825$  ,  $A_{r3}(A_{rcm}) = 470$  ,  $A_{r1} = 370$  ,  $M_n = 275$

Свариваемость материала: трудносвариваемая.

Флокеночувствительность: чувствительна.

Склонность к отпускной хрупкости: не склонна.

#### 1.4. Анализ технологичности конструкции детали

Технологичность конструкции детали является одним из путей снижения затрат и времени на изготовление нужной детали. Под этим термином понимают такое проектирование, которое при соблюдении всех эксплуатационных качеств обеспечивает минимальные трудоемкость изготовления, материалоемкость и себестоимость, а также возможность быстрого освоения выпуска изделий в заданном объеме с использованием современных методов обработки и сборки. Другими словами, конфигурация детали должна представлять собой сочетание простых геометрических форм, обеспечивающих надежное базирование заготовки в процессе обработки и дающих возможность применения высокопроизводительных методов изготовления.

Оценку технологичности проведем двумя методами – качественной и количественной оценки.

Качественная оценка детали:

- 1). конструкция допускает обработку отверстий на проход;
- 2). затруднен доступ инструмента к обрабатываемым поверхностям;
- 3). деталь имеет тонкие стенки;
- 4). деталь имеет только одну базовую поверхность, что несколько усложняет обработку, появляется необходимость снижения режимов обработки и использования специальных приспособлений;
- 5). материал детали выбран правильно;

									Лист
									11
Изм.	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.744 ПЗ				

- 6). размеры и поверхности детали имеют оптимальную точность и шероховатость;
- 7). точность и шероховатость поверхностей детали легко достижима при применении современных методов обработки;
- 8). физико-химические и механические свойства материала, жесткость детали, ее форма и размеры соответствуют требованиям технологии изготовления;
- 9). сопряжения поверхностей детали различных шероховатости и точности соответствуют методам и средствам обработки;
- 10). конструкция детали обеспечивает возможность применения стандартного инструмента, а так же применение типовых и стандартных технологических процессов ее изготовления;
- 11). поверхности отверстий соответствуют по форме стандартному инструменту.

В целом конструкция недостаточно технологична, т.к. не позволяет использовать производительное оборудование и выбрать удобные базы для установки.

Деталь допускает применение высокопроизводительных режимов резания. Прогрессивный металлорежущий инструмент, имеющий высокую стойкость и возможность замены не всего инструмента, а только вставных пластин позволяет форсировать режимы обработки.

Количественную оценку технологичности конструкции детали производят по следующим показателям:

Коэффициенту использования материала:

$$K_{им} = \frac{M_d}{M_z},$$

где  $M_d$  - масса детали по чертежу, кг;

$M_z$  - масса материала, расходуемого на изготовление детали, кг.

$$K_{и.м} = \frac{M_d}{M_z} = \frac{2,25}{3,5} = 0,64$$

									Лист
									12
Изм.	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.744 ПЗ				

Для изготовления этого типа детали  $K_{им}=0,64$  свидетельствует об удовлетворительном использовании материала.

2. Коэффициент точности обработки детали:

$$K_{тч} = 1 - \frac{1}{A_{ср}} \geq 0,8,$$

где  $A_{ср}$  – средний квалитет точности

$$A_{ср} = \frac{\sum A \times n_i}{\sum n_i},$$

где  $A$  – соответствующий квалитет точности;

$n_i$  – число поверхностей данного квалитета точности;

$$A_1 = 7 \quad n_1 = 2;$$

$$A_2 = 9 \quad n_2 = 2;$$

$$A_3 = 11 \quad n_3 = 2;$$

$$A_4 = 12 \quad n_4 = 9;$$

$$A_5 = 13 \quad n_5 = 2;$$

$$A_6 = 14 \quad n_6 = 11.$$

$$A_{ср} = \frac{7 \cdot 2 + 9 \cdot 2 + 11 \cdot 2 + 12 \cdot 9 + 13 \cdot 2 + 14 \cdot 11}{28} = 12,21$$

$$K_{тч} = 1 - \frac{1}{12,21} = 0,92 \geq 0,8$$

3. Коэффициент шероховатости поверхностей детали:

$$K_{ш} = 1 - \frac{1}{B_{ср}} \geq 0,7;$$

где  $B_{ср}$  – среднее числовое значение параметра шероховатости

$$B_{ср} = \frac{\sum B \cdot n_{ш}}{n_{ш}};$$

где  $B$  – числовое значение параметров шероховатости на чертеже

$n_{ш}$  – число поверхностей составляющих шероховатость

$$B_1 = 1,6 \quad n_1 = 8;$$

$$B_2 = 3,2 \quad n_2 = 6;$$

$$B_3 = 6,3 \quad n_3 = 1;$$

									Лист
									13
Изм.	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата					

$$B_4=12,5 \quad n_4=13.$$

$$B_{cp} = \frac{1,6 \cdot 8 + 3,2 \cdot 6 + 6,3 \cdot 1 + 12,5 \cdot 13}{28} = 7,17$$

$$K_{ш} = 1 - \frac{1}{7,17} = 0,86 \geq 0,7$$

В результате проведенного анализа сделан вывод о конструкции в целом: конструкция технологична.

Чертеж «Экстратор верхний» выполняем в Solid Works на листе формата А2.

### 1.5. Анализ сравнения технологического процесса механической обработки детали на универсальных станках

*Характеристика технологического процесса.*

По признакам технологический процесс относят [6]:

- по числу охватываемых изделий –серийный;
- по назначению – рабочий;
- по документации – маршрутно-операционный.

Проанализируем МОП с точки зрения экономической точности, а результаты занесем в таблицу 3 [6].

Таблица 2 – Сравнение методов обработки поверхностей

№	Вид поверхности	Квалитет	Шероховатость Ra	МОП в М.К	МОП экономической точности		Примечание
					Квалитет	Шероховатость	
1	2	3	4	5	6	7	8
3	Главное отверстие	H7	6,3	Сверление, рассточивание	7H-8H	6,3-12,5	Соответ.

## Окончание таблицы 2

1	2	3	4	5	6	7	8
1,5	Плоскость	11	12,5	Фрезерование одно-крат.	12-14	6,3-12,5	Соответ.
6	Плоскость	11	6,3	Фрезерование одно-крат.	12-14	6,3-12,5	Не соответ.
2,4	Плоскость	13	12,5	Фрезерование одно-кратное	12-14	6,3-12,5	Соответ.
7,8	Плоскость	11	1,6	Фрезерование - однократное	12-14	2,5-3,2	Соответ.
9,10	Плоскость	11	3,2	Фрезерование одно-кратное	8-10	3,2-6,3	Соответ.
11,12	Плоскость	14	6,3	Фрезерование одно-кратное	12-14	6,3-12,5	Соответ.

### *Анализ методов обработки поверхностей*

Методы обработки поверхностей (МОП) зависят от служебного назначения детали. На рисунках 3 и 4 укажем обрабатываемые поверхности и проанализируем методы

их обработки. Проанализируем МОП с точки зрения экономической точности, а результаты занесем в таблицу 2 [6].

В большинстве своем методы обработки соответствуют методам обработки поверхностям экономической точности, следовательно методы обработки в базовой технологии выбраны верно.

### *Анализ выбора технологических баз*

По технологическим картам выявим технологические черновые и чистовые базы в станочных операциях [6], а результаты занесем в таблицу 5.

Базы на операциях выбраны, верно, соблюдается правило базирования:  
 принцип постоянства и совмещения баз.

Таблица 3 – Сравнение методов обработки поверхностей

№	Вид поверхности	Квалитет	Шерохов. Ra	МОП в М.К	МОП экономической точности		Примечание
					Квалитет	Шерохов.	
3	Главное отверстие	H7	6,3	Сверление, растачивание	7H-8H	6,3-12,5	Соответ.
1,5	Плоскость	11	12,5	Фрезерование однократное	12-14	6,3-12,5	Соответ.
6	Плоскость	11	6,3	Фрезерование однократное	12-14	6,3-12,5	Не соответ.
2,4	Плоскость	13	12,5	Фрезерование однократное	12-14	6,3-12,5	Соответ.
7,8	Плоскость	11	1,6	Фрезерование однократное	12-14	2,5-3,2	Соответ.
9,10	Плоскость	11	3,2	Фрезерование однократное	8-10	3,2-6,3	Соответ.
11,12	Плоскость	14	6,3	Фрезерование однократное	12-14	6,3-12,5	Соответ.

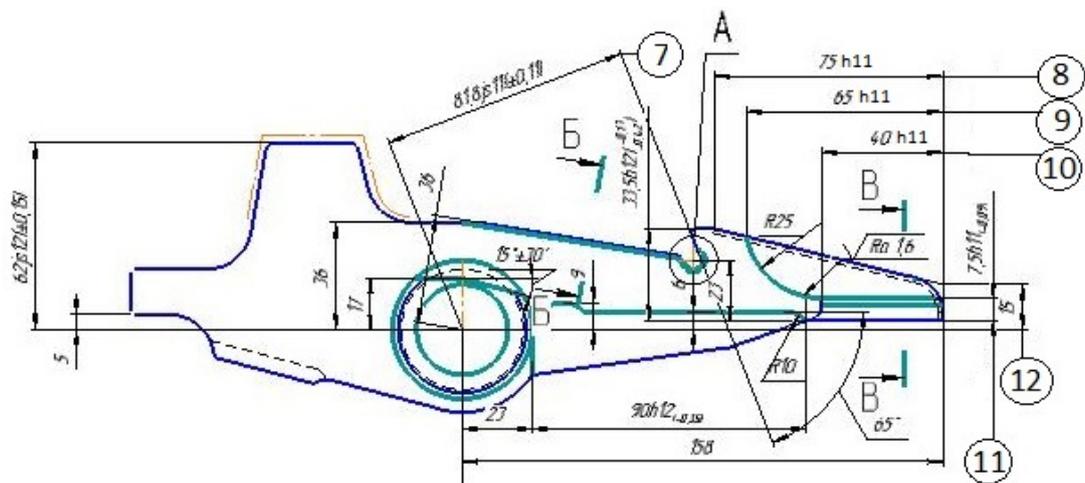
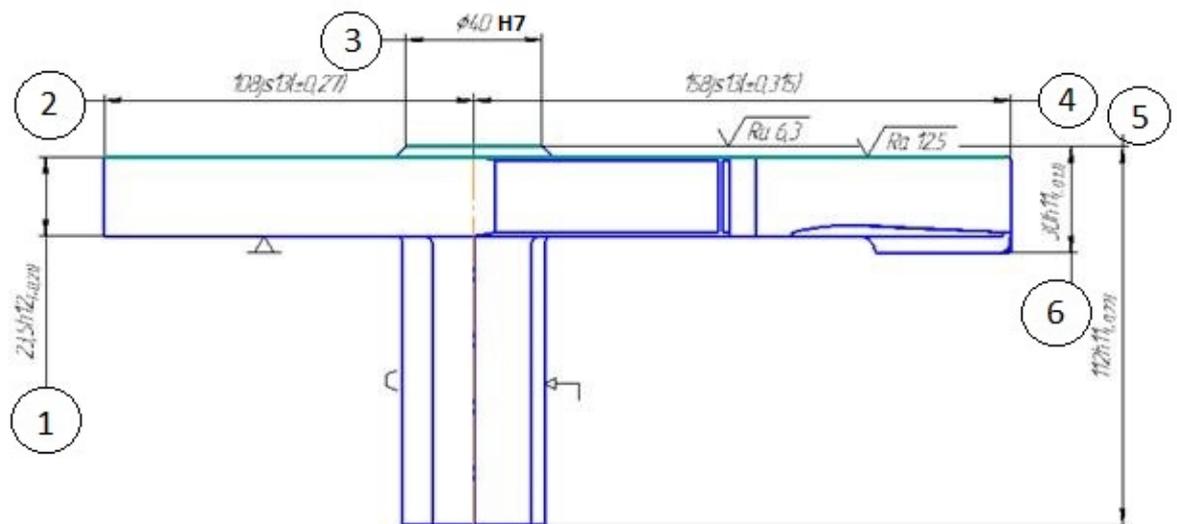


Рисунок 3 – Эскиз детали «Экстрактор верхний»

Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата
-----	------	----------	-------	------

ДП 44.03.04.744 ПЗ

Лист

17

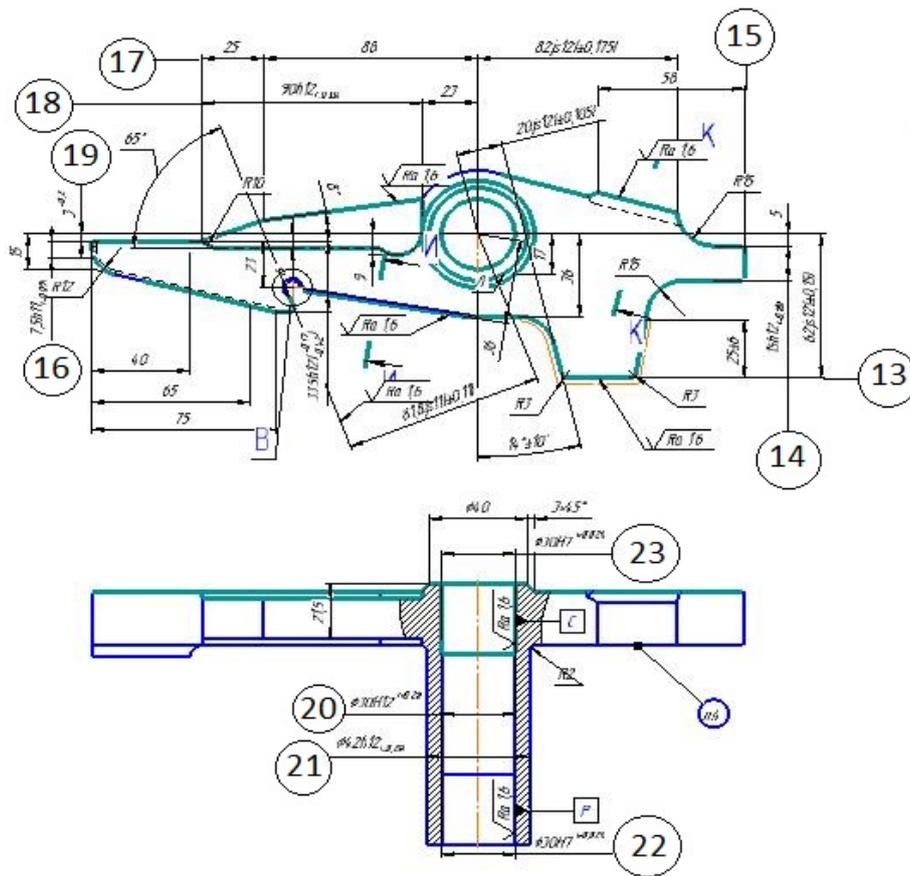


Рисунок 4 – Эскиз детали «Экстрактор верхний» (вид с боку)

Таблица 4 – Технологические базы в станочных операциях базового технологического процесса

№	Наименование и содержание операции	Технологические базы	
		Черновые	Чистовые
1	2	3	4
005	Разметочная	Плоскость 1, отверстие 3	
010	Горизонтально-сверлильная	Главное отверстие	Плоскость 22
015	Горизонтально-расточная Фрезеровать плоскость 5 и 2	Боковые поверхности	Плоскость 9

Окончание таблицы 4

1	2	3	4
020	Горизонтально-расточная Фрезеровать плоскость 8,9,10 в соответствии с эскизом		Плоскость 9, плоскость 18, отв. 16.
025	Горизонтально-расточная Фрезеровать плоскость 15,16 с растачивание плоскости 22 и фрезерование центрального отверстия 22.		Плоскость 9, плоскость 18, отв. 16.

*Анализ маршрута обработки*

При изучении маршрута обработки установлено, что обработка технологических баз ведется параллельно с обработкой исполнительных поверхностей, маршрут обработки составлен оптимально и оформлен по всем нормам ЕСКД.

*Анализ станочных операций*

Проанализируем операции 010 Горизонтально-сверлильную и 015 фрезерную, а результат занесем в таблицу 5.

Таблица 5 – Анализ станочных операций

№	Наименование и содержание операции	Структура операций				Технологическая база	Способ установки крепления	Модель станка	Схема построения операции
		Кол-во установок	Кол-во позиций	Кол-во переходов	Кол-во ходов				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
010	Горизонтально-сверлильная	1	-	2	5	Плоскость 21,	Спец. приспособления	Горизонтально	Одноместия, одноинстру-

Окончание таблицы 5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Сверлить, зенкеровать, развернуть Отв.22		-					свер- лиль- ный Ис-500	мен- тальная послед- дова- тельная обра- ботка
01 5	Фрезерная Фрезеровать, развернуть поверхность 6,5,4,2,3	3	-	6	12	Плос- кость 22.21,1,6	Спец. приспо- собление	Фре- зерный ФВ-11	Одно- местня, много- инстру- мента- льная, послед- дова- тельная обра- ботка

В целом, технологический процесс обработки на универсальных станках обеспечивает точность линейных и диаметральных размеров; качество обработанных поверхностей, допуски отклонения формы и расположения поверхностей.

Однако, тип производства по данному технологическому процессу среднесерийный, поэтому предлагается заменить универсальные станки(расточной и сверлильный) на обрабатывающий центр с ЧПУ, что соответствует серийному типу производства.

### 1.6. Разработка твердотельной 3D модели детали

									Лист
									20
Изм.	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата					

«Solid Works » – семейство систем автоматизированного проектирования (здесь и далее САПР) от Американской компании «Dessault System» с возможностями оформления проектной и конструкторской документации согласно стандартам серии ЕСКД и СПДС.

Программы данного семейства автоматически генерируют ассоциативные виды трёхмерных моделей (в том числе разрезы, сечения, местные разрезы, местные виды, виды по стрелке, виды с разрывом). Все они ассоциированы с моделью: изменения в модели приводят к изменению изображения на чертеже. Стандартные виды автоматически строятся в проекционной связи.

В этой программе была создана объёмная модель детали «Корпус редуктора». 3D модель изображена на рисунке 5.

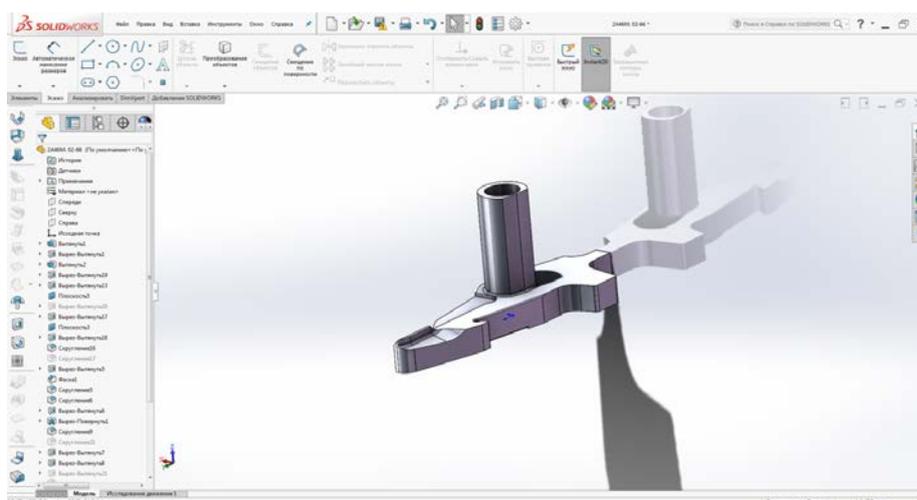


Рисунок 5 – Трёхмерная модель детали «Экстрактор верхний»

Имеется возможность связи трёхмерных моделей и чертежей со спецификациями, то есть при проектировании спецификация может быть получена автоматически; кроме того, изменения в чертеже или модели будут передаваться в спецификацию, и наоборот.

Более того богатая конструкторская и технологическая библиотека программы позволяет уменьшить затраты времени на поиск и проектирова-

										Лист
										21
Изм.	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата						

ние стандартных видов большинства машиностроительных элементов (крепежные изделия, профили, соединения и т.д.), уменьшается время на выбор и поиск применяемых материалов. Увеличиваются конструкторские возможности проектирования деталей сложных конфигураций (винтовые поверхности, тонкостенные, дутьевые, радиусные и прочее).

«Solid Works» выпускается в нескольких редакциях: «Solid Works Standard», «Solid Works Professional», «Solid Works Premium», «Solid Works Electrical», «SolidWorks Student Engineering Kit ». «Solid Works» может использоваться и как полностью интегрированный в модуль работы с чертежами и эскизами, и в качестве самостоятельного продукта, предоставляющего средства решения задач 2D-проектирования и выпуска документации.

Основные компоненты «Solid Works» — собственно система трёхмерного твердотельного моделирования, универсальная система автоматизированного проектирования и модуль проектирования спецификаций. Система «Solid Works» предназначена для создания трёхмерных ассоциативных моделей отдельных деталей и сборочных единиц, содержащих как оригинальные, так и стандартизованные конструктивные элементы. Параметрическая технология позволяет быстро получать модели типовых изделий на основе однажды спроектированного прототипа. Многочисленные сервисные функции облегчают решение вспомогательных задач проектирования и обслуживания производства. Ключевой особенностью «Solid Works» является использование собственного математического ядра и параметрических технологий, разработанных специалистами компании «Dessault Sistem».

## 2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

### 2.1. Выбор типа производства

Для определения типа производства можно использовать данные по объему выпуска деталей 10000 шт. и их массе 2,24кг (табл.6).

										Лист
										22
Изм.	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата						

Таблица 6 – Данные для ориентировочного расчета типа производства

Масса детали, кг	Тип производства				
	единичное	мелкосерийное	среднесерийное	крупносерийное	Массовое
< 1,0	< 10	10-2000	1500-100000	75000-200000	200000
1,0-2,5	< 10	10-1000	1000-50000	50000-100000	100000
2,5-5,0	< 10	10-500	500-35000	35000-75000	75000
5,0-10	< 10	10-300	300-25000	25000-50000	50000
> 10	< 10	10-200	200-10000	10000-25000	25000

Принимаем серийный тип производства.

Согласно ГОСТ 14.312-74 форма организации производства может быть поточной или групповой. Она определяет порядок выполнения операций технологических процессов, направление движения деталей в процессе их изготовления, расположение технологического оборудования и рабочих мест. При поточной организации производства такт производства деталей определяется по формуле:

$$\tau_{\text{в}} = \frac{60 \cdot F_{\text{д}}}{N} \text{ мин,}$$

где  $F_{\text{д}}$  - действительный годовой фонд времени при двухсменной работе, ч.;

$N$  - годовая программа выпуска деталей, 100шт.

$$\tau_{\text{в}} = \frac{60 \cdot 2014}{17000} = 7,1 \text{ мин.}$$

Групповая форма организации производства характеризуется периодическим запуском деталей партиями.

Количество деталей в партии для одновременного запуска определяется упрощенным способом по формуле

$$n = \frac{N \cdot a}{254} \text{ шт.},$$

где  $a$  – периодичность запуска в днях (рекомендуется следующая периодичность запуска деталей: 3, 6, 12, 24 дня);

254 - количество рабочих дней в году.

$$n = \frac{17000 \cdot 24}{254} = 1606,3 \text{ шт.}, \text{ принимаем } 1607 \text{ шт.}$$

Размер партии может быть скорректирован с учетом удобства планирования и организации производства. С этой целью размер партии принимают не меньше сменной выработки.

Располагая штучным временем, затраченным на каждую операцию, можно определить количество станков:

$$m_p = \frac{N \cdot T_{шт}}{60 \cdot F_d \cdot \eta_{з.н}},$$

где  $N$  – годовая программа, 17000шт;

$T_{шт}$  – штучное или штучно - калькуляционное время, мин;

$F_d$  – действительный годовой фонд времени,  $F_d = 2014$  ч;

$\eta_{з.н.}$  – нормативный коэффициент загрузки оборудования.

Среднее значение нормативного коэффициента загрузки оборудования на участке цеха при двусменной работе следует принимать: для средне-серийного производства – 0,75.

Затем вычислим значение фактического коэффициента загрузки рабочего места по формуле:

$$\eta_{з.ф} = \frac{m_p}{P},$$

где  $m_p$  – расчетное количество станков;

$P$  – количество рабочих мест.

Для операции 030 Сверлильная количество оборудования:

									Лист
									24
Изм.	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.744 ПЗ				

$$m_{P030} = \frac{17000 \cdot 0,05}{2014 \cdot 0,85} = 0,56 \text{ станков,}$$

Принимаем  $P_{010}=1$  место

$$\eta_{з.ф.010} = \frac{0,56}{1} = 0,56,$$

Аналогично рассчитываем на все операции техпроцесса с помощью приложения Microsoft Excel и построим диаграмму. Данные сводим в таблицу 7.

Таблица 7 - Определение количества станков

№	Операция	$T_{шт}$ , мин	$m_p$	P	$\eta_{з.ф.}$
1	2	3	4	5	6
30	Сверлильная	0,05	0,56	1	0,56
45	Фрезерная	0,38	4,28	5	0,86
50	Токарная	0,08	0,90	1	0,90
60	Фрезерная	0,08	0,90	1	0,90
70	Шлифовальная	0,04	0,45	1	0,45
80	Сверлильная	0,21	2,36	3	0,79
85	Токарная	0,08	0,90	1	0,90
90	Токарная	0,22	2,48	3	0,83
110	Шлифовальная	0,065	0,73	1	0,73
120	Шлифовальная	0,035	0,39	1	0,39
130	Фрезерная	0,09	1,01	2	0,51
140	Фрезерная	0,04	0,45	1	0,45
145	Фрезерная	0,21	2,36	3	0,79
150	Сверлильная	0,046	0,52	1	0,52

Окончание таблицы 7

1	2	3	4	5	6
155	Сверлильная	0,035	0,39	1	0,39

160	Фрезерная	0,21	2,36	3	0,79
165	Токарная	0,05	0,56	1	0,56
170	Фрезерная	0,14	1,58	2	0,79
175	Фрезерная	0,06	0,68	1	0,68
210	Фрезерная	0,09	1,01	2	0,51
220	Фрезерная	0,05	0,56	1	0,56
230	Фрезерная	0,05	0,56	1	0,56
240	Фрезерная	0,06	0,68	1	0,68
250	Фрезерная	0,21	2,36	3	0,79
260	Фрезерная	0,076	0,86	1	0,86
270	Фрезерная	0,037	0,42	1	0,42
	Итого	2,694	30,32	43	17,14

Средний коэффициент загрузки:  $\eta_{ср} = \frac{170,14}{43} = 0,40$



Рисунок 6– График загрузки оборудования

## 2.2. Выбор исходной заготовки

Метод получения заготовки принимаем аналогичный базовому тех- процессу, поэтому в дипломном проекте не приводим сравнение вариан- тов получения заготовки.

Выбираем способ изготовления заготовки. Наиболее целесообразно применить отливку с литьем в металлические формы. В качестве плоскости разъема выбираем плоскость без больших выступов, так как наиболее ответственные элементы располагаются ниже плоскости разъема, внешние контуры отливки обеспечивают свободное извлечение модели из формы.

Уклоны в соответствии с ГОСТ 3212 – 92 выбираем: для наружных поверхностей  $0^{\circ}30'$ ; для внутренних  $0^{\circ}45'$ . Отверстия в отливке при литье в металлические формы высверливаются если их диаметры не превышают 30 мм.

Назначаем классы точности, рассчитываем припуски на механическую обработку, назначаем допуски по таблицам ГОСТ 26645-85 [5] (издание 1996 г. с изменениями, соответствующими международным стандартам ИСО8015–85, ИСО 8062–84, ИСО 8062–84 (дополнение №1 от 1986 г.)).

Класс размерной точности отливки по табл. 9 принимаем 5т по ГОСТ 26645-85. Ряд припусков: 4 по табл.14, тогда припуск на сторону 0,4мм (табл.5), а соответственно допуск 0,1 – 0,11 (табл.6).

Принимаем степень коробления – 5 (табл.10); степень точности поверхности – 9 (табл.11); класс точности массы – 9 (табл.12); шероховатость поверхности отливки Ra10,0 (табл.12).

Обозначение отливки 5т-5-9-9 ГОСТ 26645-85.

Технологический процесс литья в металлические формы (кокиль) требует специальной подготовки кокиля к заливке и включает очистку рабочей поверхности кокиля; нагрев или охлаждение кокиля до оптимальной температуры (в пределах 115–475 °С); нанесение специальных теплоизоляционных слоев и для литья сложных деталей применяют сбор противопригарных красок; сборку формы; заливку расплава; охлаждение отливок; разборку кокиля с извлечением отливки.

									Лист
									27
Изм.	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата					

Для удаления воздуха и газов из рабочих полостей кокилей используют естественные зазоры между элементами формы, стыки деталей кокиля. По этим стыкам устраивают газоотводные каналы глубиной 0,2–0,5 мм, выполняя их в виде рисок-насечек или тонких щелей. Глубокие полости вентилируются через специально устанавливаемые в стенках кокиля вентиляционные пробки и игольчатые вставки.

После охлаждения отливки извлекают из кокиля с помощью толкателей. Металлический стержень извлекается из отливки до ее удаления из кокиля. После этого отливки подвергаются обрубке, а в случае необходимости – очистке или термической обработке.

Кокиль обладает по сравнению с песчаной формой значительно большей теплопроводностью, теплоемкостью, прочностью, практически нулевыми газопроницаемостью и газотворностью. Эти свойства материала кокиля обуславливают особенности его взаимодействия с металлом отливки.

Преимуществами этого способа являются универсальность форм, низкая себестоимость, возможность использования малоотходных технологических процессов.

К недостаткам относятся низкая точность размеров отливок и большая шероховатость поверхности, что увеличивает объем последующей механической обработки отливки; неблагоприятные условия труда из-за загазованности и запыленности литейного цеха.

Сборные металлические формы, состоящие из нескольких частей, с разъемами, обеспечивающими извлечение отливки. Обычно металлическая форма состоит из двух полуформ. Каждая полуформа имеет снаружи штыри (пальцы) или ребра для ускорения охлаждения формы.

При среднесерийном производстве процесс литья в металлические формы может быть автоматизирован, что и осуществляется на заводах-

автоматах (например, по производству алюминиевых поршней автомобильных двигателей).

Чертеж отливки выполняем в Solid Works-3D на листе формата А2.

Так как материал детали предполагает в качестве заготовки отливку и конструкция детали не предполагает других вариантов, поэтому в дипломном проекте не приводим сравнение вариантов получения заготовки.

На основании этого определяем стоимость только одной заготовки - отливки по формуле:

$$C_3 = (C_i \cdot Q \cdot k_T \cdot k_M \cdot k_C \cdot k_B \cdot k_{II}) - (Q - q)S_{отх}, руб$$

Базовая стоимость 1 кг отливок  $C_i=154$ руб (отливка из стали 45ХН2МФА ГОСТ 4543-71).

Коэффициенты выбираются по следующим данным:

а). В зависимости от точности отливки значение коэффициента  $k_T$  принимаем: нормальная точность – 1;

б). В зависимости от марки материала отливки значение коэффициента  $k_M$  составляет – 1,22;

в). Значения коэффициентов  $k_C$  и  $k_B$  принимаем:  $k_C=0,83$ ;  $k_B=1$ ;

г). Коэффициент  $k_{II}$  принимаем  $k_{II}=1$ ;

д). Масса готовой детали:  $q = 2,25$ кг ;

е). Масса исходной заготовки:  $Q = 3,12$ кг ;

ж). Цена 1 кг отходов стали – 30 руб.

Подставляя числовое значение получим:

$$C_{3_{заг.}} = (154 \cdot 3,12 \cdot 1 \cdot 0,87 \cdot 1 \cdot 1,13 \cdot 1) - (3,12 - 2,25) \cdot 30 = 472,36 - 26,10 = 446,26 руб$$

### 2.3. Выбор технологических баз

Выбор технологических баз в значительной степени определяет точность размеров, получаемых в процессе обработки, выбор режущих и из-

мерительных инструментов, станочных приспособлений и производительность обработки.

При выборе технологических баз для первой операции применяются обычно черные необработанные поверхности – «черновые базы». К черновой базе предъявляются следующие требования:

- черновая база должна занимать, возможно более определенное положение относительно других поверхностей;

- черновая база должна иметь достаточные размеры, возможно более высокую степень точности и наименьшую шероховатость поверхности;

- черновая база должна обеспечивать устойчивое положение детали;

- черновая база должна использоваться только один раз.

Исходя из этих требований, в качестве черновой базы выбираем наружную цилиндрическую поверхность экстрактора и закрепление осуществляется с помощью пневматического зажима с упором.

В качестве базы для промежуточных операций (между первой и последней операциями) выбирают с учетом следующих соображений:

- необходимо использовать те поверхности, которые связаны с обрабатываемой кратчайшей размерной цепью;

- не следует менять базы без достаточных на то оснований;

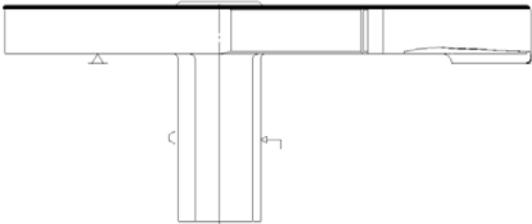
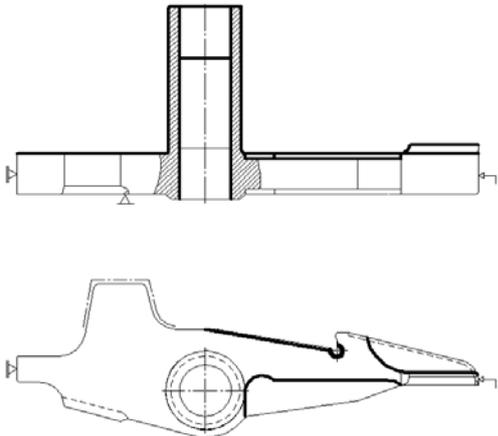
- при смене базы следует переходить к более точной.

В первую очередь на фрезерном станке обрабатывается основная чистовая база – плоскость экстрактора. Далее обрабатывается наиболее трудоемкая поверхность экстрактора – плоскость рабочей стороны, цилиндрическая часть, центральное отверстие и криволинейная поверхность защелки.

В завершении техпроцесса окончательно фрезеруется плоскость и окончательно фрезеруется отверстие.

Схемы базирования заготовки для разработанного технологического процесса представлены в таблице 8.

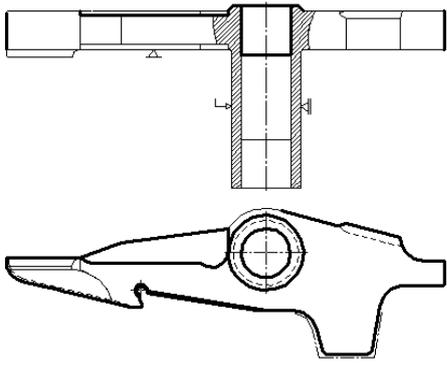
Таблица 8 – Схемы базирования заготовки детали «Экстрактор верхний»

Но- мер опер.	Схемы базирования заготовки	Описание
1	2	3
010		<p>Деталь базируется по нижней поверхности призматической части (черновая база) и зажимается а цилиндрическую часть. Обработка чистовой базы</p>
015		<p>Деталь базируется по обработанному торцу призматической части (чистовая база). Обработка торцев и цилиндрической части, Сверление, зенкерование и развертывание отверстия. Сверление отверстия Ф6. Фрезерование фасок.</p>

Окончание таблицы 8

1	2	3
---	---	---

020



Деталь базируется по обработанной цилиндрической части (чистовая база). Зенкерование и развертывание отверстия. Фрезерование контура экстрактора. Фрезерование впадин. Фрезерование фасок.

2.4. Разработка технологического процесса

Выбор методов обработки поверхностей зависит от конфигурации детали, ее габаритов, точности и качества обрабатываемых поверхностей, вида принятой заготовки. В зависимости от технических требований, предъявляемых к детали, и типа производства выбирают один или несколько возможных методов обработки резанием и вид соответствующего оборудования.

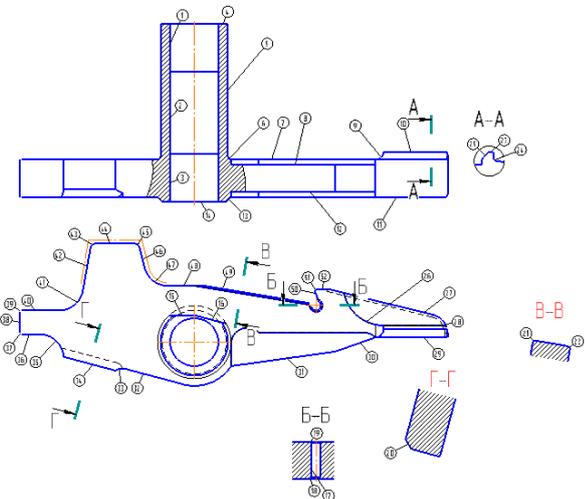


Рисунок 7 – Эскиз обрабатываемых поверхностей.

Технологический процесс механической обработки детали «Экстрактор верхний» представлен в таблице 9.

Таблица 9 – Методы обработки поверхностей

№ пов.	Наименование	Размер	IT	Ra	Маршрут обработки
1	2	3	4	5	6
1	Отверстие	Ø30H7	7	1,6	Сверлить Фрезеровать начерно Фрезеровать начисто Фрезеровать тонко
2	Отверстие	Ø30H12	12	12,5	Сверлить Фрезеровать однократно
3	Отверстие	Ø30H7	7	1,6	Сверлить Фрезеровать начерно Фрезеровать начисто Фрезеровать тонко
4	Торец	112f9	9	6.3	Фрезеровать начерно Фрезеровать начисто
5	Цилиндрическая поверхность	Ø42h12	12	12,5	Фрезеровать
6	Галтель	2	14	12,5	Фрезеровать
7	Торец	23,5h12	12	12,5	Фрезеровать
8	Углубление	3	14	12,5	Фрезеровать
9	Галтель	15	14	12,5	Фрезеровать
10	Плоскость	30d9	9	12,5	Фрезеровать
11	Торец	23,5h12	12	12,5	Фрезеровать
12	Углубление	3	14	12,5	Фрезеровать
13	Фаска	0,5 x45°	14	12,5	Фрезеровать

Окончание таблицы 9

1	2	3	4	5	6
14	Торец	112f9	9	1,6	Фрезеровать начерно Фрезеровать начисто
15	Плоскость	17	14	12,5	Фрезеровать
16	Плоскость	15°	14	12,5	Фрезеровать
17	Отверстие	Ø6H10	10	12,5	Сверлить
18	Фаска	1 x45°	14	3,2	Фрезеровать
19	Фаска	1 x45°	14	3,2	Фрезеровать
20	Фаска	5x45°	14	3,2	Фрезеровать
21	Фаска	1 x45°	14	3,2	Фрезеровать
22	Фаска	1 x45°	14	3,2	Фрезеровать
23	Наружный контур	33,5b12	12	12,5	Фрезеровать
24	Галтель	3	14	12,5	Фрезеровать
25	Фаска	5 x45°	14	12,5	Фрезеровать
26	Углубление	3	14	12,5	Фрезеровать
27-51	Наружный контур		12	12,5	Фрезеровать по программе

Составим общий план обработки детали и определим содержание каждой операции. Обработку ведем на агрегатных станках.

005 Отливка

Литье в металлическую форму

010 Фрезерная

1. Фрезеровать торец 11.
2. Фрезеровать торец 14 начерно.

015 Фрезерно–сверлильная с ЧПУ

- 1.Фрезеровать торец 7.
- 2.Фрезеровать торец 4.
- 3.Фрезеровать углубление 8.
- 4.Фрезеровать углубление 26.
- 5.Фрезеровать плоскость 10.
- 6.Фрезеровать фаску 25.
- 7.Фрезеровать наружную цилиндрическую поверхность 5.
- 8.Фрезеровать галтели 6, 9, 24.
- 9.Сверлить отверстия 1,2,3.
- 10.Фрезеровать отверстия 1,2,3 начерно.
- 11.Фрезеровать отверстие 1 начисто.
- 12.Сверлить отверстие 17.
- 13.Фрезеровать фаску 18.
- 14.Фрезеровать фаску 22.

020 Фрезерно–сверлильная с ЧПУ

- 1.Фрезеровать торец 14 начисто.
- 2.Фрезеровать фаску 13.
- 3.Фрезеровать отверстие 3 начерно.
- 4.Фрезеровать отверстие 3 начисто.
- 5.Фрезеровать фаску 19.
- 6.Фрезеровать фаску 21.
- 7.Фрезеровать наружный контур по поверхностям 23,27,28,29,30,31,32,33,34,35,36,37,38,39,40,41,42,43,44,45,46,47,48,49,50,51 тонко.

025 Моечная

										Лист
										35
Изм.	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.744 ПЗ					

Промыть деталь.

### 030 Контрольная

Визуальный контроль и измерительный контроль. Контролировать все технологические требования, предъявляемые к детали.

#### 2.5. Выбор оборудования

К средствам технологического оснащения относятся: технологическое оборудование, технологическая оснастка, средства автоматизации и механизации технологических процессов.

Выбор технологического оборудования – станков, зависит: от метода обработки; возможности обеспечить точность размеров и формы, а также качество поверхности изготавливаемой детали; габаритных размеров заготовок и размеров обработки; мощности, необходимой для резания; производительности и т.д.

Технологическое оборудование выбирается согласно принятым методам обработки поверхностей. При этом учитываются следующие факторы:

- размеры стола станка должны быть в 1,2-1,5 раза больше габаритных размеров детали для обеспечения возможности установки и закрепления на столе приспособления;
- мощность двигателя главного привода станка должна быть достаточной для принятого метода обработки;
- габаритные размеры и масса станка должны быть наименьшими.

В качестве оборудования на операции принимаем фрезерный обрабатывающий центр DMC 100 U duo BLOCK Цена 2 971 900 рублей.

									Лист
									36
Изм.	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.744 ПЗ				



Рисунок 8 – Общий вид станка DMC 100 U duo BLOCK.

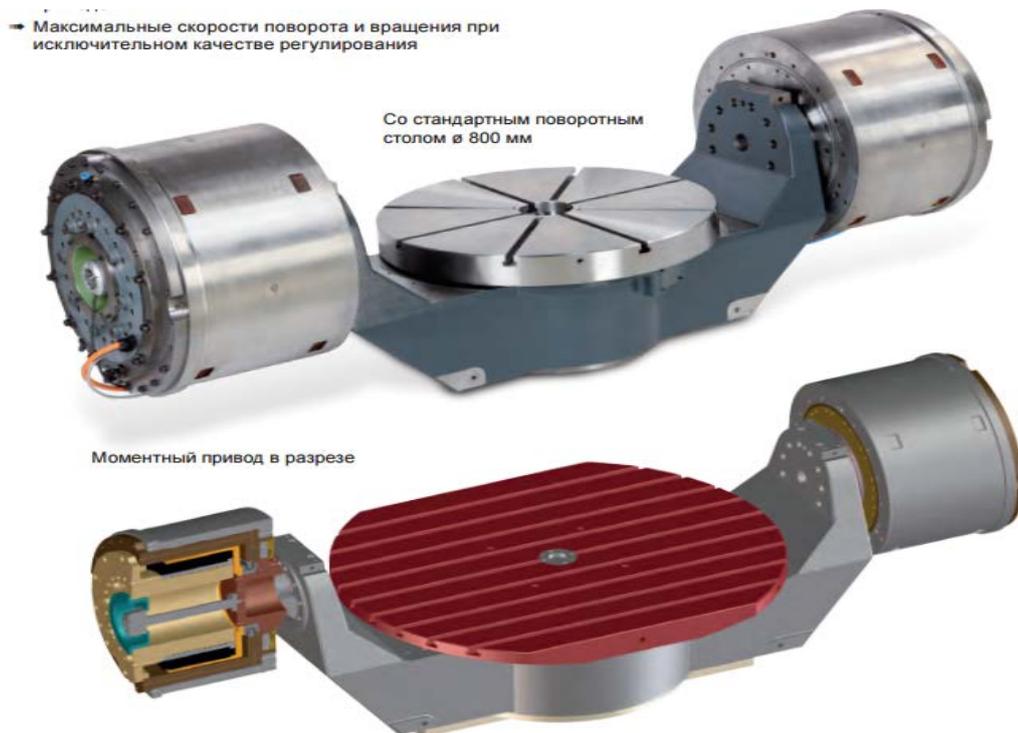


Рис 9 – Поворотный стол

DMC 100 U duo BLOCK Специфическая концепция станка с подвижным порталом (ASGK)

Изм.	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата

ДП 44.03.04.744 ПЗ

Лист

37

Конструктивные элементы станины из серого чугуна и чугуна с шаровидным графитом

- Ходовая часть двойной несущей балки в системе «Voxin-Vox» с однокорпусным крестовым блоком.
- 4-ступенчатая система линейных направляющих для ходовой части и салазок суппорта Z-оси с интегрированным главным шпинделем.
- 3-ступенчатые моментные приводы для оси поворота и вращения (А- и С-ось).

Гибридные обработки, как сверление / фрезерование / точение / шлифование за один установ.

- Возможность крепления обрабатываемой детали весом до 3000 кг, включая зажимное приспособление.

Ориентация на оператора

- Доступ к столу станка на панели оператора
- В рабочей зоне возможно использование крана, подвод обрабатываемой детали сверху
- Шахта для стружки непосредственно под столом станка
- Промывка рабочего пространства СОЖ [опция]
- Автоматическое открытие и закрытие защитных дверей [опция]
- Эргономичный доступ на одном уровне к шкафу управления и для технического обслуживания.

									Лист
									38
Изм.	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата					

- Моментные двигатели – прямые, ротационные приводы для высокоскоростной, осциллирующей обработки – не требуют технического обслуживания
- Два моментных двигателя, встроенных по обеим боковым стенкам, в виде ЧПУ-поворотной оси (А-оси)
- ЧПУ-поворотный стол (С-ось) с моментным приводом
  - Максимальные скорости поворота и вращения при исключительном качестве регулирования
  - Высокие точности станка – отсутствие мёртвых ходов
  - Отсутствие трения компонентов привода
  - Отсутствие износа и необходимости технического обслуживания как существенные преимущества на протяжении всего срока службы станка (ТСО).

Таблица 10 – ТТХ обрабатывающего центра DMC 100 U duo BLOCK

Наименование параметра	Цифровое значение
1	2
Перемещение по осям X / Y / Z-оси	600 × 700 × 600мм
Расстояние шпинделя поворотный стол мин / макс.	188/988 мм
<b>НС поворотный стол</b>	
Вождение в наклоне и осью поворота	напрямую (с крутящим моментом двигателей)
Поворот оси области А	+ 140 ° -140 °
Скорость качания Ось макс.	30 мин <sup>-1</sup>
Включение диапазона С-ось	360 ° бесконечны
Скорость оси С макс.	560 мин <sup>-1</sup>
Вращающий момент охлаждают 100% ED S1	Макс. 2400 Нм [3400 Нм]
Ось Поворотный стол С	ø 800 мм, [O1000]

Окончание таблицы 10

1	2
Т-образные пазы в соответствии с DIN 650, 8	4 x 18 и 4 x 18 H12 H7
Устройство радиального [параллельны]	8 x 45 °
Центрирование поворотного стола	диам 50 мм H7
Таблица нагрузки макс.	3000 кг
Размах круг на средних осях	диам 1420 мм
Поворотный круг в середине оси X	Ø 1380 мм
Поворотный стол в центре А-оси	100 мм
<b>Питание привода X-, Y- и Z-оси</b>	
АС сервоприводы необслуживаемый, цифровой	
Ускоренный ход X, Y, Z-ось макс.	82 м / мин
Ускорение в пространстве макс.	10 м / с
Усилие подачи X, Y - и Z. (40% ED)	16 кН
<b>Главный привод шпинделя</b>	
Высокая частота шпиндельный двигатель с торцовыми зубьями	
держатель инструмента	HSK-T100, [HSK-T63] DIN 69893
Мощность привода на 25% ED	82 кВт
Диапазон скоростей плавная макс.	14 000 об / мин
Крутящий момент при 25% макс.	500 Нм
<b>Инструментальный магазин</b>	
Места в магазине 1 цепь [2 цепи] [полка]	33 [66] [126] [186] [250]
Диаметр инструмента полностью оборудован макс.	125 мм
Инструмент Диаметр без прилегающего макс.	250 мм
Длина инструмента макс.	425 мм для Ø100 мм [500 мм]
Вес инструмента макс.	52 кг
Время смены инструмента	4 s
<b>Система измерения смещения</b>	непосредственно
Допуск установки ТП в соответствии с DIN ISO 230-2 [VDI / DGQ 3441]	<= 0.007 мм [<= 0,005 мм]
вес машины	31300 кг
CNC	840 D SL Siemens

Изм.	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

## 2.6. Выбор инструмента

При выборе режущего инструмента для обработки экстрактора среднего в первую очередь руководствуемся технологией изготовления, используемым оборудованием, материалом детали и техническими требованиями.

Выбираем инструмент для обработки по каталогу Sandvik [11] и сводим в таблицу 11.

Таблица 11 – Выбор приспособлений и инструмента

№ опер	Оборудование Приспособление	Инструмент
1	2	3
010	фрезерный обрабатывающий центр DMC 100 U duo BLOCK Приспособление специальное гидравлическое	Фреза CoroMill® 490-020EH20-08L
015	Фрезерный обрабатывающий центр DMC 100 U duo BLOCK Приспособление специальное гидравлическое	Фреза CoroMill® 490-020EH20-08L Фреза CoroMill® 490-025EH25-08M Фреза длиннолезвийная CoroMill® R215-050C5-100л Фреза фасочная CoroMill® 495-012A16-4509L Фреза фасочная CoroMill® 326R06-B1502006-CN 1025 Фреза для отверстия CoroMill® RA210-038O32-09H Сверло Ф10 с пластиной 800-05 03 08M-C-G 1025 корпус 800.20-04D

Окончание таблицы 11

1	2	3
		Сверло Ф6 с пластиной 800-05 03 08M-C-G 1025 корпус 800.20-04D
020	Фрезерный обрабатывающий центр DMC 100 U duo BLOCK Приспособление специальное гидравлическое	Фреза CoroMill® 490-020EH20-08L Фреза фасочная CoroMill® 495-012A16-4509L Фреза фасочная CoroMill® 326R06-B1502006-CN 1025 Фреза для отверстия CoroMill® RA210-038O32-09H

Заполняем технологические карты для каждой операции (ОК и КЭ) в соответствии с требованиями ГОСТ 3.1404-86 и ГОСТ 3.1105-84.

### 2.7. Выбор средств технического контроля

При выборе средств измерения главным требованием является качественный и быстрый контроль получаемых размеров, как в процессе обработки, так и по ее окончании. В процессе изготовления деталь контролируется в основном с помощью стандартного мерительного инструмента. Также в некоторых случаях используется универсальный мерительный инструмент.

Средствами технического контроля выбираю:

- ↪ Штангенциркуль электронный ШЦЦ-I-125-0.01 ГОСТ 166-89;
- ↪ Калибр-пробка 8133-0913 f6 ГОСТ 14810-69;
- ↪ Шаблон и контршаблон радиусный R1,00±0,05 ГОСТ 18356-73;

- ↪ Шаблон и контршаблон радиусный R15,00±0,25 ГОСТ 18356-73;
- ↪ Шаблон и контршаблон радиусный R12,00±0,25 ГОСТ 18356-73;
- ↪ Шаблон и контршаблон радиусный R10,00±0,05 ГОСТ 18356-73;
- ↪ Шаблон и контршаблон радиусный R3,00±0,10 ГОСТ 18356-73;
- ↪ Шаблон и контршаблон радиусный R1,60±0,10 ГОСТ 18356-73;
- ↪ Скоба 22М-4310 на размер 33,5h12Ø специальная;
- ↪ калибр-пробка 8133-0944 H7 ГОСТ 14810-69;
- ↪ Шаблон и контршаблон радиусный R8,00±0,25 ГОСТ 18356-73;
- ↪ Скоба 22М-4572 на размер 23,5h12 специальная;
- ↪ Шаблон радиусный 1-6 ТУ2-034-228-87;
- ↪ Шаблон радиусный 5-25 ТУ2-034-228-87;
- ↪ Скоба 22М-4446 на размер 7,5h11 специальная;
- ↪ калибр-скоба на размер 7h12.

## 2.8. Расчет припусков заготовки

Рациональные по величине припуски являются надежной основой для наиболее экономичной обработки детали. Во-первых, они должны быть минимально необходимыми, а, во-вторых они должны быть достаточными, чтобы надежно компенсировать все технологические погрешности. Существует два способа назначения припусков: расчетно-аналитический и табличный.

Расчёт припусков и предельных размеров по технологическим переходам на обработку отверстия Ø30H7.

									Лист
									43
Изм.	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата					

Суммарное отклонение:

$$\rho_{заг} = \sqrt{\rho_{см}^2 + \rho_{кор}^2}$$

$$\rho_{см} = 0,3\text{мм}$$

$$\rho_{кор} = \Delta_k \cdot l = 0,8 \cdot 112 = 89,6\text{мм}, \text{ принимаем } 0,09\text{мм}$$

$$\rho_{заг} = \sqrt{0,3^2 + 0,09^2} = 0,313\text{мм}$$

Остаточное пространственное отклонение:

$$\text{После сверления: } \rho_1 = 0,06 \cdot 313 = 19\text{мкм}$$

$$\text{После черного фрезерования: } \rho_2 = 0,04 \cdot 313 = 13\text{мкм}$$

$$\text{После чистового фрезерования: } \rho_3 = 0,02 \cdot 313 = 6\text{мкм}$$

$$\text{После тонкого фрезерования: } \rho_4 = 0,02 \cdot 313 = 3\text{мкм}$$

Расчёт минимальных значений припусков производим, пользуясь основной формулой:

$$2z_{\text{mini}} = 2 \cdot \left( Rz_{i-1} + T_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_{\text{ycm}}^2} \right)$$

Минимальный припуск:

$$\text{Под сверление: } 2z_{\text{min1}} = 2 \cdot \left( 100 + 100 + \sqrt{313^2 + 200^2} \right) = 1143\text{мкм}$$

$$\text{Под черновое фрезерование: } 2z_{\text{min2}} = 2 \cdot \left( 50 + 50 + \sqrt{19^2} \right) = 238\text{мкм}$$

$$\text{Под чистовое фрезерование: } 2z_{\text{min3}} = 2 \cdot \left( 25 + \sqrt{13^2} \right) = 75\text{мкм}$$

$$\text{Под тонкое фрезерование: } 2z_{\text{min4}} = 2 \cdot \left( 12,5 + \sqrt{6^2} \right) = 38\text{мкм}$$

Расчётные размеры  $d_p$ :

$$d_{p4} = 30,000 - 0,038 = 29,962$$

$$d_{p3} = 29,962 - 0,075 = 29,887$$

$$d_{p2} = 29,887 - 0,238 = 29,650$$

$$d_{p1} = 29,650 - 1,143 = 28,507$$

									Лист
									44
Изм.	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата					

Наибольшие предельные размеры  $d_{\max i}$ :

$$d_{\max 5} = 30,000 + 0,021 = 30,021$$

$$d_{\max 4} = 29,962 + 0,052 = 30,014$$

$$d_{\max 3} = 29,887 + 0,084 = 29,971$$

$$d_{\max 2} = 29,650 + 0,210 = 29,860$$

$$d_{\max 1} = 28,507 + 0,520 = 29,027$$

Предельные значения припусков наибольших размеров:

$$2z_{\max 4}^{np} = 30,000 - 29,962 = 0,038$$

$$2z_{\max 3}^{np} = 30,014 - 29,971 = 0,075$$

$$2z_{\max 2}^{np} = 29,887 - 29,650 = 0,238$$

$$2z_{\max 1}^{np} = 29,650 - 28,507 = 0,833$$

Предельные значения припусков наименьших размеров:

$$2z_{\min 4}^{np} = 30,021 - 30,014 = 0,007$$

$$2z_{\min 3}^{np} = 30,014 - 29,971 = 0,043$$

$$2z_{\min 2}^{np} = 29,971 - 29,860 = 0,112$$

$$2z_{\min 1}^{np} = 29,650 - 28,507 = 0,833$$

Общие припуски максимальных размеров:

$$2z_{o\max}^{np} = \sum_1^n 2z_{\max i}^{np} = 1143 + 0,238 + 0,075 + 0,038 = 1493 \text{ мкм}$$

Общие припуски минимальных размеров:

$$2z_{o\min}^{np} = \sum_1^n 2z_{\min i}^{np} = 4833 + 112 + 43 + 7 = 994 \text{ мкм}$$

									Лист
									45
Изм.	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата					

Таблица 12 – Расчет припусков на поверхность Ø30H7

Технологические переходы обработки поверхности Ø30H7	Элементы припуска, мкм				Расчётный припуск $2z_{\min}$	Допуск $\delta$ , мкм	Расчётный размер $d_p$ , мм	Предельный размер, мм		Предельные значения припусков, мкм	
	Rz	T	$\rho$					$d_{\min}$	$d_{\max}$	$2z_{\min}^{np}$	$2z_{\max}^{np}$
Заготовка	100	100	313		0	520,00	28,507	28,507	29,027	-	-
Сверление	50	50	19	20 0	1143	210,00	29,650	29,650	29,860	0,833	1,143
Фрезерование черновое	25	0	13	0	238	84,00	29,887	29,887	29,971	0,112	0,238
Фрезерование чистовое	12,5	0	6	0	75	52,00	29,962	29,962	30,014	0,043	0,075
Фрезерование тонкое	6,3	0	3	0	38	21,00	30	30,000	30,021	0,007	0,038

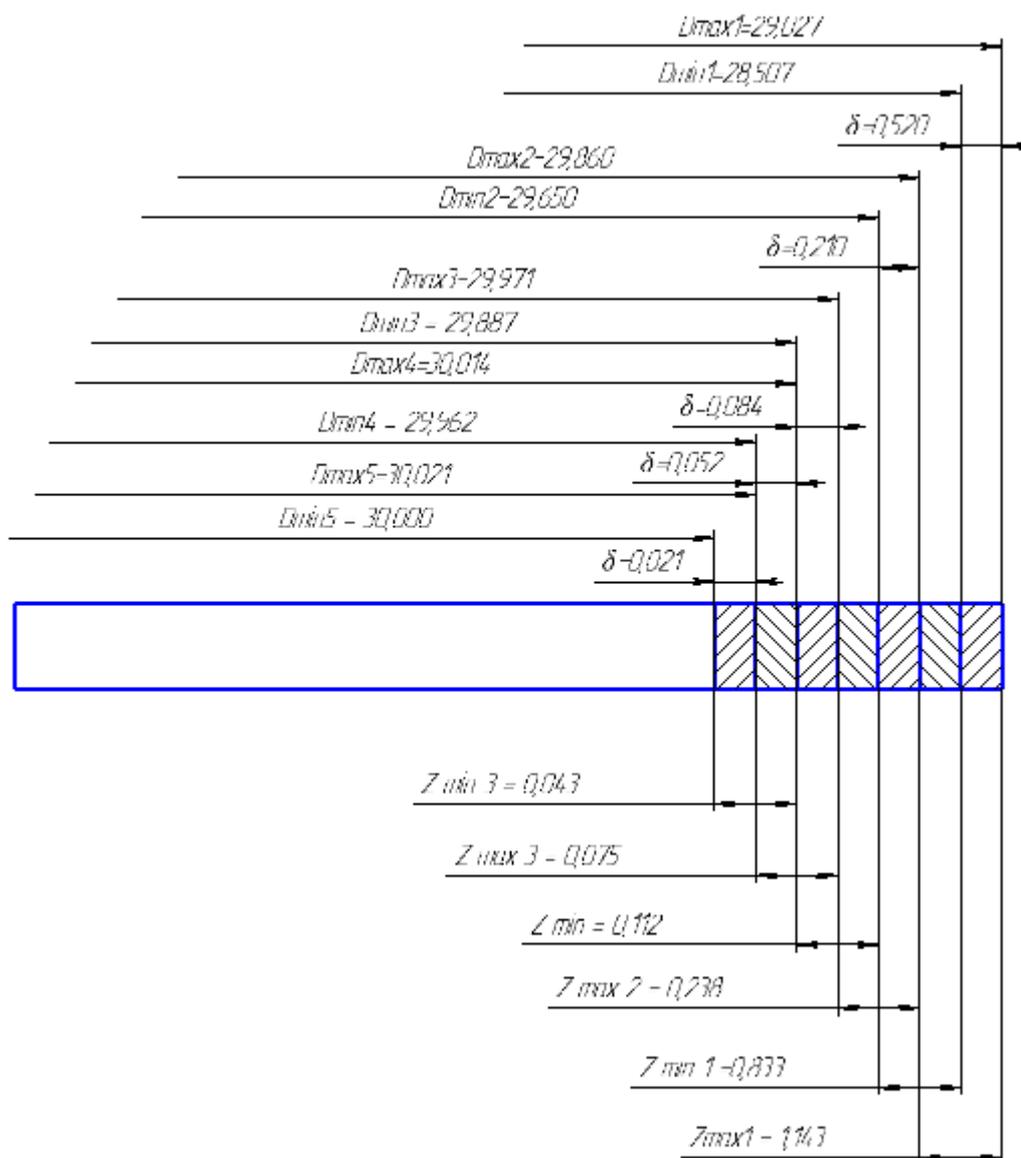


Рисунок 10 – Схема расположения допусков

На остальные обрабатываемые поверхности детали (кроме одной расчетно-аналитической) припуски, допуски и предельные отклонения на операционные размеры определяются по справочным данным (ГОСТ 26645-85, 7505-89, 7062-90, 7820-70) [7, 26] (табл. 3.9, 3.14) и сводятся в таблицу 13 [6].

Таблица 13 – Остальные обрабатываемые поверхности

№ пов.	Маршрут обработки	Припуск на сторону, мм
1	2	3
1	Сверлить	5,0
	Фрезеровать начерно	0,12
	Фрезеровать начисто	0,04
	Фрезеровать тонко	0,02
2	Сверлить	5,0
	Фрезеровать однократно	0,12
3	Сверлить	5,0
	Фрезеровать начерно	0,12
	Фрезеровать начисто	0,04
	Фрезеровать тонко	0,02
4	Фрезеровать начерно	0,3
	Фрезеровать начисто	0,1
5	Фрезеровать	0,4
6	Фрезеровать	0,4
7	Фрезеровать	0,4
8	Фрезеровать	0,4
9	Фрезеровать	0,4
10	Фрезеровать	0,4
11	Фрезеровать	0,4
12	Фрезеровать	0,4
13	Фрезеровать	0,4
14	Фрезеровать начерно	0,3
	Фрезеровать начисто	0,1

Окончание таблицы 13

1	2	3
15	Фрезеровать	0,4
16	Фрезеровать	0,4

## 2.9 Расчет точности механической обработки

Расчет произведем для фрезерования отверстия  $\varnothing 30H7$ , т. к. на ней обрабатывается поверхность 7-го качества. При обработке партии деталей на настроенных станках суммарные погрешности обработки определяют по законам теории вероятности следующим уравнением:

$$\Delta_{\Sigma} = \sqrt{\Delta_y^2 + \Delta_u^2 + (1,73 \cdot \Delta_u)^2 + (1,73 \cdot \sum \Delta_{cm})^2 + (1,73 \cdot \Delta_m)^2},$$

где  $\Delta_y$  - погрешности, вызываемые упругими деформациями технологической системы под влиянием сил резания;

$\Delta_u$  - погрешности настройки;

$\Delta_u$  - погрешности, вызываемые размерным износом режущих инструментов;

$\sum \Delta_{cm}$  - погрешности обработки, возникающие вследствие геометрических неточностей станка;

$\Delta_m$  - погрешности обработки, вызываемые температурными деформациями технологической системы.

$$\Delta_y = W_{\max} \cdot P_{Y \max} - W_{\min} \cdot P_{Y \min},$$

где  $W_{\max}, W_{\min}$  - наибольшая и наименьшая податливость системы;

$P_{Y \max}, P_{Y \min}$  - наибольшее и наименьшее значения составляющей силы резания, совпадающей с направляющей выдерживаемого размера.

Фрезерный обрабатывающий центр с системой ЧПУ DMC 100 U duo BLOCK нормальной точности имеет наибольшее допустимое перемещение

под нагрузкой шпинделя 75кН относительно детали составляет 120 мкм [4, с. 30].

На основании этого проводим расчет:  $W_{\min} = \frac{120}{75} = 1,6$  мкм/кН.

$$W_{\max} = W_{CT.\max} + W_{ЗАГ.\max},$$

где  $W_{ЗАГ.\max}$  - наибольшая податливость заготовки;

$W_{ЗАГ.\max} = 0$ , т. к. экстрактор верхний является жесткой деталью.

$W_{СТ.\max} = \frac{120}{2 \cdot 75} = 0,8$  мкм/кН – наибольшая податливость станка.

$$W_{\max} = W_{СТ.\max} = 0,8 \text{ мкм/кН.}$$

Принимаем погрешность инструмента  $\Delta_u = 3$  мкм, [4, табл. 29]

Погрешность, вызванная геометрическими неточностями станка равна:

$$\sum \Delta_{ст} = 2,5 \text{ мкм}$$

Погрешность настройки равна:

$$\Delta_n = \sqrt{(K_p \cdot \Delta_p)^2 + (K_u \cdot \frac{\Delta_{изм}}{2})^2},$$

где  $\Delta_{изм}$  - погрешность измерения размера детали; [4, с. 71-72]

$$\Delta_{изм} = 0,30\delta = 0,30 \cdot 21 = 6,3 \text{ мкм}$$

$K_u = 1,0; K_p = 1,73$  - коэффициенты, учитывающие отклонение от нормального распределения.

$\Delta_p = 0$  - погрешность регулирования положения резца, равна:  $\Delta_n = \frac{1}{2} \Delta_{изм}$

$$\Delta_n = 0,5 \cdot 6,3 = 3,15$$

Температурные деформации равны 15% от суммы остальных погрешностей [4, с. 76]:  $\sum \Delta_m = 0,15 \cdot (6,3 + 3,15) = 1,4$  мкм.

Определяем суммарную погрешность:

$$\Delta_{\Sigma} = 2\sqrt{0,8^2 + (1,73 \cdot 5)^2 + (1,73 \cdot 6,3)^2 + (1,73 \cdot 1,4)^2} = 19 \text{ мкм.}$$

									Лист
									50
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата					

Погрешность обработки не превышает заданную величину допуска  
TD=21мкм.

## 2.10 Расчет и назначение режимов резания

Расчет режимов резания и норм времени проведем только для операции 010 и переход 1, время выберем по нормативам.

### 010 Фрезерная

1. Фрезеровать торец 11 в размер 30,4.
2. Фрезеровать торец 14 начерно 112,5.

Инструмент: Фреза CoroMill® 490-020EH20-08L



Рисунок 11 – Общий вид фрезы

Диаметр резания (DC) - 20 mm

Число режущих элементов (CICTTOT) - 2

Часть 2 ID интерфейса режущего элемента (CUTINTMASTEREND)CoroMill  
490 -size 08 (490R-08T308..)

Мах глубина резания (APMXPFW)5,5 mm

Мах глубина резания (APMXFFW)5,5 mm

Мах угол врезания (RMPXFFW) 0 deg

Переменный шаг режущих кромок (CPDF) false

Число эффективных периферийных реж. кромок (ZEFP) 2

Интерфейс со стороны станка (ADINTMS)Coromant EH -metric - E20

									Лист
									51
Изм	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.744 ПЗ				

Исполнение (HAND)R

Демпфирующие свойства (DPC>false

Тип подвода СОЖ к инструменту (CNSC)1: axial concentric entry

Глубина фрезерования  $t$  составляет 0,4мм, а подача на зуб  $S_z$  в соответствии с данными справочника [6, табл. 76, стр. 403] находится в диапазоне 0,2-0,3 мм/зуб. Выбираем  $S_z=0,2$  мм/зуб.

Для расчёта скорости резания [4, стр. 406] используется следующая зависимость:

$$V = \frac{C_v \cdot D^q}{T^m \cdot t^x \cdot S_z^y \cdot B^u \cdot z^p} \cdot K_v,$$

где  $C_v$  – коэффициент [4, табл. 81, стр. 410];

$D$  – диаметр фрезы, (20мм);

$T$  – стойкость фрезы, 60мин [4, табл. 82, стр. 411];

$t$  – глубина резания, мм;

$S_z$  – подача на зуб, мм/зуб;

$B$  – ширина фрезерования, мм;

$z$  – количество ножей (2шт.);

$K_v$  – поправочный коэффициент, равный:

$$K_v = K_{MV} \cdot K_{PV} \cdot K_{IV},$$

где  $K_{MV}$  – коэффициент, учитывающий качество материала, [4, табл. 4 стр. 360];

$K_{PV}$  – коэффициент, учитывающий состояние поверхности, [4, табл. 5, стр. 361];

$K_{IV}$  – коэффициент, учитывающий материал инструмента, [4, табл. 6, стр. 361].

Показатели степеней определяются по, табл. 81, стр. 410].

									Лист
									52
Изм.	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата					

$$C_V = 49,6$$

$$q = 0,15$$

$$x = 0,2$$

$$y = 0,3$$

$$u = 0,2$$

$$p = 0,1$$

$$m = 0,14$$

$$K_V = 1,0 \cdot 0,9 \cdot 1,0 = 0,9$$

$$\text{Тогда } V_{расч} = \frac{49,6 \cdot 20^{0,15}}{60^{0,14} \cdot 0,4^{0,2} \cdot 0,02^{0,3} \cdot 40^{0,2} \cdot 2^{0,1}} \cdot 0,9 = 34,3 \text{ м/мин}$$

Частота вращения шпинделя определяется по следующей зависимости:

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

Подставим числовые значения:

$$n = \frac{1000 \cdot 34,3}{3,14 \cdot 20} = 545,4 \text{ об/мин.}$$

На основании паспортных данных станка диапазон частот вращения двигателя 28 ... 1400 об/мин с бесступенчатым регулированием, поэтому принимаем  $n = 550$  об/мин. Тогда действительная скорость резания, определяемая по следующей зависимости

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

составит

$$V = \frac{3,14 \cdot 20 \cdot 550}{1000} = 34,5 \text{ м/мин.}$$

Теперь, когда известна частота вращения шпинделя, можно скорректировать минутную подачу, равную  $S_z \cdot z \cdot n = 0,2 \cdot 2 \cdot 550 = 220$  мм/мин. На остальные переходы и операции назначаем режимы резания по нормативам и сводим в таблицу 14.

Таблица 14 – Режимы резания

Наименование операции	d ОБРАБ ОТКИ	Длина обра- ботки	t, мм	S, мм/об	n, об/мин	V, м/мин	P, Н	N, кВт

1	2	3	4	5	6	7	8	9
<u>010 Фрезерная</u>								
1. Фрезеровать торец 11.	20	40	0,40	0,20	550	34,54	211,9	0,1
2. Фрезеровать торец 14 начерно.	20	270	0,30	0,20	550	34,54	158,9	0,1
<u>015 Фрезерно-сверлильная с ЧПУ</u>								
1. Фрезеровать торец 7.	20	270,0	0,40	0,20	600	37,68	209,1	0,1
2. Фрезеровать торец 4.	20	44,0	0,40	0,20	500	31,4	214,9	0,1
3. Фрезеровать углубление 8.	25	90,0	3,00	0,20	750	58,875	1467,0	1,4
4. Фрезеровать углубление 26.	25	65,0	3,00	0,15	500	39,25	1256,4	0,8
5. Фрезеровать плоскость 10.	20	40,0	0,40	0,20	400	25,12	222,3	0,1
6. Фрезеровать фаску 25.	10	40,0	5,00	0,20	500	15,7	2981,2	0,8
7. Фрезеровать наружную цилиндрическую поверхность 5.	25	125,6	0,40	0,20	750	58,875	195,6	0,2
8. Фрезеровать галтели 6, 9, 24.	20	130,0	0,40	0,20	500	31,4	214,9	0,1
9. Сверлить отверстия 1,2,3.	10	112,0	5,00	0,10	500	15,7	1772,6	0,5
10. Фрезеровать отверстия 1,2,3 начерно.	20	94,2	0,20	0,20	400	25,12	111,1	0,0

#### Окончание таблицы 14

1	2	3	4	5	6	7	8	9
11. Фрезеровать отверстие начисто	20	94,2	0,05	0,10	500	31,4	16,0	0,0
12. Фрезеровать отверстие 1 тонко.	20	94,2	0,02	0,10	1000	62,8		
13. Сверлить отверстие	6	30,0	3,00	0,10	630	11,869	1109,1	0,2

17.						2		
14. Фрезеровать фаску 18.	10	1,0	0,40	0,20	700	21,98	226,8	0,1
15. Фрезеровать фаску 22.	10	1,0	0,40	0,20	500	15,7	238,5	0,1
<u>020 Фрезерно-сверлильная с ЧПУ</u>								
1. Фрезеровать торец 14 начисто.	20	40,0	0,15	0,20	800	50,24	75,1	0,1
2. Фрезеровать фаску 13.	39	138,2	0,40	0,20	600	73,476	189,2	0,2
3. Фрезеровать отверстие 3 начерно.	20	94,2	0,20	0,20	900	56,52	98,4	0,1
4. Фрезеровать отверстие 3 начисто.	20	94,2	0,05	0,05	1000	62,8	8,6	0,0
5. Фрезеровать отверстие 3 тонко.	20	95,0	0,02	0,05	1400	87,92	3,3	0,0
6. Фрезеровать фаску 19.	10	40,0	0,40	0,20	700	21,98	226,8	0,1
7. Фрезеровать фаску 21.	10	70,0	0,40	0,20	700	21,98	226,8	0,1
8. Фрезеровать наружный контур по поверхностям 23,27,28,29,30,31,32,33,34,35,36,37,38,39,40,41,42,43,44,45,46,47,48,49,50,51 тонко.	10	592,0	0,40	0,10	900	28,26	129,8	0,1

### 2.11 Расчет норм времени

Определение норм времени на операциях производится на основании данных отраслевых нормативов и по рекомендациям. При этом в состав норм входят следующие слагаемые:

Штучно-калькуляционное время:

$$t_{шк} = t_{ш} + \frac{T_{нз}}{n},$$

где  $t_{ш}$  – штучное время, мин.;

$T_{нз}$  – подготовительно-заключительное время, мин.;

$n$  – размер партии деталей, шт.

Подготовительно-заключительное время включает в себя затраты времени на получение материалов, инструментов, приспособлений, технологической документации, наряда на работу; ознакомление с работой, чертежом; получение инструктажа; установку инструментов, приспособлений, наладку оборудования на соответствующий режим; снятие приспособлений и инструмента; сдачу готовой продукции, остатков материалов, приспособлений, инструмента, технологической документации и наряда.

Штучное время:

$$t_{ш} = t_{осн} + t_{всп} + t_{обс} + t_{отд},$$

где  $t_{осн}$  – основное время, мин.;

$t_{всп}$  – вспомогательное время, мин.;

$t_{отд}$  – время на отдых и личные потребности, мин.;

$t_{обс}$  – время на обслуживание рабочего места, мин.

Основное время – основное технологическое время, в продолжение которого осуществляется изменение размеров, формы, состояния поверхностного слоя, структуры материала обрабатываемой заготовки. Оно определяется по следующей формуле:

$$t_{осн} = \frac{L_{расч}}{S \cdot n} = \frac{l_{де} + l_{вр} + l_{пер}}{S \cdot n} = \frac{L_{расч}}{S_{мин}}$$

где  $L_{рас}$  – расчётная длина, мм;

$l_{дет.}$  – длина детали, мм;

$l_{вр}$  – длина врезания, мм;

$l_{пер}$  – длина перебега, мм;

$S$  – величина подачи, мм/об.;

$S_{ми}$  – минутная подача, мм/мин.;

$n$  – частота вращения шпинделя, об/мин.

Вспомогательное время определяется как сумма затрат времени на вспомогательные приёмы, сопутствующие основной работе. В состав вспомогательного времени входит время на установку-снятие заготовки, управление станком, смену инструмента, измерение детали.

Оперативное время:

$$t_{он} = t_{осн} + t_{всп}$$

Время на обслуживание рабочего места, затрачиваемое на смазывание станка, смену инструмента, удаление стружки, подготовка станка к работе в начале смены и приведение его в порядок после окончания работы (определяется в процентах от оперативного времени):

$$t_{обс} = 0,06 \cdot (t_{осн} + t_{всп}) = 0,06 \cdot t_{он}$$

Время на отдых и личные потребности (определяется в процентах от оперативного времени):

$$t_{отд} = 0,04 \cdot (t_{осн} + t_{всп}) = 0,04 \cdot t_{он}$$

									Лист
									57
Изм.	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата					

На основании этой методики рассчитываем нормы времени и заполняем таблицу 15.

Таблица 15 – Основное и вспомогательное время

Наименование операции	i	t <sub>о</sub>	t <sub>в</sub>	t <sub>оп</sub>	t <sub>отд</sub>	t <sub>п-з</sub>	t <sub>ш</sub>	n	t <sub>ш-к</sub>
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<u>010 Фрезерная</u>									
1. Фрезеровать торец 11.	5	1,86	0,43	7,22	0,332	23	7,55	16 07	7,57
2. Фрезеровать торец 14 начерно.	2	4,93							
<u>015 Фрезерно-сверлильная ч ЧПУ</u>									
1. Фрезеровать торец 7.	5	11,29	0,50	30,17	1,388	23	31,56	16 07	31,5 7
2. Фрезеровать торец 4.	2	0,90							
3. Фрезеровать углубление 8.	2	1,21							
4. Фрезеровать углубление 26.	1	0,88							
5. Фрезеровать плоскость 10.	1	0,51							
6. Фрезеровать фаску 25.	1,0	0,41							
7. Фрезеровать наружную цилиндрическую поверхность 5.	1,0	0,84							
8. Фрезеровать галтели 6, 9, 24.	1,0	1,31							
9. Сверлить отверстия 1,2,3.	1,0	2,26							

Окончание таблицы 15

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
10. Фрезеровать отверстия 1,2,3	4,0	4,76							

начерно.									
11. Фрезеровать отверстие 1 начисто.	2,0	3,81							
12. Фрезеровать отверстие 1 тонко.	1,0	0,95							
13. Сверлить отверстие 17.	1,0	0,49							
14. Фрезеровать фаску 18.	1,0	0,01							
15. Фрезеровать фаску 22.	1,0	0,02							
020 Фрезерно-сверильная с ЧПУ									
1. Фрезеровать торец 14 начисто.	2,0	0,51	0,90	17,57	0,808	23	18,38	16 07	18,3 9
2. Фрезеровать фаску 13.	1,0	1,16							
3. Фрезеровать отверстие 3 начерно.	2,0	1,06							
4. Фрезеровать отверстие 3 начисто.	2,0	3,81							
5. Фрезеровать отверстие 3 тонко.	2,0	2,74							
6. Фрезеровать фаску 19.	1,0	0,29							
7. Фрезеровать фаску 21.	1,0	0,51							
8. Фрезеровать наружный контур по поверхностям 23,27,28,29,30,31,32,33,34,35,36,37, 38,39,40,41,42,43,44,45,46,47,48,49, 50,51 тонко.	1,0	6,59							

2.12. Расчет и проектирование специального зажимного приспособления.

Схема приложения сил

										Лист
										59
Изм.	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.744 ПЗ					

Составим схему приложения сил к заготовке на операции 015 фрезеровано-сверлильной.

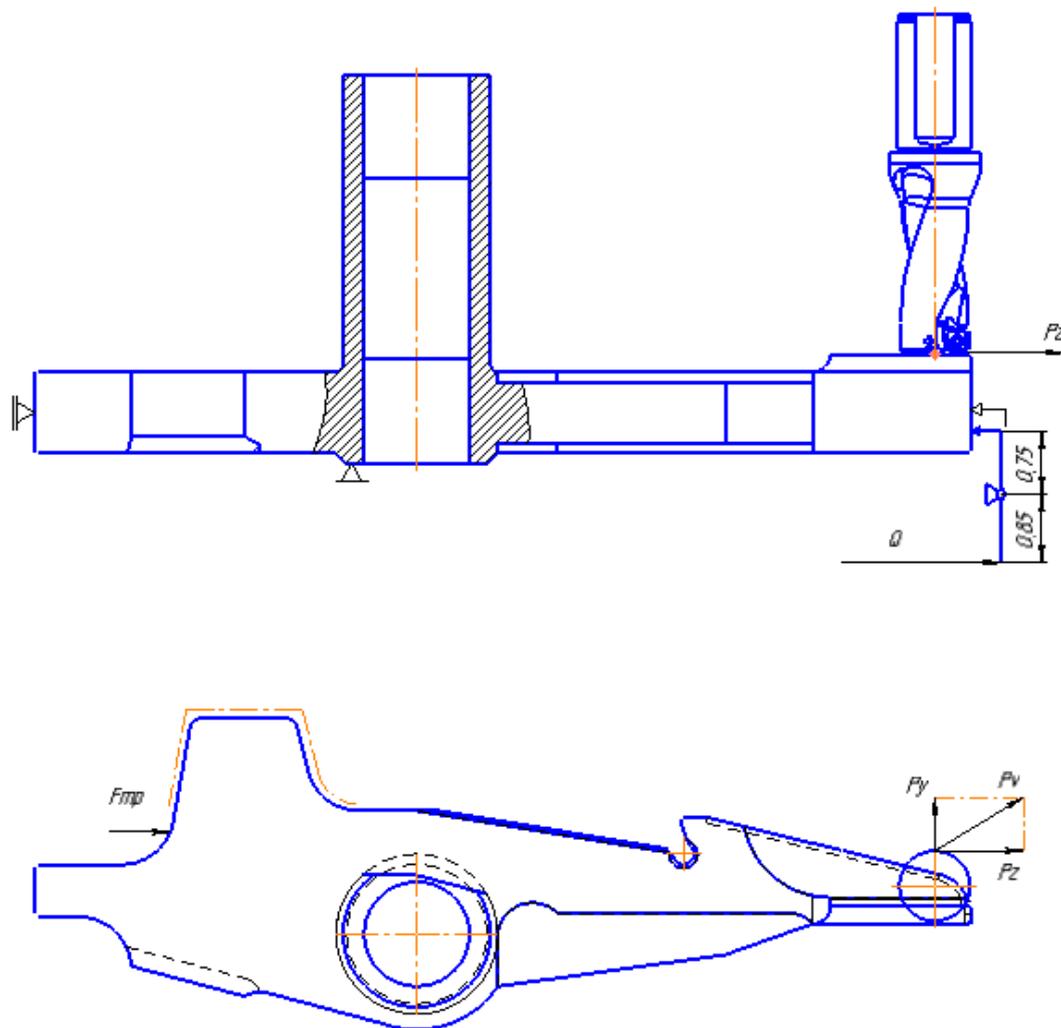


Рисунок 12 – Расчетная схема приложения сил к заготовке

При обработке заготовки, установленной в упор на торец, под действием составляющих силы резания  $P_z$ , возможен сдвиг заготовки под действием силы  $P_z$  который предотвращается силами трения, возникающими в местах контакта детали.

При фрезеровании концевой фрезой составляющими силами  $P_v$ ,  $P_y$  пренебрегаем, так как боковой сдвиг исключаем установкой упорных пальцев и дальнейший расчет ведем по составляющей  $P_z$ .

## Расчет усилия зажима

Для расчёта силы резания [4, стр. 406] используется следующая зависимость:

$$P_z = \frac{10C_p \cdot t^x \cdot s_z^y \cdot B^n \cdot z}{D^q \cdot n^w} K_{\mu p},$$

где  $C_p$  – коэффициент [6, табл. 83, стр. 410];

$D$  – диаметр фрезы, (20мм);

$n$  – Частота вращения фрезы, 550об/мин

$t$  – глубина резания, 0,4мм;

$S_z$  – подача на зуб, 220мм/зуб;

$B$  – ширина фрезерования, мм;

$z$  – количество ножей (2шт.);

$K_{\mu p}$  – поправочный коэффициент, равный 1,0

Показатели степеней определяются по, табл. 83, стр. 412].

$$C_v = 82,5; \quad u = 1,1; \quad w = 0; \quad y = 0,8;$$

$$q = 1,1; \quad x = 0,95.$$

$$P_z = \frac{10 \cdot 82,5 \cdot 0,4^{0,95} \cdot 220^{0,8} \cdot 40^{1,1} \cdot 2}{20^{1,1} \cdot 550^0} 1,0 = 100,23 \text{ Н}$$

Для обеспечения надежного закрепления в формулу введём коэффициент запаса  $k=2,5$ .

Сила на штоке гидроцилиндра  $Q=2,5 \cdot 100,23 = 250,6 \text{ Н}$

Усилие зажима с учетом рычага:  $P=(Q \cdot 0,85/0,75)=283,9 \text{ Н}$

Диаметр гидроцилиндра:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot P}{\pi \cdot p \cdot \eta}}, \text{ мм}$$

где  $p$  – давление масла,  $P= 2,5 \text{ Мпа}$ ;

$\eta$  – КПД.

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 283,9}{3,14 \cdot 2,5 \cdot 0,85}} = 13,1 \text{ мм}$$

Принимаем стандартный гидроцилиндр по ГОСТ 6540-68 с цилиндра  $D=32$  мм. Диаметр штока  $d = D/4 = 32/4 = 8$  мм.

Принцип работы приспособления

Приспособление устанавливается на столе станка. Подвод масла осуществляется с помощью гибких рукавов, так как в процессе изготовления поворотный стол автоматически позиционируется в два положения с поворотом на  $180^\circ$  для обработки противоположных торцов детали.

Принцип работы приспособления следующий: масло подается в бесштоковую полость гидроцилиндра 1 и шток 2 начинает перемещаться вправо. Шток 2 толкает рычаг 3, который посажен на ось 4. Рычаг 3 зажимает заготовку по фланцу в правой части. Левая сторона заготовки упирается в два упора 5.

Проворот заготовки исключают установочные пальцы 6.

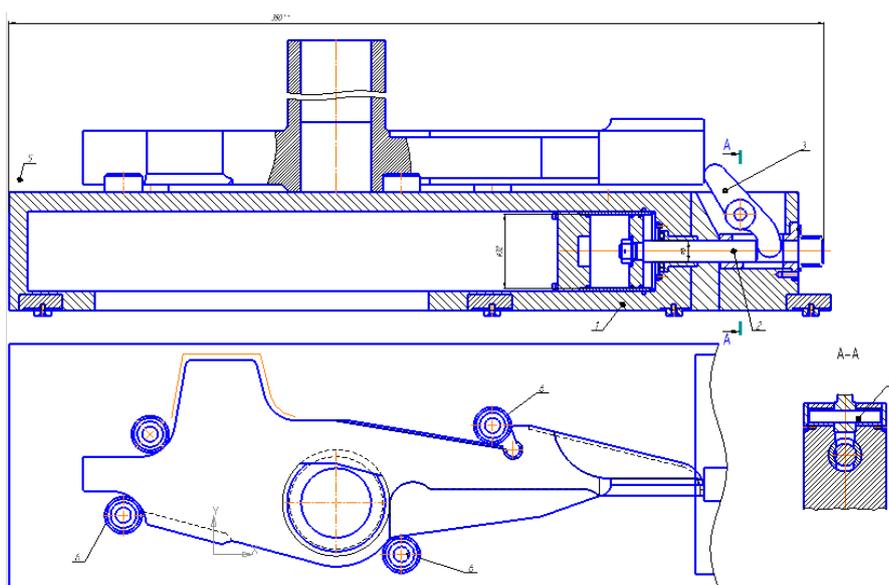


Рисунок 13 – Общий вид приспособления

2.13. Разработка фрагмента управляющей программы для станка с ЧПУ

Фрагмент управляющей программы разработан для операции 015 Фрезерно-сверлильная с ЧПУ, которая выполняется на фрезерном обрабатываю-

									Лист
									62
Изм.	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата					

щем центре DMC 100 U duo BLOCK. Станок имеет систему управления TC-CNC, которая содержит пакет матобеспечения One-Touch-IGF-XL, который позволяет создавать управляющие программы на самом станка, при этом оператору будет достаточно задать лишь геометрию заготовки и геометрию готовой детали. Имеется возможность предварительного просмотра процесса обработки в интерактивном режиме на дисплее ЧПУ и корректировки созданной программы самим оператором. Система автопрограммирования LAR4 осуществляет автоматическое распределение припуска по переходам в зависимости от требуемой точности и чистоты обрабатываемой поверхности.

Обобщенный алгоритм работы программного модуля мехатронной системы станка с ЧПУ показан на рисунке 13.



Рисунок 14 – Алгоритм работы программы

В процессе подготовки управляющих программ для станков с ЧПУ наиболее сложным этапом является расчет траектории движения инструмента. Эта траектория строится относительно контура заготовки, и по программе производится перемещение соответствующих рабочих органов станка. При

этом огромную роль имеет правильный выбор и взаимная увязка систем координат заготовки, станка и инструмента.

Программирование и наладка станка для работы по программе осуществляются с использованием характерных точек, в соответствии с (ГОСТ 20523-80).

Нулевая точка станка – точка, принятая за начало координат станка и определяемая относительно конструктивных элементов станка (для токарного станка – точка пересечения торца шпинделя с осью его вращения, для сверлильного и фрезерного – точки пересечения диагоналей крестового стола и др.); относительно этой точки задаются абсолютные размеры перемещений рабочих органов станков.

Исходная точка станка – точка, определенная относительно нулевой точки станка и используемая для начала работы по УП. Эту точку выбирают, исходя из двух условий: минимизации вспомогательных ходов и обеспечения удобств и безопасности установки и снятия заготовки на станке.

Фиксированная точка станка – точка, определенная относительно нулевой точки станка и используемая для определения положения рабочего органа станка.

При разработке УП для конкретных деталей часто оказывается нецелесообразным задавать перемещения в абсолютных размерах относительно нулевой точки станка, поэтому используется понятие «плавающего нуля».

Плавающий нуль – это свойство ЧПУ (СЧПУ) помещать начало отсчета перемещения рабочего органа в любое положение относительно нулевой точки станка.

Точка начала обработки – точка, определяющая начало обработки конкретной заготовки.

Нулевая точка детали – точка на детали, относительно которой задаются ее размеры.

									Лист
									64
Изм.	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.744 ПЗ				

При разработке траектории движения инструмента и УП необходимо четко определить системы координат станка (СКС), детали (заготовки) – СКД и инструмента – СКИ. СКД предназначена для задания координат опорных точек обрабатываемых поверхностей, а также координат опорных точек траектории инструмента. Опорными при этом считаются точки начала, конца, пересечения или касания геометрических элементов, которые составляют контур детали и влияют на траекторию движения инструмента при обработке. Выбирая СКД, необходимо стремиться к упрощению разработки УП.

Расчет координат опорных точек проводится с соблюдением технологических переходов обработки (принятых выше), необходимых для получения детали, соответствующей чертежу.

оптимальный результат, который удовлетворяет всем требованиям к данному изделию.

Когда пользователь данного программного продукта принимает решение о завершении правки исходных данных, он приступает в процессе пост-процессирования. Он заключается в преобразовании всей накопленной информации в программный код системы ЧПУ.

Этот программный код записывается в файл, который без дополнительных доработок может быть передан на станок.

Такой подход позволяет достаточно хорошо прорабатывать каждую программу для системы с ЧПУ и наглядно отслеживать весь процесс обработки, не прибегая к пробным деталям.

За счет использования стороннего пакета 3D моделирования можно значительно упростить создание программного модуля, за счет исключения из программного кода акселераторов 3D графики, заменив их неявным использованием уже готовых функций пакета 3D моделирования.

Так же пакет 3D моделирования обладает рядом полезных функций анализа моделей, которые позволяют проводить дополнительную проверку геометри-

									Лист
									65
Изм.	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.744 ПЗ				

ческих свойств изделия, а также функций, упрощающих создание сопутствующей документации.

Таблица 16 – Расшифровка команд программы

Адрес	Функция	Программируемый диапазон		Примечания
		Метрическая система	Дюймы	
1	2	3	4	5
О	Имя программы	От 0000 до 9999	От 0000 до 9999	Возможно использование буквенных символов
N	Последовательное имя	От 0000 до 9999	От 0000 до 9999	
G	Функция предварительной подготовки	От 0 до 9999	От 0 до 9999	
X, Z	Значения координат (линейная ось)	$\pm 99999,999$ мм	$\pm 9999,9999$ дюймов	
C	Значения координат (ось вращения)	$\pm 359,999^0$	$\pm 359,999^0$	

Продолжение таблицы 16

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

I, K	Значения координат центра дуги. Значение конусности и глубина резания в постоянном цикле нарезания резьбы. Сменность в пазовом цикле.	±99999,999 мм	±9999,9999 дюймов	
D, U, W, H, L	Команды автоматического программирования	От 0 до 99999,999 мм	От 0 до 9999,9999 дюймов	
E		±99999,999 мм/об	±9999,9999 дюйм/об	
A, B		От 0 до 99999,999 <sup>0</sup>	От 0 до 9999,9999 <sup>0</sup>	
F	Оборотная подача	От 0,001 до 99999,999 мм/об	От 0,0001 до 999,9999 дюйм/об	
T	Номер инструмента	6 цифр 4 цифры	6 цифр 4 цифры	6 цифр (с компенсацией режущей кромки типа R)

Окончание таблицы 16

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

				4 цифры (без компенсации режущей кромки типа R)
S SB	Скорость шпинделя  Скорость инструмента типа M	От 0 до 9999 От 0 до 9999	От 0 до 9999 От 0 до 9999	
M	Прочие функции	От 0 до 511	От 0 до 511	
QA	Вращение оси C	От 1 до 1999 (об.)	От 1 до 1999 (об.)	
SA	Скорость оси C	От 0,001 до 20000 об/мин	От 0,001 до 20000 об/мин	

Рассмотрим подготовительные функции программы, которые используются непосредственно в операции 025.

Таблица 17 – Используемые подготовительные функции в операции 025

Функция	Значение
1	2
GO	Позиционирование
G1	Линейная интерполяция
G3	Круговая интерполяция (против часовой стрелки)
G17	Компенсация на радиус резца: плоскость X-Y
G18	Компенсация на радиус резца: плоскость Z-X

Окончание таблицы 17

1	2

G40	Компенсация на режущую кромку инструмента: Отмена
G42	Компенсация на режущую кромку инструмента: вправо
G50	Смещение нуля, назначение максимальной скорости шпинделя
G80	Конец назначения формы (LAP)
G81	Начало назначения продольной формы (LAP)
G82	Начало назначения поперечной формы (LAP)
G85	Вызов цикла черновой токарной обработки прутков (LAP)
G87	Вызов цикла чистовой токарной обработки (LAP)
G90	Абсолютное программирование
G94	Режим подачи в минуту (мм/мин)
G95	Режим подачи на оборот (мм/об)
G96	Включение постоянной скорости резания
G97	Отмена G96
G180	Сложный фиксированный цикл инструмента M: отмена
G181	Сложный фиксированный цикл инструмента M: сверление
G184	Сложный фиксированный цикл инструмента M:
M1	Опциональная остановка
M2	Окончание программы
1	2
M3	Шпиндель по часовой стрелке
M4	Шпиндель против часовой стрелки
M5	Остановка шпинделя
M8	СОЖ вкл
M9	СОЖ выкл
M12	Остановка шпинделя инструмента M
M13	Шпиндель инструмента M по часовой стрелке
M15	Позиционирование оси C (положительное направление)
M16	Позиционирование оси C (отрицательное направление)
M42	2 скорость коробки скоростей станка
M109	Отмена M110
M110	Совмещение оси C
M136	Указание конфигурации множественного постоянного цикла

Приведем часть управляющей программы с примером расшифровки содержания кадра, разработанной на операцию 015 для детали «Экстрактор верхний».

Таблица 18 – Фрагмент управляющей программы

Кодирование информации, содержание кадра	Расшифровка информации кадра
1	2
X149.537 Y-126.011 Z150.0	Позиционирование в нулевой точке
M6 T3 D1;	Выбор инструмента
G95 G18	Включение режима подачи мм/об. Выбор плоскости Z-X компенсации на диаметр инструмента
G0 Z60.0	Перемещение инструмента по оси Z
G1 Z47.2 F=R101	Линейная интерполяция
G3 X169.816 Y-97.05 I-4.341 J24.62 F=R102	Круговая интерполяция (против часовой стрелки)
X157.0 Z3.0 M8	Включение СОЖ
G1 X157.474 Y-27.055	Линейная интерполяция
X154.87 Y-12.283	Координаты
G0 Z60.0	Перемещение инструмента по оси Z
X164.558 Y-129.669	Координаты
Z52.2	Перемещение инструмента по оси Z
G1 Z47.2 F=R101	Линейная интерполяция
G3 X184.837 Y-100.707 I-4.341 J24.62 F=R102	Круговая интерполяция (против часовой стрелки)
G1 X167.716 Y-3.607	Линейная интерполяция
X165.111 Y11.165	Координаты
G0 Z60.0	Перемещение инструмента по оси Z
X184.347 Y-160.361	Координаты
Z52.2	Перемещение инструмента по оси Z
G1 Z47.2 F=R101	Линейная интерполяция
M9	Выключение СОЖ
M5	Остановка шпинделя
G0 X500.0 Z200.0	Возвращение в точку с координатами X500.0 Z200.0
X600. Z300. T0100	Нулевая точка
M1	Дополнительная остановка

### 3. ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

В дипломном проекте производится разработка технологического процесса детали «Экстрактор верхний» на участке механической обработки в условиях среднесерийного производства с количеством выпускаемых готовых деталей 10000 штук в год.

#### 3.1. Определение количества технологического оборудования

Таблица 19 – Нормы времени по операциям

№ операции	Наименование операции	Модель оборудования	Штучно-калькуляционное время, <i>t<sub>шт.к.</sub></i> , мин
010	Фрезерная с ЧПУ	DMC 100 U duo BLOCK	7,57
015	Фрезерно-сверлильная с ЧПУ	DMC 100 U duo BLOCK	31,57
025	Токарная с ЧПУ	DMC 100 U duo BLOCK	18,39

Количество технологического оборудования рассчитаем по формуле:

$$q = \frac{t \cdot N_{\text{год}}}{F_{\text{об}} \cdot k_{\text{вн}} \cdot k_3 \cdot 60},$$

где *t*- штучно- калькуляционное время операции, мин;

*N<sub>год</sub>*- годовая программа выпуска деталей, шт;

*F<sub>об</sub>*- действительный фонд времени работы оборудования, ч;

*k<sub>вн</sub>*- коэффициент выполнения норм времени (по данным предприятия

*k<sub>вн</sub>*= 1,0÷1,2);

*k<sub>3</sub>* – нормативный коэффициент загрузки оборудования, для серийного производства; *k<sub>3</sub>* = 0,75 ÷ 0,85.

Действительный годовой фонд времени работы единицы оборудования рас считаем следующим образом:

$$F_{об} = F_n \left( 1 - \frac{k_p}{100} \right),$$

где  $F_n$  - номинальный фонд времени работы единицы оборудования, ч;  
 $k_p$  - потери номинального времени работы единицы оборудования на ремонтные работы, %.

Номинальный фонд времени работы единицы оборудования определяется по производственному календарю на текущий год (365 – календарное количество дней; 117 – количество выходных и праздничных дней; 242 – количество рабочих дней, из них: 6 – сокращенные предпраздничные дни продолжительностью 7 ч; 236 – рабочие дни продолжительностью 8 ч). Отсюда количества рабочих часов оборудования (при трехсменной работе):

$$F_n = 1930 \cdot 3 = 5790 \text{ ч.}$$

Потери рабочего времени на ремонтные работы равны 9,0% для ОЦ с ЧПУ. Отсюда действительный фонд времени работы оборудования составляет:

$$F_{об} = 5790 \cdot \left( 1 - \frac{9}{100} \right) = 5268,9 \text{ ч.}$$

Определяем количество технологического оборудования. Так как операции 015 и 020 выполняются на одном типе оборудования расчет для них будет общий:

$$q^{010} = \frac{7,57 \cdot 10000}{5268,9 \cdot 1,0 \cdot 0,75 \cdot 60} = 0,32 \text{ шт.}$$

Принимаем  $q^{010} = 1 \text{ шт.}$

$$q^{015,020} = \frac{46,96 \cdot 10000}{5268,9 \cdot 1,0 \cdot 0,75 \cdot 60} = 2,11 \text{ шт.}$$

Принимаем  $q^{015} = 3 \text{ шт.}$

Таблица 20 – Сводная ведомость оборудования

Тип оборудования	Количество станков по расчету, ед	Принимаемое количество станков	Коэффициент загрузки оборудования, %	Средний коэффициент загрузки оборудования, %
Фрезерная с ЧПУ	0,32	1	0,32	0,51
Фрезерно-сверлильная с ЧПУ	2,11	3	0,70	0,51

### 3.2. Определение инвестиций

В дипломном проекте оборудование и программное обеспечение к нему не приобретаются, а уже есть на предприятии, а так же имеется штат операторов станков с ЧПУ . Поэтому в данном случае не требуется производить расчет инвестиций. В настоящее время оборудование загружено на 60% дозатгрузка на 32% находится в пределах нормальной загрузки.

### 3.3. Расчет технологической себестоимости детали

Текущие затраты на обработку детали рассчитываются только по тем статьям затрат, которые изменяются в сравниваемых вариантах.

В общем случае технологическая себестоимость складывается из следующих элементов, согласно формуле:

$$C = Z_{зп} + Z_э + Z_{об} + Z_{осн} + Z_и,$$

где  $Z_{зп}$  – затраты на заработную плату, р.;

$Z_э$  – зарплата на технологическую энергию, р.;

$Z_{об}$  – затраты на содержание и эксплуатацию оборудования, р.;

$Z_{осн}$  – затраты, связанные с эксплуатацией оснастки, р.;

$Z_и$  – затраты на малоценный инструмент, р.

Затраты на заработную плату основных и вспомогательных рабочих, участвующих в технологическом процессе обработки детали.

Затраты на заработную плату основных и вспомогательных рабочих рассчитываем по формуле:

$$З_{зп} = З_{пр} + З_{н} + З_{к} + З_{тр},$$

где  $З_{пр}$  – основная и дополнительная заработная плата с отчислениями на социальное страхование производственных рабочих, р.;

$З_{н}$  - основная и дополнительная заработная плата с отчислениями на социальное страхование наладчиков, р.;

$З_{к}$  - основная и дополнительная заработная плата с отчислениями на социальное страхование контролеров, р.;

$З_{тр}$  - основная и дополнительная заработная плата с отчислениями на социальное страхование транспортных рабочих, р.

Затраты на заработную плату основных и вспомогательных рабочих, участвующих в технологическом процессе обработки детали рассчитываем по формуле (форма оплаты труда- сдельная):

$$З_{пр} = C_{т} \cdot t \cdot k_{мн} \cdot k_{доп} \cdot k_{есн} \cdot k_{р},$$

где  $c_{т}$ - часовая тарифная ставка производственного рабочего на операции, р.;

$t$ - штучно- калькуляционное время на операцию, ч;

$k_{мн}$ - коэффициент учитывающий многостаночное обслуживание ( $k_{мн} = 0,49$ );

$k_{доп}$ - коэффициент, учитывающий дополнительную заработную плату ( $k_{доп} = 1,05 \div 1,15$ )

$k_{есн}$ - коэффициент учитывающий страховые взносы ( $k_{есн} = 1,3$ );

$k_{р}$ - районный коэффициент ( $k_{р} = 1,15$ ).

Численность станочников вычисляем по формуле:

$$Ч_{ст} = \frac{t \cdot N_{год} \cdot k_{мн}}{F_{р}},$$

									Лист
									74
Изм.	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата					

где  $F_p$  – действительный годовой фонд времени работы одного рабочего, 1930 ч.;

$k_{\text{мн}}$  – коэффициент, учитывающий многостаночное обслуживание,  $k_{\text{мн}}=1$ ;

$t$  – штучно-калькуляционное время операции, мин;

$N_{\text{год}}$  – годовая программа выпуска деталей:  $N_{\text{год}} = 10000$  шт.

$$q_{\text{ст}}^{010} = \frac{7,57 \cdot 10000 \cdot 1,0}{1930 \cdot 60} = 0,65 \text{ чел}$$

$$q_{\text{ст}}^{015} = \frac{31,57 \cdot 10000 \cdot 1,0}{1930 \cdot 60} = 2,73 \text{ чел}$$

$$q_{\text{ст}}^{025} = \frac{18,39 \cdot 10000 \cdot 1,0}{1930 \cdot 60} = 1,59 \text{ чел}$$

Действительный фонд времени работы станочника определяется по производственному календарю на текущий год (365 – календарное количество дней; 117 – количество выходных и праздничных дней; 242 – количество рабочих дней, из них: 6 – сокращенные предпраздничные дни продолжительностью 7 ч; 236 – рабочие дни продолжительностью 8 ч; потери: 24 – отпуск очередной, 2 – потери пол больничному листу, 6 – прочие; итого потерь – 32 дня.). Отсюда количество рабочих часов станочника составляет 1674 ч.

Результаты вычислений занесем в таблицу 21.

Таблица 21 – Затраты на заработную плату станочников

					ДП 44.03.04.744 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		75

Наименование операции	Штучно-калькуляционное время, мин	Численность станочников по операциям	Часовая тарифная ставка, р.	Заработная плата, р.
Фрезерная с ЧПУ	7,57	0,65	142,04	17,92
Фрезерно-сверлильная с ЧПУ	49,96	4,31	180	149,88
Итого:		4,97	502,04	167,80

Определим затраты на заработную плату на годовую программу:

$$З_{зп} = 167,8 \cdot 10000 = 1678007 \text{ р.}$$

Заработная плата вспомогательных рабочих рассчитываем по формуле:

$$З_{всп} = \frac{C_T^{всп} \cdot F_p \cdot Ч_{всп} \cdot k_{доп} \cdot k_p}{N_{год}},$$

где  $F_p$  – действительный годовой фонд времени работы одного рабочего, ч.;

$N_{год}$  – годовая программа выпуска деталей,  $N_{год} = 10000$  шт.;

$k_p$  – районный коэффициент,  $k_p = 1,15$ ;

$k_{доп}$  – коэффициент, учитывающий дополнительную заработную плату,

$$k_{доп} = 1,05;$$

$C_T^{всп}$  – часовая тарифная ставка рабочего соответствующей специальности и разряда, р.;

$Ч_{всп}$  – численность вспомогательных рабочих соответствующей специальности и разряда, р.

Численность вспомогательных рабочих соответствующей специальности и разряда определяется по формуле:

$$Ч_{\text{нал}} = \frac{g_n \cdot n}{N},$$

где  $g_n$  – расчетное количество оборудования, согласно расчетам, составляет

$$g_n = 2,43 \text{ шт.};$$

$n$  – число смен работы оборудования,  $n = 3$ ;

$N$  – число станков, обслуживаемых одним наладчиком,  $N = 10$  шт.

$$Ч_{\text{нал}} = \frac{2,43 \cdot 3}{10} = 0,73 \text{ чел.}$$

Численность транспортных рабочих составляет 5% от числа станочников, численность контролеров – 7% от числа станочников, отсюда:

$$Ч_{\text{трансп.}} = 0,05 \cdot 4,97 = 0,24 \text{ чел.};$$

$$Ч_{\text{контр.}} = 0,07 \cdot 0,73 = 0,05 \text{ чел.}$$

Произведем вычисления заработной платы вспомогательных рабочих:

$$З_{\text{нал}} = \frac{95,5 \cdot 1674 \cdot 0,73 \cdot 1,15 \cdot 1,05}{10000} = 14,05 \text{ р.};$$

$$З_{\text{трансп.}} = \frac{81,5 \cdot 1674 \cdot 0,04 \cdot 1,15 \cdot 1,05}{10000} = 0,60 \text{ р.};$$

$$З_{\text{контр.}} = \frac{78,1 \cdot 1674 \cdot 0,05 \cdot 1,15 \cdot 1,05}{10000} = 0,80 \text{ р.}$$

Данные о численности вспомогательных рабочих и заработной плате, приходящуюся на одну деталь, сводим в таблицу 22.

Таблица 22 – Затраты на заработную плату вспомогательных рабочих

Специальность рабочего	Часовая тариф- ная ставка, р.	Численность, чел.		Затраты на изго- товление одной детали, р.
		расчетная	принятая	
1	2	3	4	5
Наладчик стан- ков	95,5	0,73	1	14,05

Окончание таблицы 22

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Транспортный рабочий	81,5	0,04	1	0,60
Контролер ОТК	78,1	0,05	1	0,80
Итого:			3	15,46

Определим затраты на заработную плату за год:

$$З_{зп} = 15,46 \cdot 10000 = 154557 \text{ р.}$$

Рассчитаем затраты на заработную плату по формуле:

$$З_{зп} = 1678007 + 154557 = 1832564 \text{ р.}$$

*Страховые взносы*

Страховые взносы составляют 30% от фонда заработной платы.

$$1832564 \cdot 0,3 = 549769,2 \text{ р.}$$

*Затраты на электроэнергию*

Затраты на электроэнергию, расходуемую на выполнение одной детали-операции, рассчитываем по формуле:

$$З_э = \frac{N_y \cdot k_N \cdot k_{вр} \cdot k_{од} \cdot k_w \cdot t}{\eta \cdot k_{вн}} \cdot Ц_э,$$

где  $N_y$  – установленная мощность главного электродвигателя (по паспортным данным), кВт;

$k_N$  – средний коэффициент загрузки электродвигателя по мощности,

$$k_N = 0,2 \div 0,4;$$

$k_{вр}$  – средний коэффициент загрузки электродвигателя по времени, для крупносерийного производства  $k_{вр} = 0,7$ ;

$k_{од}$  – средний коэффициент одновременной работы всех электродвигателей станка,  $k_{од} = 0,75$  – при двух двигателях и  $k_{од} = 1$  при одном двигателе;

$k_w$  – коэффициент, учитывающий потери электроэнергии в сети предприятия,  $k_w = 1,04 \div 1,08$ ;

$\eta$  – коэффициент полезного действия оборудования (по паспорту станка);

$k_{вн}$  – коэффициент выполнения норм,  $k_{вн} = 1,02$ ;

$\Pi_3$  – стоимость 1 кВт·ч электроэнергии,  $\Pi_3 = 3,3$  р.

Производим расчеты по формуле:

$$З_3(010) = \frac{11 \cdot 0,3 \cdot 0,7 \cdot 0,75 \cdot 1,06 \cdot 7,57}{0,75 \cdot 1,02 \cdot 60} \cdot 3,3 = 1,00 \text{ р};$$

$$З_3(015,025) = \frac{9 \cdot 0,3 \cdot 0,7 \cdot 0,75 \cdot 1,06 \cdot 49,96}{0,9 \cdot 1,02 \cdot 60} \cdot 3,3 = 5,40 \text{ р};$$

Результаты расчета сводим в таблицу 23.

Таблица 23 – Затраты на электроэнергию

Модель станка	Установленная мощность, кВт	Штучно-калькуляционное время, ч	Затраты на электроэнергию, р.
DMC 100 U duo BLOCK	11	7,57	1,00
DMC 100 U duo BLOCK	9	49,96	5,40
Итого			6,40

Определим затраты на электроэнергию за год:

$$З_3 = 6,40 \cdot 10000 = 63964,87 \text{ р.}$$

*Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования.*

Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования рассчитывается по формуле:

$$З_{об} = C_{ам} + C_{рем},$$

где  $C_{рем}$  – затраты на ремонт технологического оборудования, р.;

$C_{ам}$  – амортизационные отчисления от стоимости технологического оборудования, р.

Амортизационные отчисления на каждый вид оборудования определяют по формуле:

$$C_{ам} = \frac{Ц_{об} \cdot H_{ам} \cdot t}{F_{об} \cdot k_3 \cdot k_{вн}},$$

где  $Ц_{об}$  – цена единицы оборудования, р.;

$H_{ам}$  – норма амортизационных отчислений,  $H_{амН} = 8\%$ ;

$t$  – штучно-калькуляционное время, мин;

$F_{об}$  – годовой действительный фонд работы оборудования,

$$F_{обНОВ} = 5268,9 \text{ ч};$$

$k_3$  – нормативный коэффициент загрузки оборудования,  $k_3 = 0,85$ ;

$k_{вн}$  – коэффициент выполнения норм,  $k_{вн} = 1,02$ .

Производим расчеты по вариантам по формуле:

$$C_{ам}(010) = \frac{180000 \cdot 0,08 \cdot 7,57}{5268,9 \cdot 0,85 \cdot 1,02 \cdot 60} = 0,4 \text{ р};$$

$$C_{ам}(015,025) = \frac{5753400 \cdot 0,08 \cdot 31,57}{5268,9 \cdot 0,85 \cdot 1,02 \cdot 60} = 251,7 \text{ р};$$

Затраты на текущий ремонт оборудования ( $C_{рем}$ ) определяем по количеству ремонтных единиц и стоимости одной ремонтной единицы:

Вычисления производим по формуле:

$$C_{рем} = \frac{Ц_{РЕ} \cdot \Sigma Re}{t \cdot N_{год}},$$

где  $\Sigma Re$  – суммарное количество ремонтных единиц по количеству станков одного типа;

$t$  – штучно-калькуляционное время, мин;

$N_{год}$  – годовая программа выпуска деталей.

Производим вычисление затрат на текущий ремонт оборудования по формуле:

$$C_{\text{рем}}(010) = \frac{180000 \cdot 0,02}{7,57 \cdot 10000} = 0,05 \text{ р};$$

$$C_{\text{рем}}(015) = \frac{5753400 \cdot 0,03}{49,96 \cdot 10000} = 0,35 \text{ р};$$

Результаты расчета затрат на содержание и эксплуатацию технологического оборудования заносим в таблицу 24.

Таблица 24

Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования

Модель станка	Стоимость, тыс. р.	Количество, шт.	Норма амортизационных отчислений, %	Штучно-калькуляционное время, ч	Амортизационные отчисления, р.	Затраты на ремонт, р.
DMC 100 U	180	1	8	7,57	0,4	50
duo BLOCK	5753,4	3	8	49,96	251,7	35
Итого					252,09	85

рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{п}} = 252,09 + 0,39 = 252,48 \text{ р.}$$

#### *Затраты на эксплуатацию инструмента*

На основании опыта внедрения инструмента на ряде предприятий уральского региона предлагается вычислять затраты на эксплуатацию прогрессивного инструмента по формуле:

$$Z_{\text{эи}} = (C_{\text{пл}} \cdot n + (C_{\text{корп}} + k_{\text{компл}} \cdot C_{\text{компл}}) \cdot Q^{-1}) \cdot T_{\text{маш}} \cdot (T_{\text{ст}} \cdot b_{\text{фи}} \cdot N)^{-1},$$

где  $Z_{\text{эи}}$  - затраты на эксплуатацию сборного инструмента, р.;

$C_{\text{пл}}$  - цена сменной многогранной пластины, р.;

$n$  - количество сменных многогранных пластин, установленных для одновременной работы в корпусе сборного инструмента, шт.;

$C_{\text{корп}}$  - цена корпуса сборного инструмента (державки токарного резца, корпуса сборной фрезы/сверла), р.;

$C_{\text{компл}}$  - цена набора комплектующих изделий (опорных пластин, клиновых прижимов, накладных стружколомов, винтов, штифтов, рычагов и т. п.), р.;

$k_{\text{компл}}$  – коэффициент, учитывающий количество наборов комплектующих изделий, используемых в 1 корпусе (державке) сборного инструмента в течение времени его эксплуатации, шт.

Коэффициент - эмпирический, величина его зависит от условий использования инструмента и качества его изготовления, от режимов резания и общего уровня технической культуры предприятия. Максимальное значение  $k_{\text{компл}} = 5$  соответствует обдирочному точению кованных или литых заготовок с соответствующим качеством обрабатываемых поверхностей;

$Q$  - количество сменных поворотных пластин, используемых в 1 корпусе (державке) сборного инструмента в течение времени его эксплуатации, шт.

Величина  $Q$  также определена опытным путем и зависит от условий обработки и формы сменной пластины. Значения показателя  $Q$  рекомендованные для условий получистовой токарной обработки представлены в таблице 31;

$N$  - количество вершин сменной многогранной пластины, шт. Для круглой пластины рекомендуется принимать  $N = 6$ );

$b_{\text{фи}}$  - коэффициент фактического использования, связанный со случайной убылью инструмента. Экспериментальные данные показывают диапазон изменения величины коэффициента от 0,87 при черновой обработке до 0,97 при чистовой обработке;

$T_{\text{маш}}$  - машинное время, мин;

$T_{\text{ст}}$  - период стойкости инструмента, мин.

Таблица 25– Параметры прогрессивного инструмента

									Лист
									82
Изм.	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата					

Опер.	Инструмент	Машинное время, мин	Цена единицы инструмента, руб.	Суммарн. период стойкости инструмента, мин	Заграты на переточку инструмента, руб.	Коэффициент убыли	Итого затраты, руб.
1	2	3	4	5	6	7	8
010	Фреза CoroMill® 490-020EH20-08L	1,86	4075	320		0,9	4397,7
	Пластина CNMG 120408		524				524
	Фреза CoroMill® 490-020EH20-08L	4,93	4075	410		0,9	4490,8
	Пластина CNMG 120408		524				524
015	Фреза CoroMill® 490-020EH20-08L	12,19	6015	410		0,9	6438,9
	Пластина CNMG 120408		524				524
	Фреза CoroMill® 490-025EH25-08M	3,01	4075	320		0,9	4393,9
	Пластина R790-160450PH-NM H13A		524				524
	Фреза длиннолезвийная CoroMill® R215-050C5-100Л	0,84	4075	320		0,9	4396,7
	Пластина R790-160450PH-NM H13A		524				524

Окончание таблицы 25

									Лист
									83
Изм.	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.744 ПЗ				

Результаты расчетов технологической себестоимости выпуска одной

1	2	3	4	5	6	7	8
	Фреза фасочная CoroMill® 495- 012A16-4509L	1,31	4075	210		0,9	4287,2
	Пластина R790- 160450PH-NM H13A		524				524
	Фреза фасочная CoroMill® 326R06- B1502006-CH 1025	0,03	4075	320		0,9	4395,9
	Пластина R790- 160450PH-NM H13A		524				524
	Фреза для отверстия CoroMill® RA210- 038O32-09H	2,76	4950	410		0,9	5363,3
	Пластина CNMG 120408		524				524
	Сверло Ф10 с пла- стиной 800-05 03 08M-C-G 1025 кор- пус 800.20-04D	2,26	13875	200		0,9	14078
	Сверло Ф10 с пла- стиной 800-05 03 08M-C-G 1025 кор- пус 800.20-04D	0,49	13875	200		0,9	14076
025	Фреза CoroMill® 490-020EH20-08L	13,81	5800	320		0,9	6134
	Пластина R790- 160450PH-NM H13A		682				
	Фреза фасочная CoroMill® 495- 012A16-4509L	0,29	4023	320		0,9	4344,1
	Пластина R790- 160450PH-NM H13A		315				315
	Фреза фасочная CoroMill® 326R06- B1502006-CH 1025	0,51	3025	410		0,9	3436,4
	Пластина R790- 160450PH-NM H13A		650				650
	Фреза для отверстия CoroMill® RA210- 038O32-09H	2,98	4250	410		0,9	4663,8
	Пластина R790- 160450PH-NM H13A		563				563
							86131

детали сводим в таблицу 26.

									Лист
									84
Изм.	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.744 ПЗ				

Таблица 26 – Технологическая себестоимость обработки детали

Статьи затрат	Сумма, руб.
Заработная плата с начислениями	167,80
Затраты на технологическую электроэнергию	6,40
Затраты на содержание и эксплуатацию оборудования	85
Затраты на инструмент	180,8
Итого	439,2

Анализ уровня технологии производства.

Анализ уровня технологии производства являются составляющей частью анализа организационно-тематического уровня производства.

Удельный вес каждой операции определяется по формуле:

$$Y_{\text{оп}} = \frac{T^t}{T} \cdot 100\% ,$$

где  $T^t$  – штучно-калькуляционное время на каждую операцию;

$T$  – суммарное штучно-калькуляционное время обработки детали.

Производим расчеты удельного веса операции по формуле:

$$Y_{\text{оп}} (010) = \frac{7,57}{57,53} \cdot 100\% = 13,16\% .$$

$$Y_{\text{оп}} (015,020) = \frac{49,96}{57,53} \cdot 100\% = 86,84\% .$$

Доля прогрессивного оборудования

Доля прогрессивного оборудования определяется по его стоимости в общей стоимости использования оборудования и по количеству. Удельный вес по количеству прогрессивного оборудования определяется по формуле:

$$Y_{\text{пр}} = \frac{g_{\text{пр}}}{g_{\Sigma}} \cdot 100\% ,$$

где  $g_{\text{пр}}$  – количество единиц прогрессивного оборудования,  $g_{\text{пр}} = 3$  шт.;

$g_{\Sigma}$  – общее количество использованного оборудования,  $g=4$  шт.

$$Y_{пр} = \frac{3}{4} \cdot 100\% = 75\%.$$

Определим производительность труда на программной операции:

$$B = \frac{F_p \cdot K_{вн} \cdot 60}{t},$$

где  $F_p$  – действительный фонд времени работы одного рабочего, ч.;

$K_{вн}$  – коэффициент выполнения норм;

$t$  – штучно-калькуляционное время, мин.

Производительность труда в разработанном техпроцессе:

$$B_{пр. 015} = \frac{1674 \cdot 1,2 \cdot 60}{7,57} = 15922 \text{ шт} / \text{чел.год}$$

$$B_{пр. 015,020} = \frac{1674 \cdot 1,2 \cdot 60}{49,96} = 2412,5 \text{ шт} / \text{чел.год}$$

В таблице 27 представлены технико-экономические показатели проекта.

Таблица 27 – Технико-экономические показатели проекта

Наименование показателей	Ед. изм.	Значения показателей
1	2	3
Годовой выпуск деталей	шт.	10000
Количество видов оборудования	шт.	1
Количество рабочих	чел.	2
Трудоёмкость обработки одной детали	н/ч	2,43

Окончание таблицы 27

1	2	3
Технологическая себестоимость одной детали, в том числе:	руб.	439,2
- затраты на инструмент		180,8
- заработная плата рабочих		167,8
Доля прогрессивного оборудования	%	100
Производительность труда	шт/чел.год	18334,3
Коэффициент загрузки оборудования		2,0

## 4. МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### 4.1. Система переподготовки персонала

В проектируемом технологическом процессе механической обработки детали «Экстрактор верхний» обработка производится на токарном и фрезерном станке с ЧПУ. Следовательно, для данного технологического процесса необходима подготовка рабочих по профессии «Оператор станков с программным управлением».

Операторов станков с программным управлением подготавливают в учебном центре «Уралмаш завода», т.к. потребность в этих рабочих не покрывается полностью выпускниками профессионально-технических училищ или по которым подготовка рабочих не проводится.

Результатами освоения образовательной программы по рабочей профессии «Оператор станков с программным управлением» определяются приобретенными выпускником компетенциями, т.е. его способностью применять знания, умения и личные качества в соответствии с задачами профессиональной деятельности.

Термины, определения и используемые сокращения

**Компетенция** – способность применять знания, умения, личностные качества и практический опыт для успешной деятельности в определенной области

**Профессиональный модуль** - часть основной профессиональной образовательной программы, имеющая определенную логическую завершенность по отношению к планируемым результатам подготовки, и предназначенная для освоения профессиональных компетенций в рамках каждого из видов профессиональной деятельности

									Лист
									88
Изм.	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.744 ПЗ				

**Основные виды профессиональной деятельности** – профессиональные функции, каждая из которых обладает относительной автономностью и определена работодателем как необходимый компонент содержания.

**Результаты подготовки** – сформированные компетенции, освоенные умения и усвоенные знания, обеспечивающие соответствующую квалификацию и уровень образования

**Учебный (профессиональный) цикл** – совокупность дисциплин (модулей), обеспечивающих усвоение знаний, умений и формирование компетенций в соответствующей сфере профессиональной деятельности

**ПМ** – профессиональный модуль;

**ОК** – общая компетенция;

**ПК** - профессиональная компетенция;

**ОП** - общепрофессиональные дисциплины

При переподготовке фрезеровщика 3-6 разрядов на оператора станков с ЧПУ основная масса общеобразовательных дисциплин перезачитываются. Но на некоторые дисциплины в образовательном плане операторов станков с программным управлением отведено больше часов, в связи с этим, их необходимо повторить (смотри таблицу 28).

Таблица 28 – Сравнение учебных планов

Оператор станков с программным управлением-16045. Разряд 3-5.			Фрезеровщик-19149. Разряд 3-6.		
1	2	3	4	5	6
Индекс	Элементы учебного процесса	Всего часов	Индекс	Элементы учебного процесса	Всего часов
<b>ОП.00</b>	<b>Общепрофессиональные дисциплины</b>	<b>42</b>	<b>ОП.00</b>	<b>Общепрофессиональные дисциплины</b>	<b>52</b>
ОП.03	Разработка 3D моделей	10	ОП.01	Материаловедение	10
ОП.04	Основы электротехники	6	ОП.02	Допуски и технические измерения	6
ОП.05	Сведения из технической механики	6	ОП.03	Техническое черчение и чтение чертежей	6
ОП.06	Основы организации производства и оплата труда	10	ОП.04	Основы электротехники	4

## Окончание таблицы 25

1	2	3	4	5	6
ОП.07	Охрана труда на машиностроительных предприятиях	10	ОП.05	Сведения из технической механики	6
<b>ПМ.00</b>	<b>Профессиональный модуль</b>	<b>74</b>	ОП.06	Основы организации производства и оплата труда	10
<b>ПМ.01</b>	Выполнение работ на станках с программным управлением	74	ОП.07	Охрана труда на машиностроительных предприятиях	10
<b>ПО.01</b>	<b>Производственное обучение</b>	<b>200</b>	<b>ПМ.00</b>	<b>Профессиональный модуль</b>	<b>84</b>
	Резерв учебного времени				
	Консультации	4	<b>ПМ.01</b>	Выполнение работ на токарных станках	84
	Квалификационный экзамен	4	<b>ПО.01</b>	<b>Производственное обучение</b>	<b>256</b>
				Резерв учебного времени	
				Консультации	4
			<b>ИА</b>	Квалификационный экзамен	4
	<b>ИТОГО</b>	<b>316</b>		<b>ИТОГО</b>	<b>400</b>

Разница в подготовке «Операторов станков с программным управлением 3-5 разряда» и «Фрезеровщика 3-6 разряда» по предмету «Разработка 3D моделей» составляет 4 часа (смотри таблицу 1), поэтому для переподготовки я выбираю предмет «Разработка 3D моделей».

### 4.2. Составление перспективно-тематического плана

Тематический план учебного предмета определяет перечень тем и разделов, последовательность их расположения в программе и количество отводимых на каждую тему часов. Перспективно-тематический план является одним из итоговых документов, разрабатываемых преподавателем при проектировании темы дисциплины.

Наиболее общими характеристиками тематического плана является представленная в ней последовательность изучения тем программы и количество часов, отведенных на изучение каждой темы. Эти характеристики регулируются следующими дидактическими принципами: научность, связь тео-

рии с практикой, систематичность и доступность, унификация и дифференциация.

Эти принципы могут быть реализованы следующим образом:

- целостным и верным отражением основ соответствующей науки в тематическом плане;
- опережением теоретического обучения по сравнению с производственным;
- обеспечением формирования системных знаний у учащихся с учетом возрастных и познавательных возможностей;
- учетом специфики профессии при использовании типовых документов.

Разработанный с учетом этих принципов тематический план способен будет в определенной мере решить задачи обучения учащихся предмету. Перспективно-тематический план обеспечивает: систематизацию тем программы дисциплины по занятиям; возможность соотношения выбранных методов, дидактических средств, форм обучения.

Таблица 29 – Перспективно-тематический план по предмету «Разработка 3D моделей» учебного плана переподготовки операторов станков с программным управлением. Тема «Разработка 3D моделей и чертежей деталей».

№ занятия	Тема занятия	Учебная цель	Методы обучения	Формы организации (тип урока)	Межпредметные и внутрипредметные связи	Связь с производственным обучением
1	2	3	4	5	6	7
Занятие 1	ЕСКД. Назначение и применение чертежей в технике и металлообработке.	Образовательная: ознакомить с понятием конструкторского документа, на какие виды разделяются, дать определение чертежа, сборочного чертежа, габаритного чертежа, схемы спецификации, оригинальный документ, подлинный документ,	Учебник; Вербальное объяснение; Рисунки на доске; Плакаты; Видео проектор. Индивидуальное задание	Комбинированный	специальная технология; производственное обучение; материаловедение.	Имеется

## Окончание таблицы 29

1	2	3	4	5	6	7
Занятие 1	Разработка простых деталей и сборочных единиц в «Solid Works»	, подлинный документ, дубликат, копия. Воспитательная: воспитать интерес к новым знаниям, положительные мотивы учебно-познавательной деятельности; Развивающая: развить способности к обобщению изучаемого материала.				
Занятие 2	Правила чтения чертежа детали. Правила создания эскизов и примеры построения 3D моделей	Образовательная: повторить и изучить новые способы нанесения размеров; Воспитательная: воспитать сознательное отношение к учебе, усидчивости и аккуратности; Развивающая: развить познавательный интерес, значимости изучения материала.	Учебник; Вербальное объяснение; Рисунки на доске; Плакаты; Видео проектор. Индивидуальное задание	Комбинированный	специальная технология; производственное обучение; материаловедение.	Имеется

### 4.3. Занятие теоретического обучения

Предмет: «Разработка 3D моделей».

Тема: «Создание простых деталей».

Тема занятия: «Правила создания 3D деталей».

Тип занятия: комбинированный урок.

Цели и задачи урока:

В результате освоения учебной дисциплины обучающийся должен:

**Знать:**

- Понятие 3D модель детали;
- Методику построения эскизов;
- Основные инструменты применяемы для создания 3D детали;

– Перевод 3D модели детали в рабочий чертеж.

**Уметь:**

– Создавать 3D модели.

Таблица 30 – План хода занятия

Деятельность преподавателя	Время, мин	Наглядные средства, ТСО	Деятельность учащихся
1	2	3	4
1.Организационная часть (проверить по журналу явку учащихся).	5	-	Приветствие преподавателя.
2.Вводная часть, ознакомление учащихся с темой, целью и задачами занятия.	7	-	Слушают, конспектируют.
3.Основная часть, повторение предыдущего материала имеющего связь с изучением нового материала. Рассказывает новый материал, диктует основные понятия под запись (показывает на плакате способы нанесения размеров на чертежи).	33	Плакаты Учебники Разные виды чертежей.	Запись определений. Слушают новый материал, записывают основные понятия.
4.Закрепляющий контроль. Преподаватель объясняет суть задания, следит за выполнением, в случае необходимости оказывает помощь.	30	Карточки задания. Чертеж детали.	Обучаемые получают задание на закрепляющий контроль, выполняют предложенную работу, в случае необходимости обращаются за помощью к преподавателю.
5.Подведение итогов. Педагог проверяет работы, озвучивает результаты, выставляет оценки за работу.	15	-	Обучаемые слушают результаты выполненной работы.

#### 4.4 План–конспект занятия

Рассмотрим понятие 3D модели.

3D модель это - это виртуальная объемная геометрическая модель объекта (геометрическая фигура), являющая собой набор поверхностей, размещенных в трехмерном координатном пространстве.

В основном 3D модели применяются для общего понимания их геометрии и поверхностей.

На примере рисунка 1 рассмотрим методику построения детали «Изолятор»

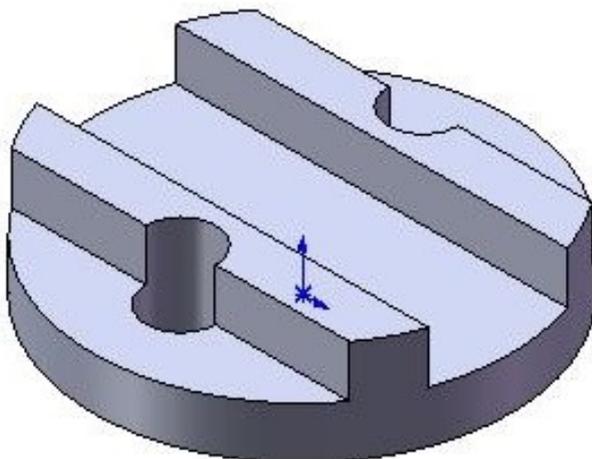
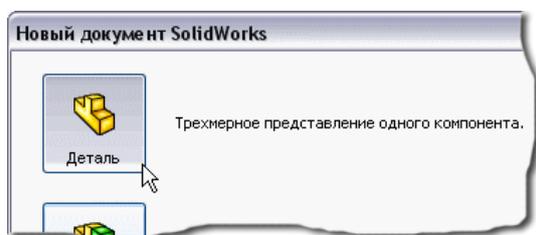
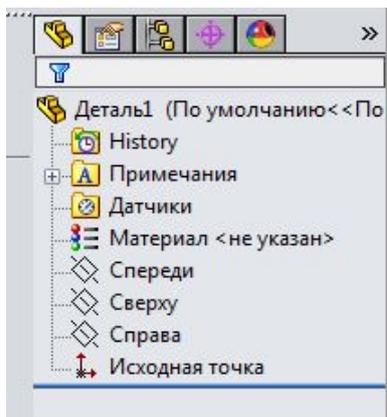


Рисунок 15 –Общий вид детали.

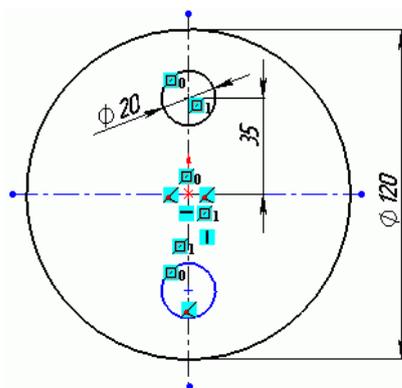
1) Необходимо создать деталь для этого требуется кликнуть по вкладке Создать-Деталь



1) Следующим действием требуется выбрать плоскость на которой будет строиться эскиз для получения из него потом 3D модели.



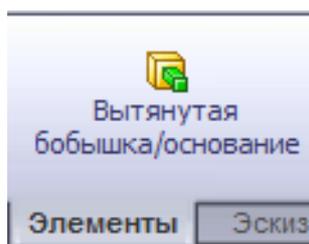
Кликнув на плоскость «Спереди» создадим в ней эскиз  в соответствии с рисунком.



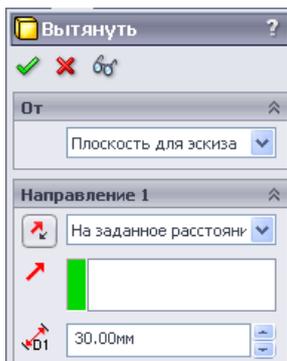
Для чего выберем команду  -построения окружности и строим окружности согласно предоставленным размерам.



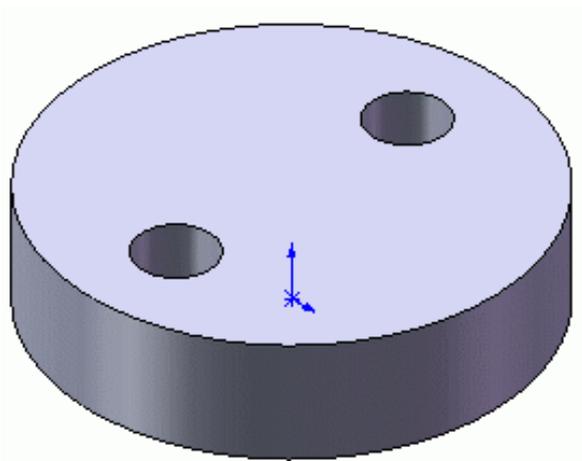
- Выйдите из режима построения эскиза.
- Для создания модели на основе построенного эскиза выберите вкладку Элементы и команду – Вытянутая бобышка/основание.



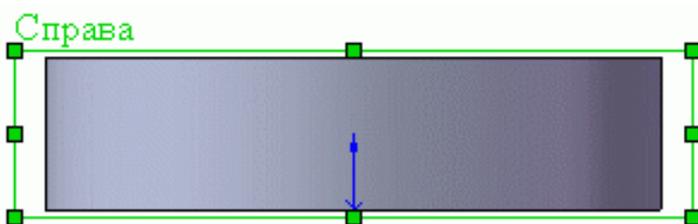
- На панели свойств команды задайте величину выдавливания **30 мм**.



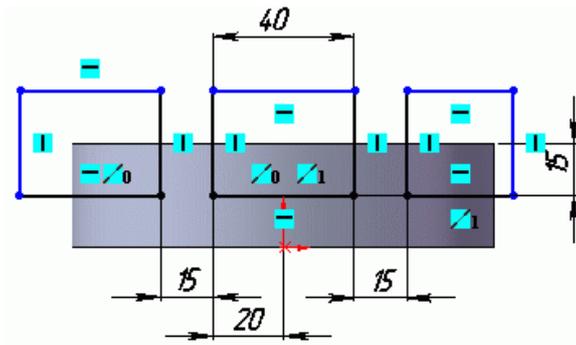
В результате должно получиться то что показано на рисунке



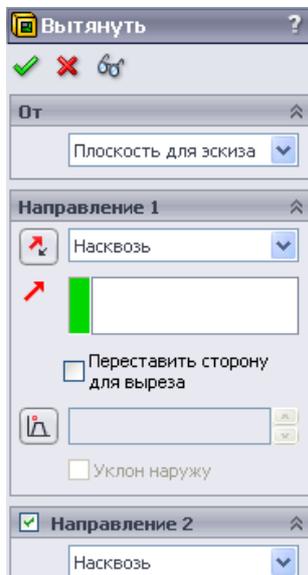
Выберите в Дереве построения плоскость Справа. Установите с помощью команды Стандартные виды – Вид справа . Выберите команду построения эскиза.



Создайте эскиз согласно приведенному рисунку, используя команду построения прямоугольника . Проставьте размеры. Выйдите из режима создания эскиза.



Выберите команду Вытянутый вырез . Установите на панели свойств команды указанные на рисунке параметры.



**Вид** - изображение обращенной к наблюдателю видимой части поверхности предмета. Для уменьшения количества изображений допускается на видах показывать необходимые невидимые части поверхности предмета при помощи штриховых линий.

Устанавливаются следующие названия видов, получаемых на основных плоскостях проекций:

- 1- вид спереди (главный вид);
- 2- вид сверху;
- 3- вид слева;
- 4- вид справа;

5- вид снизу;

6- вид сзади.

Еще на чертежах выполняют разрезы.

Разрезы разделяются, в зависимости от положения секущей плоскости относительно горизонтальной плоскости проекций, на:

**горизонтальные** – секущая плоскость параллельна горизонтальной плоскости проекций;

**вертикальные** – секущая плоскость перпендикулярна горизонтальной плоскости проекций. Вертикальный разрез называется **фронтальным**, если секущая плоскость параллельна фронтальной плоскости проекций;

**наклонные** –секущая плоскость составляет с горизонтальной плоскостью проекций угол, отличный от прямого.

Рассмотрев деталь «Изолятор», мы видим, что деталь имеет комбинированную форму со сквозными отверстиями.

#### 4.5. Итоговая аттестация

Итоговая аттестация проводится по карточкам индивидуального задания в электронной форме (на ПК) , которая представляет собой 3D модель конкретной детали, используемый в реальном производстве и соответствующий степени сложности обработки квалификационных разрядов профессии «Оператор станков с программным управлением».

Основными критериями оценки является полнота и правильность построения:

- Размеров и составляющих детали;
- Правильность использования элементов для построения эскиза.

Образец итогового задания –описать технику построения детали.

Определить по чертежу размеры детали и ее элементов.

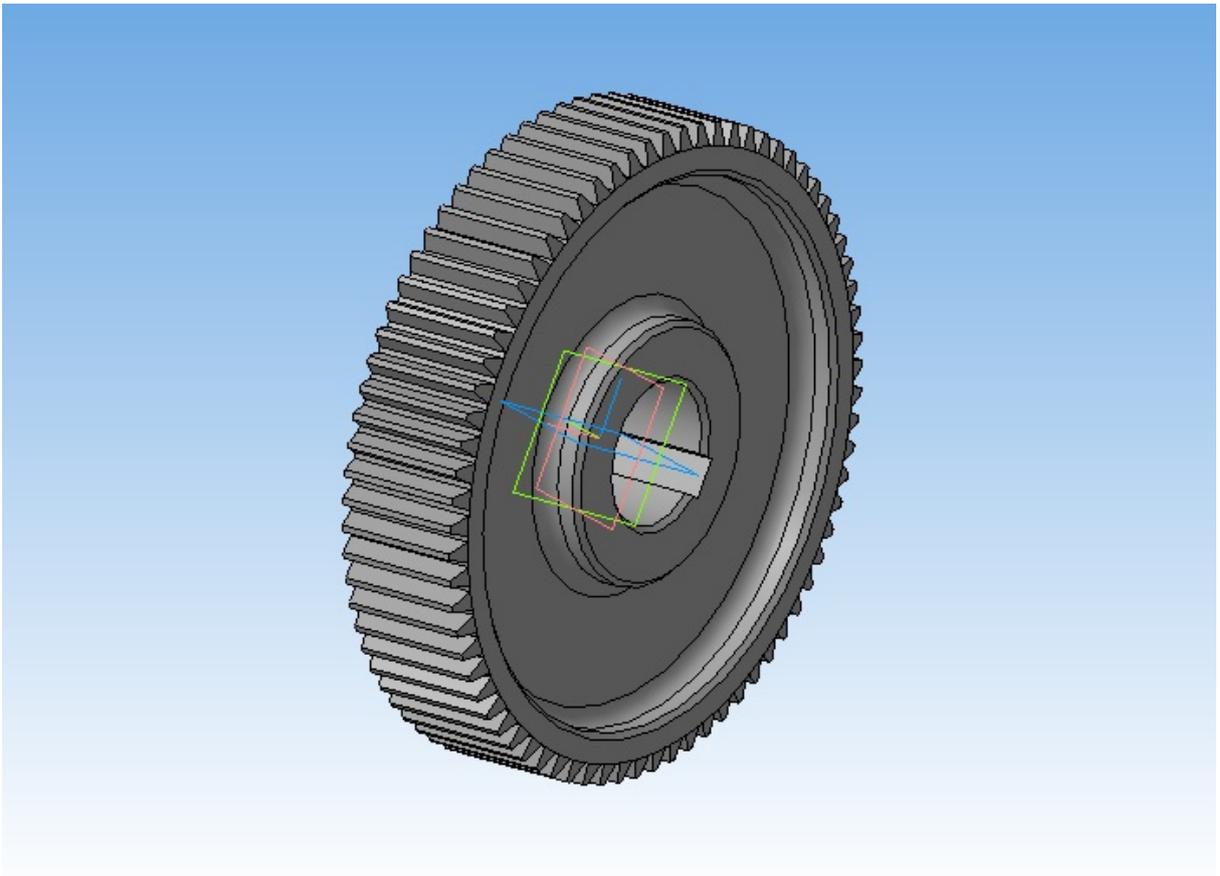


Рисунок 16 – 3D модель детали

Таблица 31 – Карточка итогового задания

Вопросы по чертежу	Предполагаемые ответы
1	2
Какие дополнительные поверхности вы видите на детали	Фаски с двух сторон, радиальные скругления по бокам детали, а так же вспомогательные плоскости в ней
В какой программе можно выполнить 3D модель этой детали?	Solid Works, Kompas, Solid Edge, Autokad, Creo Parametric
Как называется деталь?	Колесо зубчатое
Какой схемой построения можно воспользоваться?	Бобышка-вытянуть, бобышка-вращения
В каком масштабе можно выполнить модель	В любом в соответствии с ГОСТ
Какие элементы использованы при построении модели?	Сквозные вырезы, круговой массив

Окончание таблицы 31

1	2
Описать общую форму детали.	Деталь имеет форму тела вращения со сквозными отверстиями, а также прямыми зубами нарезанными на ней

Оценка знаний, умений и навыков по результатам контроля производится в соответствии с универсальной шкалой.

Таблица 32 – Оценочная шкала

Процент результативности (правильных ответов)	Качественная оценка индивидуальных образовательных достижений	
	Балл (оценка)	Вербальный аналог
86 - 100	5	отлично
76 - 85	4	хорошо
51 - 75	3	удовлетворительно
Менее 50	2	не удовлетворительно

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Целью дипломного проекта являлась модернизация технологического процесса механической обработки детали «Экстрактор верхний».

В результате работы было проанализировано служебное назначение детали и ее технологичность. Выбран серийный тип производства, метод получения заготовки и технологические базы. Разработан комплект документации технологического процесса. Составлена управляющая программа с помощью программного обеспечения Sinumerik 840D. Произведены экономические расчеты. Разработана методика переподготовки рабочих для работы на станках с ЧПУ.

									Лист
									101
Изм.	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.744 ПЗ				

## СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 26645-85 Отливки из металлов и сплавов: допуски размеров, массы и припуски на механическую обработку.
2. ГОСТ 2.004-88 ЕСКД. Общие требования к выполнению конструкторских и технологических документов на печатающих и графических устройствах вывода ЭВМ.
3. ГОСТ 2.104-2006 ЕСКД. Основные надписи.
4. ГОСТ 2.105-95 ЕСКД. Общие требования к текстовым документам.
5. Единые ведомственные нормативы времени на работы, выполняемые на металлорежущих станках. Часть II / И.И. Романов, И.Г. Прудников, В.А. Крутов, и др. – М.: ЦНИС, 1980. – 250 с., ил.
6. Единые ведомственные нормативы времени на работы, выполняемые на металлорежущих станках. Часть III / И.И. Романов, И.Г. Прудников, В.А. Крутов, и др. – М.: ЦНИС, 1980. – 190 с., ил.
7. Каталог Sandvik Coromant Токарные инструменты 2015
8. Каталог Sandvik Coromant Вращающиеся инструменты 2015
9. Каталог Sandvik Coromant Отрезка и обработка канавок 2015
10. Козлова Т.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учеб. пособие. – Екатеринбург: Изд-во Урал. гос. проф.- пед. ун-та, 2001. –169с.
11. Ловыгин А. А., Теверовский Л. В. - Современный станок с ЧПУ и CAD/CAM-система. – М.: ДМК Пресс, 2012. – 279 с.: ил.
12. Методика профессионального обучения. Схемы, таблицы, комментарии [Текст]: учеб. пособие для вузов / И.В. Осипова, О.В. Тарасюк, Ю.В. Осколкова, В.С. Локтина. Екатеринбург: Изд-во Рос. гос. проф.- пед. ун-та, 2010. 148 с. (Б-ка высш. проф.-пед. образования).

									Лист
									102
Изм.	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата					

13. Обработка металлов резанием: Справочник технолога / А.А. Панов, В.В. Аникин, Н.Г. Бойм и др.; Под общ. ред. А.А. Панова. 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 2004. – 784 с., ил

14. Образовательная программа: Опережающее профессиональное обучение работников ОАО «Уралмаш», осуществляющей реструктуризацию и модернизацию производства. Курс\_ Подготовка операторов токарно-фрезерных станков с системой ЧПУ 3,4,5 разрядов.

15. Резание металлов и режущие инструменты: Учеб. пособие для вузов/В.Г. Солоненко, А.А. Рыжкин. – 2-е изд., стер. – М.: Высш. шк., 2008. – 414 с.: ил.

16. Справочник нормировщика / А.В. Ахумов, Б.М. Генкин, Н.Ю. Иванов и др.; Под общей редакцией А.В. Ахумова. Л., Машиностроение, 1987 – 458 с., ил.

17. Справочник технолога машиностроителя. В 2-х т. Т1 / Под ред. А.Г. Косиловой, А.Г. Сулова, А.М. Дальского, Р.К. Мещерякова – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 2001. – 912 с., ил.

18. Справочник технолога машиностроителя. В 2-х т. Т2 / Под ред. А.Г. Косиловой, А.Г. Сулова, А.М. Дальского, Р.К. Мещерякова – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 2001. – 944 с., ил.

19. Техничко - экономические расчеты в выпускных квалификационных работах (дипломных проектах): Учеб. пособие / Авт.-сост. Е.И. Чучкалова, Т.А. Козлова, В.П. Суриков. Екатеринбург: Изд-во ГОУ ВПО «Рос. гос. проф.-пед. ун-т», 2006. 66 с.

20. Технический контроль в машиностроении: справочник проектировщика / под общ. ред. В. Н.Чупырина, А. Д. Никифорова. – М.: Машиностроение, 1987. – 512 с.

21. Зуев А.А. Технология машиностроения. 2-е изд., испр. И доп. - СПб.: Издательство "Лань", 2003. - 496с

22. Аверьянов И. Н. Проектирование и расчет станочных и контрольно-измерительных приспособлений в курсовых и дипломных проектах: учеб. пособие / И. Н. Аверьянов, А. Н. Болотеин, М. А. Прокофьев. – Рыбинск: РГАТА, 2010. – 220 с.

23. Руководство для учащихся по изучению программного обеспечения SolidWorks. © Dassault Systèmes - SolidWorks Corporation 300 Baker Avenue Concord, Massachusetts 01742 USA / США Телефон: +1-800-693-9000.

24. <http://www.profprokat.ru/content/view/189/8/>

25. <http://ptk.org.ua/361.html>

26. <http://www.sandvik.coromant.com/ru-ru/products/Pages/shoulder-milling-edging-tools.aspx>

27. Казаков, Н.Ф. Технология металлов и других конструкционных материалов / Н.Ф. Казаков. - М.: Металлургия, 1975.

28. Прейс, Г.А. Технология конструкционных материалов / Г.А. Прейс. - Киев.: Высшая школа, 1984.

29. Дальский, А.М. Технология конструкционных материалов /А.М. Дальский. - М.: Машиностроение, 2005.

30. Расчет припусков и межоперационных размеров в машиностроении: Учеб. пособие для машиностроит. спец. Вузов / Я.М. Радкевич и др.; под редакцией В.А. Тимирязева. - М.: Высшая школа, 2004. - 272 с.

Приложение А

									Лист
									104
Изм.	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.744 ПЗ				

Лист задания по дипломному проектированию

					ДП 44.03.04.744 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		105

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Перечень листов графических документов

№ п/п	Наименование документа	Формат
1	Экстрактор верхний	A1
2	Экстрактор верхний. Отливка	A2
3	Технологический эскиз . Операция 010	A1
4	Технологический эскиз. Операция 020	A1
5	Технологический эскиз. Операция 025	A1
6	Приспособление специальное	A1
7	Технико-экономические показатели проекта	A1
8	Управляющая программа на операцию 025 (фрагмент)	A1
	Итого: листов формата A1 – 7 листов формата A2 – 1	

					ДП 44.03.04.744 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		106

Технологический процесс на универсальном оборудовании

									Лист
									107
Изм.	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.744 ПЗ				

Технологический процесс на станке с ЧПУ

Приложение Д

					ДП 44.03.04.744 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		108

Фрагмент управляющей программы на станок DMC 100 U duo BLOCK  
с осью С операция 025

G0 X600 Z300

G50 S2000

G1 Z47.2 F=R101

N61 G3 X169.816 Y-97.05 I-4.341 J24.62 F=R102

N62 G1 X157.474 Y-27.055

N63 X154.87 Y-12.283

N64 G0 Z60.0

N65 X164.558 Y-129.669

N66 Z52.2

N67 G1 Z47.2 F=R101

N68 G3 X184.837 Y-100.707 I-4.341 J24.62 F=R102

N69 G1 X167.716 Y-3.607

N70 X165.111 Y11.165

N71 G0 Z60.0

N72 X184.347 Y-160.361

N73 Z52.2

N74 G1 Z47.2 F=R101

N75 G3 X204.626 Y-131.4 I-4.341 J24.62 F=R102

N76 G1 X177.147 Y24.44

N77 X174.542 Y39.212

N78 G0 Z60.0

N79 X198.723 Y-160.361

N80 Z52.2

N81 G1 Z47.2 F=R101

										Лист
										109
Изм.	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата						



N111 G1 X282.894 Y-86.093  
N112 X285.499 Y-100.866  
N113 G0 Z60.0  
N114 X149.537 Y-126.011  
N115 Z51.2  
N116 G1 Z46.2 F=R101  
N117 G3 X169.816 Y-97.05 I-4.341 J24.62 F=R102  
N118 G1 X157.474 Y-27.055  
N119 X154.87 Y-12.283  
N120 G0 Z60.0  
N121 X164.558 Y-129.669  
N122 Z51.2  
N123 G1 Z46.2 F=R101  
N124 G3 X184.837 Y-100.707 I-4.341 J24.62 F=R102  
N125 G1 X167.716 Y-3.607  
N126 X165.111 Y11.165  
N127 G0 Z60.0  
N128 X184.347 Y-160.361  
N129 Z51.2  
N130 G1 Z46.2 F=R101  
N131 G3 X204.626 Y-131.4 I-4.341 J24.62 F=R102  
N132 G1 X177.147 Y24.44  
N133 X174.542 Y39.212  
N134 G0 Z60.0  
N135 X198.723 Y-160.361  
N136 Z51.2  
N137 G1 Z46.2 F=R101  
N138 G3 X219.002 Y-131.4 I-4.341 J24.62 F=R102  
N139 G1 X177.393 Y104.575

					ДП 44.03.04.744 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		111

N140 X174.788 Y119.347  
N141 G0 Z60.0  
N142 X213.099 Y-160.361  
N143 Z51.2  
N144 G1 Z46.2 F=R101  
N145 G3 X233.378 Y-131.4 I-4.341 J24.62 F=R102  
N146 G1 X186.209 Y136.11  
N147 X183.604 Y150.882  
N148 G0 Z60.0  
N149 X227.475 Y-160.361  
N150 Z51.2  
N151 G1 Z46.2 F=R101  
N152 G3 X247.754 Y-131.4 I-4.341 J24.62 F=R102  
N153 G1 X195.45 Y165.231  
N154 X192.846 Y180.003  
N155 G0 Z60.0  
N156 X241.852 Y-160.361  
N157 Z51.2  
N158 G1 Z46.2 F=R101  
N159 G3 X262.131 Y-131.4 I-4.341 J24.62 F=R102  
N160 G1 X207.298 Y179.572  
N161 X204.693 Y194.344  
N162 G0 Z60.0  
N163 X255.725 Y211.961  
N164 Z51.2  
N165 G1 Z46.2 F=R101  
N166 G3 X235.446 Y183.0 I4.341 J-24.62 F=R102  
N167 G1 X282.894 Y-86.093  
N168 X285.499 Y-100.866

					ДП 44.03.04.744 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		112

N169 G0 Z60.0  
N170 X149.537 Y-126.011  
N171 Z50.2  
N172 G1 Z45.2 F=R101  
N173 G3 X169.816 Y-97.05 I-4.341 J24.62 F=R102  
N174 G1 X157.474 Y-27.055  
N175 X154.87 Y-12.283  
N176 G0 Z60.0  
N177 X164.558 Y-129.669  
N178 Z50.2  
N179 G1 Z45.2 F=R101  
N180 G3 X184.837 Y-100.707 I-4.341 J24.62 F=R102  
N181 G1 X167.716 Y-3.607  
N182 X165.111 Y11.165  
N183 G0 Z60.0  
N184 X184.347 Y-160.361  
N185 Z50.2  
N186 G1 Z45.2 F=R101  
N187 G3 X204.626 Y-131.4 I-4.341 J24.62 F=R102  
N188 G1 X177.147 Y24.44  
N189 X174.542 Y39.212  
N190 G0 Z60.0  
N191 X198.723 Y-160.361  
N192 Z50.2  
N193 G1 Z45.2 F=R101  
N194 G3 X219.002 Y-131.4 I-4.341 J24.62 F=R102  
N195 G1 X177.393 Y104.575  
N196 X174.788 Y119.347  
N197 G0 Z60.0

					ДП 44.03.04.744 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		113



N227 Z49.2  
N228 G1 Z44.2 F=R101  
N229 G3 X169.816 Y-97.05 I-4.341 J24.62 F=R102  
N230 G1 X157.474 Y-27.055  
N231 X154.87 Y-12.283  
N232 G0 Z60.0  
N233 X164.558 Y-129.669  
N234 Z49.2  
N235 G1 Z44.2 F=R101  
N236 G3 X184.837 Y-100.707 I-4.341 J24.62 F=R102  
N237 G1 X167.716 Y-3.607  
N238 X165.111 Y11.165  
N239 G0 Z60.0  
N240 X184.347 Y-160.361  
N241 Z49.2  
N242 G1 Z44.2 F=R101  
N243 G3 X204.626 Y-131.4 I-4.341 J24.62 F=R102  
N244 G1 X177.147 Y24.44  
N245 X174.542 Y39.212  
N246 G0 Z60.0  
N247 X198.723 Y-160.361  
N248 Z49.2  
N249 G1 Z44.2 F=R101  
N250 G3 X219.002 Y-131.4 I-4.341 J24.62 F=R102  
N251 G1 X177.393 Y104.575  
N252 X174.788 Y119.347  
N253 G0 Z60.0  
N254 X213.099 Y-160.361  
N255 Z49.2

					ДП 44.03.04.744 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		115

N256 G1 Z44.2 F=R101  
N257 G3 X233.378 Y-131.4 I-4.341 J24.62 F=R102  
N258 G1 X186.209 Y136.11  
N259 X183.604 Y150.882  
N260 G0 Z60.0  
N261 X227.475 Y-160.361  
N262 Z49.2  
N263 G1 Z44.2 F=R101  
N264 G3 X247.754 Y-131.4 I-4.341 J24.62 F=R102  
N265 G1 X195.45 Y165.231  
N266 X192.846 Y180.003  
N267 G0 Z60.0  
N268 X241.852 Y-160.361  
N269 Z49.2  
N270 G1 Z44.2 F=R101  
N271 G3 X262.131 Y-131.4 I-4.341 J24.62 F=R102  
N272 G1 X207.298 Y179.572  
N273 X204.693 Y194.344  
N274 G0 Z60.0  
N275 X255.725 Y211.961  
N276 Z49.2  
N277 G1 Z44.2 F=R101  
N278 G3 X235.446 Y183.0 I4.341 J-24.62 F=R102  
N279 G1 X282.894 Y-86.093  
N280 X285.499 Y-100.866  
N281 G0 Z60.0  
N282 X149.537 Y-126.011  
N283 Z48.2  
N284 G1 Z43.2 F=R101

									Лист
									116
Изм.	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.744 ПЗ				

N285 G3 X169.816 Y-97.05 I-4.341 J24.62 F=R102  
N286 G1 X157.474 Y-27.055  
N287 X154.87 Y-12.283  
N288 G0 Z60.0  
N289 X164.558 Y-129.669  
N290 Z48.2  
N291 G1 Z43.2 F=R101  
N292 G3 X184.837 Y-100.707 I-4.341 J24.62 F=R102  
N293 G1 X167.716 Y-3.607  
N294 X165.111 Y11.165  
N295 G0 Z60.0  
N296 X184.347 Y-160.361  
N297 Z48.2  
N298 G1 Z43.2 F=R101  
N299 G3 X204.626 Y-131.4 I-4.341 J24.62 F=R102  
N300 G1 X177.147 Y24.44  
N301 X174.542 Y39.212  
N302 G0 Z60.0  
N303 X198.723 Y-160.361  
N304 Z48.2  
N305 G1 Z43.2 F=R101  
N306 G3 X219.002 Y-131.4 I-4.341 J24.62 F=R102  
N307 G1 X177.393 Y104.575  
N308 X174.788 Y119.347  
N309 G0 Z60.0  
N310 X213.099 Y-160.361  
N311 Z48.2  
N312 G1 Z43.2 F=R101  
N313 G3 X233.378 Y-131.4 I-4.341 J24.62 F=R102

										Лист
										117
Изм.	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.744 ПЗ					

N314 G1 X186.209 Y136.11  
N315 X183.604 Y150.882  
N316 G0 Z60.0  
N317 X227.475 Y-160.361  
N318 Z48.2  
N319 G1 Z43.2 F=R101  
N320 G3 X247.754 Y-131.4 I-4.341 J24.62 F=R102  
N321 G1 X195.45 Y165.231  
N322 X192.846 Y180.003  
N323 G0 Z60.0  
N324 X241.852 Y-160.361  
N325 Z48.2  
N326 G1 Z43.2 F=R101  
N327 G3 X262.131 Y-131.4 I-4.341 J24.62 F=R102  
N328 G1 X207.298 Y179.572  
N329 X204.693 Y194.344  
N330 G0 Z60.0  
N331 X255.725 Y211.961  
N332 Z48.2  
N333 G1 Z43.2 F=R101  
N334 G3 X235.446 Y183.0 I4.341 J-24.62 F=R102  
N335 G1 X282.894 Y-86.093  
N336 X285.499 Y-100.866  
N337 G0 Z60.0  
N338 X149.537 Y-126.011  
N339 Z47.2  
N340 G1 Z42.2 F=R101  
N341 G3 X169.816 Y-97.05 I-4.341 J24.62 F=R102  
N342 G1 X157.474 Y-27.055

					ДП 44.03.04.744 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		118

N343 X154.87 Y-12.283  
N344 G0 Z60.0  
N345 X164.558 Y-129.669  
N346 Z47.2  
N347 G1 Z42.2 F=R101  
N348 G3 X184.837 Y-100.707 I-4.341 J24.62 F=R102  
N349 G1 X167.716 Y-3.607  
N350 X165.111 Y11.165  
N351 G0 Z60.0  
N352 X184.347 Y-160.361  
N353 Z47.2  
N354 G1 Z42.2 F=R101  
N355 G3 X204.626 Y-131.4 I-4.341 J24.62 F=R102  
N356 G1 X177.147 Y24.44  
N357 X174.542 Y39.212  
N358 G0 Z60.0  
N359 X198.723 Y-160.361  
N360 Z47.2  
N361 G1 Z42.2 F=R101  
N362 G3 X219.002 Y-131.4 I-4.341 J24.62 F=R102  
N363 G1 X177.393 Y104.575  
N364 X174.788 Y119.347  
N365 G0 Z60.0  
N366 X213.099 Y-160.361  
N367 Z47.2  
N368 G1 Z42.2 F=R101  
N369 G3 X233.378 Y-131.4 I-4.341 J24.62 F=R102  
N370 G1 X186.209 Y136.11  
N371 X183.604 Y150.882

					ДП 44.03.04.744 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		119

N372 G0 Z60.0  
N373 X227.475 Y-160.361  
N374 Z47.2  
N375 G1 Z42.2 F=R101  
N376 G3 X247.754 Y-131.4 I-4.341 J24.62 F=R102  
N377 G1 X195.45 Y165.231  
N378 X192.846 Y180.003  
N379 G0 Z60.0  
N380 X241.852 Y-160.361  
N381 Z47.2  
N382 G1 Z42.2 F=R101  
N383 G3 X262.131 Y-131.4 I-4.341 J24.62 F=R102  
N384 G1 X207.298 Y179.572  
N385 X204.693 Y194.344  
N386 G0 Z60.0  
N387 X255.725 Y211.961  
N388 Z47.2  
N389 G1 Z42.2 F=R101  
N390 G3 X235.446 Y183.0 I4.341 J-24.62 F=R102  
N391 G1 X282.894 Y-86.093  
N392 X285.499 Y-100.866  
N393 G0 Z60.0  
N394 X149.537 Y-126.011  
N395 Z46.2  
N396 G1 Z41.2 F=R101  
N397 G3 X169.816 Y-97.05 I-4.341 J24.62 F=R102  
N398 G1 X157.474 Y-27.055  
N399 X154.87 Y-12.283  
N400 G0 Z60.0

					ДП 44.03.04.744 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		120

N401 X164.558 Y-129.669  
N402 Z46.2  
N403 G1 Z41.2 F=R101  
N404 G3 X184.837 Y-100.707 I-4.341 J24.62 F=R102  
N405 G1 X167.716 Y-3.607  
N406 X165.111 Y11.165  
N407 G0 Z60.0  
N408 X184.347 Y-160.361  
N409 Z46.2  
N410 G1 Z41.2 F=R101  
N411 G3 X204.626 Y-131.4 I-4.341 J24.62 F=R102  
N412 G1 X177.147 Y24.44  
N413 X174.542 Y39.212  
N414 G0 Z60.0  
N415 X198.723 Y-160.361  
N416 Z46.2  
N417 G1 Z41.2 F=R101  
N418 G3 X219.002 Y-131.4 I-4.341 J24.62 F=R102  
N419 G1 X177.393 Y104.575  
N420 X174.788 Y119.347  
N421 G0 Z60.0  
N422 X213.099 Y-160.361  
N423 Z46.2  
N424 G1 Z41.2 F=R101  
N425 G3 X233.378 Y-131.4 I-4.341 J24.62 F=R102  
N426 G1 X186.209 Y136.11  
N427 X183.604 Y150.882  
N428 G0 Z60.0  
N429 X227.475 Y-160.361

					ДП 44.03.04.744 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		121

N430 Z46.2  
N431 G1 Z41.2 F=R101  
N432 G3 X247.754 Y-131.4 I-4.341 J24.62 F=R102  
N433 G1 X195.45 Y165.231  
N434 X192.846 Y180.003  
N435 G0 Z60.0  
N436 X241.852 Y-160.361  
N437 Z46.2  
N438 G1 Z41.2 F=R101  
N439 G3 X262.131 Y-131.4 I-4.341 J24.62 F=R102  
N440 G1 X207.298 Y179.572  
N441 X204.693 Y194.344  
N442 G0 Z60.0  
N443 X255.725 Y211.961  
N444 Z46.2  
N445 G1 Z41.2 F=R101  
N446 G3 X235.446 Y183.0 I4.341 J-24.62 F=R102  
N447 G1 X282.894 Y-86.093  
N448 X285.499 Y-100.866  
N449 G0 Z60.0  
N450 X149.537 Y-126.011  
N451 Z45.2  
N452 G1 Z40.2 F=R101  
N453 G3 X169.816 Y-97.05 I-4.341 J24.62 F=R102  
N454 G1 X157.474 Y-27.055  
N455 X154.87 Y-12.283  
N456 G0 Z60.0  
N457 X164.558 Y-129.669  
N458 Z45.2

					ДП 44.03.04.744 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		122

N459 G1 Z40.2 F=R101  
N460 G3 X184.837 Y-100.707 I-4.341 J24.62 F=R102  
N461 G1 X167.716 Y-3.607  
N462 X165.111 Y11.165  
N463 G0 Z60.0  
N464 X184.347 Y-160.361  
N465 Z45.2  
N466 G1 Z40.2 F=R101  
N467 G3 X204.626 Y-131.4 I-4.341 J24.62 F=R102  
N468 G1 X177.147 Y24.44  
N469 X174.542 Y39.212  
N470 G0 Z60.0  
N471 X198.723 Y-160.361  
N472 Z45.2  
N473 G1 Z40.2 F=R101  
N474 G3 X219.002 Y-131.4 I-4.341 J24.62 F=R102  
N475 G1 X177.393 Y104.575  
N476 X174.788 Y119.347  
N477 G0 Z60.0  
N478 X213.099 Y-160.361  
N479 Z45.2  
N480 G1 Z40.2 F=R101  
N481 G3 X233.378 Y-131.4 I-4.341 J24.62 F=R102  
N482 G1 X186.209 Y136.11  
N483 X183.604 Y150.882  
N484 G0 Z60.0  
N485 X227.475 Y-160.361  
N486 Z45.2  
N487 G1 Z40.2 F=R101

										Лист
										123
Изм.	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.744 ПЗ					

N488 G3 X247.754 Y-131.4 I-4.341 J24.62 F=R102  
N489 G1 X195.45 Y165.231  
N490 X192.846 Y180.003  
N491 G0 Z60.0  
N492 X241.852 Y-160.361  
N493 Z45.2  
N494 G1 Z40.2 F=R101  
N495 G3 X262.131 Y-131.4 I-4.341 J24.62 F=R102  
N496 G1 X207.298 Y179.572  
N497 X204.693 Y194.344  
N498 G0 Z60.0  
N499 X255.725 Y211.961  
N500 Z45.2  
N501 G1 Z40.2 F=R101  
N502 G3 X235.446 Y183.0 I4.341 J-24.62 F=R102  
N503 G1 X282.894 Y-86.093  
N504 X285.499 Y-100.866  
N505 G0 Z60.0  
N506 X149.537 Y-126.011  
N507 Z44.2  
N508 G1 Z39.2 F=R101  
N509 G3 X169.816 Y-97.05 I-4.341 J24.62 F=R102  
N510 G1 X157.474 Y-27.055  
N511 X154.87 Y-12.283  
N512 G0 Z60.0  
N513 X164.558 Y-129.669  
N514 Z44.2  
N515 G1 Z39.2 F=R101  
N516 G3 X184.837 Y-100.707 I-4.341 J24.62 F=R102

					ДП 44.03.04.744 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		124

N517 G1 X167.716 Y-3.607  
N518 X165.111 Y11.165  
N519 G0 Z60.0  
N520 X184.347 Y-160.361  
N521 Z44.2  
N522 G1 Z39.2 F=R101  
N523 G3 X204.626 Y-131.4 I-4.341 J24.62 F=R102  
N524 G1 X177.147 Y24.44  
N525 X174.542 Y39.212  
N526 G0 Z60.0  
N527 X198.723 Y-160.361  
N528 Z44.2  
N529 G1 Z39.2 F=R101  
N530 G3 X219.002 Y-131.4 I-4.341 J24.62 F=R102  
N531 G1 X177.393 Y104.575  
N532 X174.788 Y119.347  
N533 G0 Z60.0  
N534 X213.099 Y-160.361  
N535 Z44.2  
N536 G1 Z39.2 F=R101  
N537 G3 X233.378 Y-131.4 I-4.341 J24.62 F=R102  
N538 G1 X186.209 Y136.11  
N539 X183.604 Y150.882  
N540 G0 Z60.0  
N541 X227.475 Y-160.361  
N542 Z44.2  
N543 G1 Z39.2 F=R101  
N544 G3 X247.754 Y-131.4 I-4.341 J24.62 F=R102  
N545 G1 X195.45 Y165.231

					ДП 44.03.04.744 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		125

N546 X192.846 Y180.003

N547 G0 Z60.0

N548 X241.852 Y-160.361

N549 Z44.2

N550 G1 Z39.2 F=R101

N551 G3 X262.131 Y-131.4 I-4.341 J24.62 F=R102

N552 G1 X207.298 Y179.572

N553 X204.693 Y194.344

N554 G0 Z60.0

N737 M9

N738 COMPOF

N739 STOPRE

M9

M5

G0 X500.0 Z200.0

X600. Z300. T0100

M1

					ДП 44.03.04.744 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		126

					ДП 44.03.04.744 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		127