

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

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО
ПРОЦЕССА МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ
«КОРПУС РЕДУКТОРА»**

Дипломный проект
по направлению 44.03.04 Профессиональное обучение (по отраслям)
профиля подготовки «Машиностроение и металлообработка»
специализации «Технология и оборудование машиностроения»

Идентификационный код ВКР: 859

Екатеринбург 2017

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
« ___ » _____ 20 __г.

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО
ПРОЦЕССА МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ
«КОРПУС РЕДУКТОРА»**

Пояснительная записка к дипломному проекту
по направлению 44.03.04

Профессиональное обучение (по отраслям)
профиля подготовки «Машиностроение и металлообработка»
профилизации «Технология и оборудование машиностроения»

Идентификационный код ВКР: 859

Исполнитель

студент гр. ЗТО-404С

К.С. Кузьмин

Руководитель

ст. преподаватель

О.В.Костина

Екатеринбург 2017

РЕФЕРАТ

Дипломный проект содержит 74 листа печатного текста, 5 иллюстраций, 33 таблицы, 13 использованных источников, 4 приложения на 59 листах, графическую часть на 7 листах формата А1.

Ключевые слова: ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС, УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА, МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА, СТАНОК, ИНСТРУМЕНТ, ПРИСПОСОБЛЕНИЕ, МНОГОЦЕЛЕВАЯ ОПЕРАЦИЯ.

В дипломном проекте был усовершенствован базовый технологический процесс обработки детали «Корпус редуктора».

Выполнен сравнительный анализ базового и проектированного технологического процесса.

Рассчитаны режимы резания и технические нормы времени на изготовление детали.

Разработана управляющая программа для многоцелевой операции с ЧПУ.

В экономической части дипломного проекта выполнен расчет затрат и определена экономическая эффективность разрабатываемого мероприятия.

Разработана методика проведения урока теоретического обучения для переподготовки операторов станков с ЧПУ 3-го разряда.

Первое примечание

Справ. N

Подпись и дата

Изм. N дубл.

Взам. инв N

Подпись и дата

Изм. N подл.

ДП 44.03.04.859 ПЗ

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Кузьмин К.С.		
Руковод.		Костина О.В.		
Н. Контр.		Суриков В.П.		
Зав.каф..		Бородин Н.В.		

Совершенствование
технологического процесса
обработки детали
«Корпус редуктора»
Пояснительная записка

Лит.	Лист	Листов
	2	74

ФГАОУ ВО РГППУ,
ИИПО,
каф. ТМС, гр. ЗТО-404С

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ И ЗАДАЧИ ПРОЕКТА.....	5
1. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	7
1.1. Исходные данные.....	7
1.1.1. Служебное назначение и техническая характеристика детали	7
1.1.2. Анализ технологичности детали	8
1.1.3. Определение типа производства	9
1.2. Анализ исходных данных для разработки техпроцесса.....	11
1.3. Разработка технологического процесса обработки детали.....	12
1.3.1. Анализ заводского технологического процесса обработки детали.....	12
1.3.2. Выбор исходной заготовки и метода ее изготовления.....	12
1.3.3. Выбор технологических баз	15
1.3.4. Разработка технологического маршрута обработки детали.....	17
1.3.5. Выбор средств технологического оснащения	22
1.3.5.1. Выбор технологического оборудования.....	22
1.3.5.2. Выбор режущего инструмента.....	25
1.4. Технологические расчеты.....	29
1.4.1. Расчет припусков	29
1.4.4. Расчет режимов резания	33
1.4.5. Расчет технических норм времени	41
2. РАЗРАБОТКА ФРАГМЕНТА УПРАВЛЯЮЩЕЙ ПРОГРАММЫ ДЛЯ МНОГОЦЕЛОВОЙ ОПЕРАЦИИ 015 С ЧПУ	43
3. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	45
3.1. Исходные данные.....	46
3.2. Определение капитальных вложений.....	47
3.2.1. Затраты на подготовку и эксплуатацию управляющих программ.....	49
3.3. Расчет технологической себестоимости.....	49
3.3.1. Основная и дополнительная заработная плата производственных рабочих.....	50

Интв. N полл.		Взам. интв. N		Интв. N лубл.		Подпись и дата	

					ДП 44.03.04.859 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		3

3.3.2. Заработная плата вспомогательных рабочих.....	52
3.3.3. Затраты на электроэнергию.....	53
3.3.4. Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования.....	54
3.3.5. Определение затрат на эксплуатацию инструмента.....	55
3.4. Определение годовой экономии от изменения техпроцесса.....	56
4. МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	58
4.1. Обоснование методической разработки.....	58
4.2. Описание условий обучения.....	59
4.3. Анализ профессионального стандарта по профессии "Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ".....	61
4.4. Разработка учебного плана переподготовки рабочих по профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ» в учебном центре ООО «КАМИ».....	65
4.5. Разработка содержания и плана проведения учебных занятий по теме «Основы программирования станков и обрабатывающих центров с ЧПУ».....	68
4.6. Разработка плана проведения занятия.....	70
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	72
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	73
ПРИЛОЖЕНИЕ А-Лист задания на проектирование.....	75
ПРИЛОЖЕНИЕ Б- Конспект изложения нового материала.....	76
ПРИЛОЖЕНИЕ В- Техническая документация.....	89
ПРИЛОЖЕНИЕ Г- Презентация к уроку теоретического обучения.....	110
ПРИЛОЖЕНИЕ Д- Перечень листов графических документов.....	134

Инд. N полл.	Взам. инв. N	Инд. N лубл.	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.859 ПЗ	Лист
						4

ВВЕДЕНИЕ И ЗАДАЧИ ПРОЕКТА

В последние годы наблюдалось стремительное развитие технологии машиностроительного производства. На современном этапе спада машиностроительной отрасли, необходимо вводить новые технологии, которые способствовали бы сокращению затрат на изготовление изделий и уменьшению их стоимости, повышали бы спрос на рынках страны. Новые технологии позволяют предприятиям осуществлять сокращение времени технологического процесса, путем сокращения времени важнейшей его части – процесса механообработки.

В области металлообработки все чаще применяются станки с ЧПУ, что приводит к увеличению производительности, снижению затрат на применение большого количества оборудования, позволяет производить множество операций на одном станке. Применение данных станков совместно с высокопроизводительным металлорежущим инструментом позволяет современному производителю конкурировать на современном рынке.

Основным направлением в разработке технологического процесса является применение станков с ЧПУ и высокопроизводительного металлорежущего инструмента.

Целью данной выпускной квалификационной работы является совершенствование технологии механической обработки детали «Корпус редуктора». Совершенствование технологического процесса заключается в применении станка с ЧПУ и высокопроизводительного инструмента фирмы Sandvik Coromant.

Достижение цели определило ряд задач:

- 1) Анализ исходных данных: служебного назначения, технических характеристик, технологичности конструкции детали «Корпус редуктора»;
- 2) Выбор заготовки и метода ее получения;
- 3) Решение вопросов базирования;
- 4) Выбор оборудования и режущего инструмента;
- 5) Разработка технологического маршрута обработки детали;

Интв. N полл.	Подпись и дата
Взам. интв. N	Интв. N лубл.
Подпись и дата	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.859 ПЗ	Лист
						5

6) Проектирование содержания технологических переходов обработки детали;

7) Расчет экономических показателей технологического процесса;

Инв. N полл.	Подпись и дата	Взам. инв N	Инв. N лубл.	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ДП 44.03.04.859 ПЗ

1. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

1.1. Исходные данные

Чертеж детали – 44.03.04.859.01

Программа выпуска – 600 шт.

1.1.1. Служебное назначение и техническая характеристика детали

Данный червячный редуктор служит для увеличения крутящего момента и для уменьшения числа оборотов электродвигателя лебедки консольно-поворотного крана. Деталь имеет коробчатую форму. Валы, между которыми передается вращательное движение в редукторе расположены под углом 90°, поэтому деталь имеет четыре сквозных отверстия и полу форму. Также имеет множество глухих отверстий с резьбой, на которые крепятся другие элементы редуктора, такие как крышки. Корпус редуктора скрывает его элементы, передающие вращение – червяк и зубчатое колесо от попадания внутрь грязи, инородных тел, которые могли бы препятствовать зацеплению.

Деталь «Корпус редуктора» относится к типу корпусных деталей. Корпусные детали – это базовые детали, служащие для размещения в них сборочных единиц и отдельных деталей.

Деталь «Корпус редуктора» изготовлена из серого чугуна марки СЧ20 ГОСТ 1412-85. Чугун – это многокомпонентный железоуглеродный сплав с содержанием углерода свыше 2%, претерпевающий эвтектическое превращение. Чугун – наиболее распространенный материал для изготовления отливок благодаря хорошим технологическим свойствам и относительной дешевизне. Область применения чугуна расширяется вследствие непрерывного повышения его прочностных и технологических свойств, а также разработке новых марок со специальными физическими и химическими свойствами.

Интв. N полл.	Подпись и дата	Взам. интв N	Интв. N лубл.	Подпись и дата
---------------	----------------	--------------	---------------	----------------

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.859 ПЗ	Лист
						7

Чугун СЧ20 в основном используется для изготовления станин, корпусов, цилиндров, траверс, шестерен, шкивов и т.д.

Таблица 1- Химический состав СЧ20, в %.

C	Si	Mn	P	S
3,3 – 3,5	1,4 – 2,2	0,7 – 1,0	0,2	0,15

Механические свойства СЧ20.

$$\sigma_B = 18 \text{ кгс/мм}^2 = 180 \text{ МПа}$$

$$\sigma_n = 36 \text{ кгс/мм}^2 = 360 \text{ МПа}$$

$$\sigma_{cm} = 70 \text{ кгс/мм}^2 = 700 \text{ МПа}$$

1.1.2. Анализ технологичности детали

Технологичность конструкции детали оценивают на 2-х уровнях – качественном и количественном.

Качественную оценку производят по материалу, геометрической форме, качеству поверхностей, по простановке размеров и возможным способам получения заготовки, по возможностям технологии изготовления.

Деталь "корпус редуктора" изготовлена из серого чугуна СЧ20 ГОСТ 1412 – 85. Заготовку для этой детали получают способом литья в песчано-глинистые формы. Данный метод получения заготовок является универсальным применительно к литейным материалам, которым и является СЧ20, а также массе и габаритам отливок. Конфигурация наружного контура и внутренних поверхностей не вызывает особых трудностей при получении заготовки.

С точки зрения механической обработки, деталь "корпус редуктора" относится ко второй группе корпусных деталей. Деталь имеет габаритные размеры 270x180x136. Масса корпуса редуктора составляет 15 кг, что исключает применение специальных грузоподъемных механизмов. По своей конструкции данный корпус представляет среднюю по сложности форму, что удобно для

Интв. N полл.	Подпись и дата
Взам. интв. N	Интв. N лубл.
Подпись и дата	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.859 ПЗ	Лист
						8

механической обработки детали. Каждая поверхность, подлежащая обработке, расположена так, что имеет свободный доступ к ней инструмента.

Все перечисленные характеристики конструкции детали говорят, что деталь технологична.

Количественную оценку технологичности конструкции детали производят по следующим коэффициентам:

Коэффициент использования материала

$$K_{им} = \frac{M_d}{M_z}, \quad (1)$$

где M_d – масса детали по чертежу, кг;

M_z – масса материала, расходуемого на изготовление детали, кг.

$$K_{им} = \frac{15}{22,5} = 0,6$$

1.1.3. Определение типа производства

Тип производства – это классификационная категория производства, определяемая по признакам широты номенклатуры, регулярности и объема выпуска изделий.

Одной из основных характеристик типа производства является коэффициент закрепления операций ($K_{з.о}$), показывающий отношение числа различных технологических операций, выполняемых в течение месяца, к числу рабочих мест.

$$K_{з.о} = \frac{O}{P}, \quad (4)$$

где O – общее количество различных операций;

P – число рабочих мест, выполняющие различные операции.

В соответствии с ГОСТ 3.1121 – 84, коэффициент закрепления операций принимают:

$10 < K_{з.о} \leq 20$ - для среднесерийного производства.

Интв. N полл.	Подпись и дата
Взам. интв. N	Интв. N лубл.
Подпись и дата	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.859 ПЗ	Лист
						9

$20 < K_{з.о} \leq 40$ - для мелкосерийного производства.

[4]

В нашем случае $K_{з.о}$ определить нельзя, поэтому тип производства определяем по массе заготовки и годовой программе.

Масса детали – 15 кг;

Годовой объем выпуска – 600 штук.

Данные для определения типа производства по этим показателям представлены в таблице 2

Таблица 2-Определение типа производства

Масса детали, кг.	Количество деталей, подлежащих обработке при типе производства				
	Единичное	Мелкосерийное	Среднесерийное	Крупносерийное	Массовое
До 1,0	До 20	10-1500	500-75000	75000-200000	200000 и >
1,0-2,5	До 10	10-1000	1000-50000	50000-100000	100000 и >
2,5-5,0	До 10	10-500	500-35000	35000-75000	75000 и >
5,0-10	До 10	10-500	300-25000	25000-50000	50000 и >
10 и >	До 10	10-200	200-10000	10000-25000	25000 и >

Производство данной детали относится к среднесерийному типу. Среднесерийное производство характеризуется ограниченной номенклатурой изделий, изготавливаемых или ремонтируемых периодически повторяющимися партиями, и сравнительно большим объемом выпуска. В таком производстве используют высокопроизводительное оборудование, причем наряду с универсальным применяют специализированное и специальное, а также оборудование с ЧПУ. Широко используют переналаживаемые быстродействующие приспособления, универсальный и специальный режущий и измерительный инструмент, которые позволяют увеличить производительность.

Определим размер партии деталей, одновременно запускаемых в производство:

$$n = a \times N / 254, \quad (5)$$

где n – число деталей в партии;

a – коэффициент запаса деталей на складе перед сборкой,

для мелкосерийного производства средних и крупных деталей, $a=12$;

Изнв. N полл. | Подпись и дата | Взам. инв N | Инв. N лубл. | Подпись и дата

254 – число рабочих дней в году при 5-дневной рабочей неделе.

$$n = (12 \times 600) / 254 = 28,3 \text{ шт.}$$

Принимаем $n = 28$ штук.

1.2. Анализ исходных данных для разработки технологического процесса

Чертеж детали выполнен в соответствии с ГОСТ 2.107 – 83 «Основные требования к рабочим чертежам» и ГОСТ 2.307 – 83 «Нанесение размеров и предельных отклонений», он содержит все данные, необходимые для изготовления, контроля и испытания изделия.

При обработке корпуса редуктора необходимо обеспечить:

1) Точность размеров:

- 8 Отверстий $\varnothing M10-7H$,
- 2 Отверстия $\varnothing 72H7$
- 6 отверстий $\varnothing M10-7H$;
- 2 Отверстие $\varnothing 8-7H$;
- отверстие $\varnothing 130H8$;
- отверстие $\varnothing 105H8$;

2) Точность взаимного расположения поверхностей:

- допуск параллельности поверхности относительно поверхности Д равен 0,04 мм (на диаметр);
- допуск перпендикулярности относительно поверхности Г равен 0,04 мм (на диаметр);
- допуск перпендикулярности отверстия В к поверхности 13 равен 0,035 мм;
- позиционный допуск осей отверстий M10-7H 0,4 мм;
- позиционный допуск осей 4 отверстий $\varnothing 12$ равен 0,6;
- позиционный допуск осей 6 отверстий M10-7H равен 0,4 мм;
- позиционный допуск 2 отверстий M8-7H равен 0,4 мм.

3) Качество поверхностного слоя:

- шероховатость поверхностей отверстий $\varnothing 105H8$, $\varnothing 72H7$, $\varnothing 130H8$ Ra 2,5 км.

Интв. N полл.	Подпись и дата
Взам. интв. N	Интв. N лубл.
Подпись и дата	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.859 ПЗ	Лист
						11

- шероховатость базовой поверхности 1 - Ra 3,2 мкм
- шероховатость резьбовых отверстий - Ra 3,2 мкм;

1.3. Разработка технологического процесса обработки детали

1.3.1. Анализ заводского технологического процесса обработки детали

Метод получения заготовки – литье в песчано-глинистые формы. Заготовка имеет массу $m=22,5$ кг. Масса готовой детали $m=15$ кг. Метод является экономически целесообразным при данном типе производства.

На заводе в условиях серийного производства на ряду с универсальным металлорежущим оборудованием целесообразно было бы применять станки с ЧПУ, что значительно повысило бы производительность и точность обработки, а также более высокопроизводительный инструмент.

1.3.2. Выбор исходной заготовки и метода ее изготовления

Учитывая форму детали, материал, объем выпуска, данный способ получения заготовки подходит для данной детали.

Литье в песчано-глинистые формы – способ, применяемый в серийном производстве с использованием многопозиционных машин. Точность получаемых отливок – 14 – 15 квалитет, шероховатость Ra 12,5 – 30.

Изготовление отливок в разовых формах.

Сущность способа литья в песчаные формы заключается в получении отливок из расплавленного металла, затвердевшего в формах, изготовленных из формовочных смесей путем уплотнения с использованием модельного комплекта. После затвердевания залитого металла и охлаждения отливки производят ее выбивку, очистку и обрубку.

Литейная форма представляет собой систему элементов, образующих рабочую плоскость, в которую заливают расплавленный металл. Литейная форма

Интв. N полл.	Подпись и дата	Взам. интв N	Интв. N лубл.	Подпись и дата
---------------	----------------	--------------	---------------	----------------

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.859 ПЗ	Лист 12

обычно состоит из верхней и нижней полуформ, которые изготавливают в литейных опоках- приспособлениях для удержания формовочной смеси. Верхнюю и нижнюю полуформы взаимно ориентируют при помощи металлических штырей, которые вставляют в отверстия приливов у опок. Для образования полостей, отверстий или иных сложных контуров в формы устанавливают литейные стержни, которые фиксируют при помощи выступов, входящих в соответствующие впадины в полости формы. Для подвода расплавленного материала в полость литейной формы, обеспечения ее заполнения и питания отливки при затвердевании изготавливают литниковую систему.

Формовочные и стержневые смеси используют для изготовления литейных форм. В качестве исходных формовочных исходных материалов используют формовочный кварцевый песок различной зернистости, литейные формовочные глины и вспомогательные материалы (мазут, графит, тальк, древесную муку и др.). Формовочные смеси представляют собой многокомпонентное сочетание материалов, соответствующее условиям технологического процесса изготовления литейных форм. Их подразделяют на смеси для стальных, чугуновых и цветных сплавов. Для изготовления отливок используют облицовочные, наполнительные и единые смеси.

Облицовочной называют смесь, из которой изготавливают рабочий слой формы. Рабочим называют слой, соприкасающийся с расплавленным металлом, и его наносят на литейную модель слоем толщиной 15-30 мм. Такая смесь содержит 50-90% свежих формовочных материалов, а остальные 50-10% - оборотная смесь, подготовленная для повторного употребления в качестве составляющей части формовочной смеси. Наполнительной называют смесь, используемую для заполнения формы после нанесения на поверхность модели облицовочного слоя. В состав наполнительной смеси обычно входит 90-98% оборотной смеси и 10-2% свежих формовочных материалов. Единой называют смесь, используемую одновременно в качестве облицовочной и наполнительной смесей. В состав этой смеси входит 85-90% оборотной смеси и 15-10% свежих формовочных материалов. Единую смесь используют при механизиро-

Интв. N полл.	Подпись и дата	Взам. интв. N	Интв. N лубл.	Подпись и дата
---------------	----------------	---------------	---------------	----------------

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.859 ПЗ	Лист 13

ванном производстве отливок.

Стержневые смеси представляют собой многокомпонентное сочетание материалов, соответствующих условиям технологического процесса изготовления неметаллических литейных стержней.

Стержневые смеси для сложных стержней готовят из кварцевого песка с добавкой различных связующих материалов (олифы, сульфитно-спиртовой барды, синтетических смол и др.). Для простых крупных стержней используют кварцевый песок с добавкой глины. Чтобы стержень не пригорал к отливке, в смесь вводят уголь, графит, мазут, а для обеспечения податливости стержней – древесные опилки и торф.

Широко применяют жидкие самотвердеющие смеси, обладающие способностью течь после приготовления и самопроизвольно отвердевать и упрочняться по всему объему. Такие смеси в течение 8-12 мин после приготовления обладают подвижностью и через 30-50 мин после заполнения стержневого ящика затвердевают. Формовочные и стержневые смеси должны обладать достаточной прочностью, высокой газопроницаемостью, пластичностью, достаточной огнеупорностью и податливостью, пониженной газотворной способностью и другими свойствами.

При приготовлении формовочных и стержневых смесей сушат и просеивают кварцевые пески и формовочные глины, удаляют брызги металла, и каркасы стержней из отработанной смеси, перемешивают составляющие в специальных смесителях с последующим вылеживанием в отстойниках для равномерного распределения влаги и последующего разрыхления.

Для образования рабочей полости литейной формы используют модельный комплект – приспособления, включающие литейную модель, стержневые ящики, модельные плиты, модели литниковой системы. Литейная модель – приспособление, при помощи которого в литейной форме получают отпечаток, соответствующей конфигурации и размерам отливки. Модели бывают неразъемные, разъемные и специальные. Стержни нужных размеров и форм получают в стержневых ящиках. Рабочая полость ящика заполняется стержневой смесью.

Интв. N полл.	Подпись и дата	Взам. интв N	Интв. N лубл.	Подпись и дата
---------------	----------------	--------------	---------------	----------------

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.859 ПЗ	Лист
						14

Стержневые ящики бывают неразъемные и разъемные. Модельная плита позволяет оформить разъем литейной формы. На ней располагают различные части модели, включая модели литниковой системы, и набивают одну из парных опок.

Каналы и элементы, служащие для подвода расплавленного металла, называют литниковой системой, которая также питает отливки при затвердевании. Она состоит из литниковой чаши для приемки расплавленного металла и подачи его в форму, стояка в виде вертикального или наклонного канала для подачи металла из литниковой чаши непосредственно в рабочую полость формы или к другим элементам системы, шлакоуловителя для удержания шлака и других неметаллических примесей и питателя, через который расплавленный металл подводится в полость литейной формы. Для выводов газов, контроля заполнения формы расплавленным металлом и питания отливки при ее затвердевании служит выпор, который выполняют в верхней полуформе.

Изготовление литейных форм – формовка – сводится к уплотнению формовочной смеси для получения точного отпечатка модели в форме и придания ей необходимой прочности. В форме предусматривают вентиляционные каналы для выхода газов, образующихся при заливке расплавленного металла. После извлечения модели форму отделяют и производят сборку опок. В зависимости от заливаемого металла, размеров и массы отливки применяют сырые, сухие и химически твердеющие формы, которые изготавливают вручную, на формовочных машинах и на автоматических линиях формовки.

Для устранения крупнозернистости, снятия внутренних напряжений, стабилизации размеров отливку подвергают термической обработке – отжигу при температуре 600-650оС, после чего отправляют на механическую обработку.

1.3.3. Выбор технологических баз

Выбор технологических баз в значительной степени определяет точность линейных размеров относительного положения поверхностей, получаемых в

Интв. N полл.	Подпись и дата
Взам. интв N	Интв. N лубл.
Подпись и дата	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.859 ПЗ	Лист 15

процессе обработки, выбор режущих и мерительных инструментов, станочных приспособлений, производительность обработки.

Исходными данными для выбора баз являются:

- чертеж детали со всеми необходимыми техническими требованиями;
- вид и точность заготовки;
- условия расположения и работы детали в машине.

К основным принципам и требованиям, которыми целесообразно руководствоваться при выборе технологических баз, относятся следующие:

- принцип совмещения баз, когда в качестве технологических баз принимаются основные базы, т.е. конструкторские базы, используемые для определения положения детали в изделии;
- принцип постоянства баз, когда на всех основных операциях используют одни и те же базы;
- требование хорошей устойчивости и надежности установки заготовки.

При обработке детали на первом станке, в качестве черновой базы принимаем наружную цилиндрическую поверхность и торец и создаем главную чистовую базу – наружную цилиндрическую поверхность Ø136 и отверстия Ø12мм. От нее обрабатываем черновую базу.

Таким образом, в ходе определения технологических баз были решены следующие вопросы:

- обеспечивается основной принцип выбора технологических баз – принцип совмещения баз, так как технологические базы в данном случае совпадают с конструкторскими базами.
- обеспечивается правильность расположения обработанных поверхностей относительно необработанных.
- осуществляется подготовка технологической базы для дальнейших операций.

Инд. N полл.	Подпись и дата
Взам. инв. N	Инд. N лубл.
Подпись и дата	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.859 ПЗ	Лист
						16

1.3.4. Разработка технологического маршрута обработки детали

Совершенствование технологического процесса механической обработки детали «Корпус редуктора» заключается в том, что наряду с универсальным металлорежущим оборудованием применяется станки с ЧПУ, а также применение современного инструмента.

Сравнить базовый технологический маршрут и предлагаемый можно в приведенной ниже таблице 5 технологических маршрутов.

Таблица 3 – Сравнительная таблица технологических маршрутов

Базовый технологический процесс	Предлагаемый технологический процесс
1	2
<p>015 Фрезерная 6P13Б</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Установить, закрепить и снять заготовку. 2. Фрезеровать поверхность предварительно. 3. Фрезеровать поверхность окончательно в размер 136_{-0,4} 	<p>Операция 015 Комплексная с ЧПУ Станок MDH 40P Позиция 1,2</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Фрезеровать предварительно поверхность 12 2. Фрезеровать окончательно пов-ть 12 3. Фрезеровать тонко поверхность 12 4. Расфрезеровать предварительно поверхность 8 5. Расфрезеровать окончательно поверхность 8 6. Расфрезеровать тонко поверхность 8 7. Сверлить 4 отв. 9 8. Нарезать резьбу в 4 отв. 9 9. Фрезеровать фаску 15
<p>020 Координатно-расточная 2A450</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Установить, закрепить и снять заготовку. 2. Расточить отверстие Ф130Н8 предварительно. 3. Расточить отверстие Ф130Н8 получисто. 4. Расточить отверстие Ф130Н8 окончательно. 5. Расточить фаску 1,5x45. 6. Фрезеровать 4 отв. Ф30 (пов. 3) 6. Сверлить 6 отв. под резьбу М10-7Н на Ф150±0,25 7. Зенковать фаски в 6 отв. 8. Нарезать резьбу М10-7Н в 6 отв. 	<p>Операция 020 Комплексная с ЧПУ Станок MDH 40P Позиция 1,2</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Фрезеровать предварительно поверх. 4 2. Фрезеровать окончательно поверх. 4 3. Расфрезеровать предварительно отверстие 6 и точить фаску 17 4. Расфрезеровать окончательно отверстие 6 5. Расфрезеровать тонко отверстие 6 6. Сверлить 6 отв. 10 7. Нарезать резьбу в 6 отв. 10 8. Фрезеровать 4 поверхности 3 9. Расфрезеровать предварительно поверх. 5 10. Расфрезеровать окончательно поверх. 5 11. Расфрезеровать тонко пов. 5 12. Сверлить 2 отверстия 11 13. Нарезать резьбу в 2 отв. 11

Интв. N полл.	Подпись и дата
Взам. интв. N	Подпись и дата
Интв. N лубл.	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.859 ПЗ	Лист 17

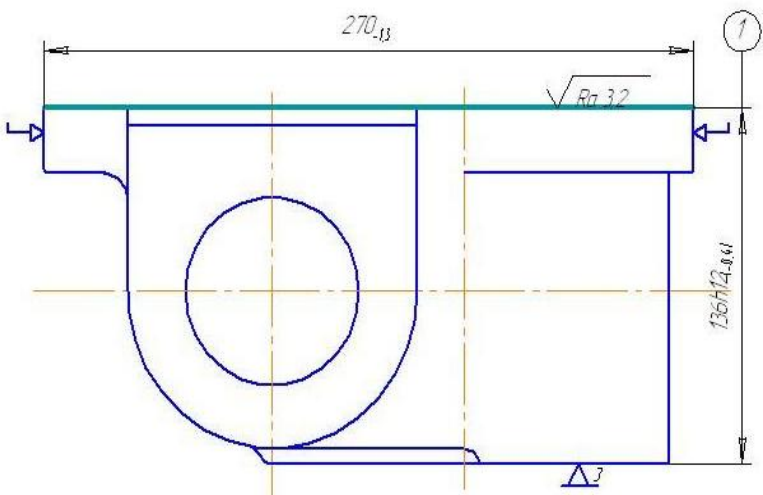
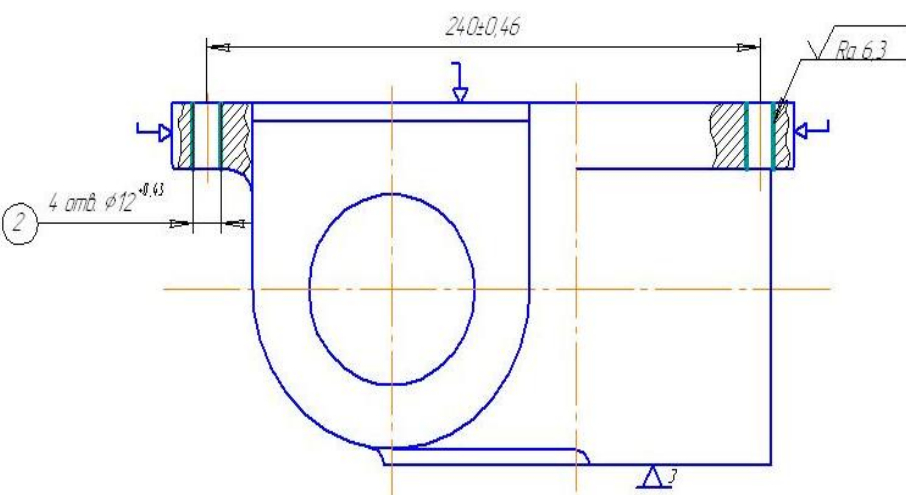
Окончание таблицы 3

1	2
<p>025 Горизонтально-расточная 2М614 Установ А.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Установить, закрепить и снять заготовку. 2. Фрезеровать поверхность предварительно. 3. Фрезеровать поверхность получисто. 4. Фрезеровать поверхность окончательно. 5. Расточить отверстие Ф72Н7 предварительно. 6. Расточить отверстие Ф72Н7 получисто. 7. Расточить отверстие Ф72Н7 окончательно. 8. Расточить фаску 2x45. 9. Переустановить заготовку. 	
<p>Установ Б.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Установить, закрепить и снять заготовку. 2. Фрезеровать поверхность предварительно. 3. Фрезеровать поверхность получисто. 4. Фрезеровать поверхность окончательно. 5. Расточить отверстие Ф72Н7 предвари- тельно. 6. Расточить отверстие Ф72Н7 получисто. 7. Расточить отверстие Ф72Н7 окончательно. 8. Расточить фаску 2x45. 	
<p>030 Радиально-сверлильная 2А55 Установ А.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Установить, закрепить и снять заготовку. 2. Установить и снять кондуктор. 3. Сверлить 4 отв. под резьбу М10-7Н по кондуктору. 4. Зенковать фаски в 4 отв. 5. Нарезать резьбу М10-7Н в 4 отв. 6. Переустановить деталь. <p>Установ Б.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Установить, закрепить и снять заготовку. 2. Установить и снять кондуктор. 3. Сверлить 4 отв. под резьбу М10-7Н по кондуктору. 4. Зенковать фаски в 4 отв. <p>ИТОГО: 6 операций выполняется на универ- сальном оборудовании.</p>	<p>ИТОГО: 4 операции, 2 выполняются на оборудовании с ЧПУ.</p>

Инд. N полл.	Подпись и дата
Взам. инв. N	Подпись и дата
Инв. N лубл.	Подпись и дата

Маршрут обработки детали записывается в виде таблицы 4.

Таблица 4 – Технологический маршрут механической обработки детали «Корпус редуктора»

Операция, станок	Технологические переходы и обрабатываемые поверхности
1	2
<p>005 Продольно/фрезерная Мод. 6P13Б</p> 	<p>1. Фрезеровать предварительно 1 2. Фрезеровать окончательно 1</p>
<p>010 Радиально-сверлильная Мод. 2A55</p> 	<p>1. Сверлить 4 отверстия 2</p>

Инд. N подл.	Подпись и дата
Взам. инв. N	Инв. N лубл.
Подпись и дата	Подпись и дата

Продолжение таблицы 4

1	2
<p>015 Комплексная с ЧПУ Обработка центр MDH 40P</p>	<p>Позиция 1</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Фрезеровать предварительно 12 2. Фрезеровать окончательно 12 3. Фрезеровать тонко 12 4. Расфрезеровать предварительно 8 5. Расфрезеровать окончательно 8 6. Расфрезеровать тонко 8 8. Точить фаску 14 8. Сверлить 4 отв. 9 9. Нарезать резьбу в 4 отв. 9 10. Повернуть стол на 180°
	<p>Позиция 2</p> <ol style="list-style-type: none"> 11. Фрезеровать предварит. 13 12. Фрезеровать окончательно 13 13. Фрезеровать тонко 13 14. Расфрезеровать предварительно 7 и точить фаску 15. Расфрезеровать окончательно 7 16. Расфрезеровать тонко 7 17. Сверлить 4 отв. 14 18. Нарезать резьбу в 4 отв. 14

Инд. N подл.	Подпись и дата	Взам. инв. N	Инв. N лубл.	Подпись и дата
--------------	----------------	--------------	--------------	----------------

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.859 ПЗ	Лист 20
------	------	----------	-------	------	--------------------	------------

Окончание таблицы 4

1	2
<p>020 Комплексная с ЧПУ Обработывающий центр MDH 40P</p>	<p>Позиция 1</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Фрезеровать пов. предварит. 4 2. Фрезеровать пов. окончат. 4 3. Расфрезеровать отверстие 6 предварительно 4. Расфрезеровать отв. 6 окончательно 5. Расфрезеровать отв. 6 тонко 6. Точить фаску 15 7. Сверлить 6 отв. 10 5 Нарезать резьбу в 6 отв. 10 8. Фрезеровать 4 поверхности 3 <p>Повернуть стол на 180°</p>
	<p>Позиция 2</p> <ol style="list-style-type: none"> 9. Расфрезеровать отв. предварит. 5 10. Расфрезеровать отв. 5 окончательно 11. Расфрезеровать отв. 5 тонко 12. Сверлить 2 отверстия 11 13. Нарезать резьбу в 2 отв. 11

Инв. N полл.	Подпись и дата	Взам. инв. N	Инв. N лубл.	Подпись и дата
--------------	----------------	--------------	--------------	----------------

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

1.3.5. Выбор средств технологического оснащения

Технологическое оснащение – комплекс элементов, обеспечивающий выполнение процесса изготовления деталей заданной точности и производительности с оптимальными затратами на производство.

Роль технологического оснащения в осуществлении механической обработки велика. Рациональный выбор всех элементов: металлорежущего оборудования, установочно-зажимных приспособлений, режущего, мерительного и вспомогательного инструментов позволят обеспечить оптимальные режимы резания, высокую производительность.

В производственных условиях достигается высокое качество продукции, уменьшается себестоимость изготовления деталей, облегчаются условия труда.

Выбор технологического оборудования – станков зависит от:

- типа производства, требуемой производительности и себестоимости;
- метода обработки отдельных элементов детали;
- габаритных и обрабатываемых размеров;
- мощности, необходимой для резания;
- возможности обеспечения точности размеров и формы;
- степени удобства и безопасности работы станка.

1.3.5.1. Выбор технологического оборудования

Оборудование для каждой операции подобрано с учетом следующих факторов:

- 1) выбранный станок должен обеспечивать выполнение технических требований, предъявляемых к обрабатываемой детали – необходимые точность, чистоту и размеры обработки;
- 2) рабочая зона станка должна соответствовать габаритным размерам обрабатываемой детали;

Инд. N полл.	Подпись и дата
Взам. инв. N	Инд. N лубл.
Подпись и дата	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.859 ПЗ	Лист
						22

- 3) станок должен обладать возможностью дополнения его высокопроизводительными приспособлениями, инструментами и средствами механизации и автоматизации;
- 4) производительность станка должна соответствовать заданной программе выпуска деталей;
- 5) мощность, жесткость и кинематическая точность станка должны позволять вести обработку при оптимальных режимах резания с наименьшими затратами времени и наименьшей себестоимостью.

Предложено использовать:

Для обработки технологических баз выбираем вертикально-фрезерный станок 6Р13Б и радиально-сверлильный станок модели 2А55.

Для комплексной обработки остальных поверхностей был выбран обрабатывающий центр MDH 40P с системой ЧПУ «SIEMENS».

Таблица 5-Технические характеристики горизонтального обрабатывающего центра MDH 40P

Характеристика	MDH 40P
Размеры рабочего стола, мм	400x400
Количество рабочих столов, шт	2
Максимальные размеры заготовки (диаметр x высота), мм	Ф700x1000
Максимальная масса заготовки, кг	400
Минимальный угол поворота рабочего стола, град.	0.001
Диапазон расстояний от оси шпинделя до поверхности рабочего стола, мм	80~700
Диапазон расстояний от поверхности шпинделя до центра рабочего стола, мм	150~860
Диапазон скоростей вращения шпинделя, об./мин	100–10 000
Тип хвостовика инструмента	BT-40
Макс. перемещения по осям (X/Y/Z), мм	630/620/710
Диапазон подач, мм/мин	1 ~ 40 000
Ускоренные перемещения по осям X, Y, Z, мм/мин	60 000
Емкость магазина инструментов, шт	40
Мощность главного электродвигателя, кВт	11/18
Габариты станка ДхШхВ, мм	2495x5855x2775
Масса станка нетто, кг	12 000

Интв. N полл.	Взам. интв N	Интв. N лубл.	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.859 ПЗ	Лист
						23



Рисунок 1-Общий вид станка MDH 40P с системой ЧПУ SIEMENS

Инв. N полл.	Подпись и дата	Взам. инв N	Инв. N лубл.	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ДП 44.03.04.859 ПЗ

1.3.7. Выбор режущего инструмента

Режущий инструмент выбирают с учетом:

- требования максимального использования нормализованного и стандартного инструмента;
- типа производства, метода обработки;
- размеров и качества обрабатываемых поверхностей;
- обрабатываемости материала;
- стойкости инструмента, его режущих свойств и прочности;
- стадии обработки – черновая, чистовая, отделочная.

В наше время прогрессивного перевооружения техники даже современный станок не сможет обеспечить эффективность обработки, если не будет оснащен соответствующим инструментом. Механическая обработка металлов является составляющей частью производства большинства деталей машиностроения. Как и другие процессы она должна быть конкурентоспособна. Правильно выбранный инструмент позволяет быстрее окупить затраты на новое оборудование, значительно повысить производительность старого оборудования и сделать работу операторов более продуктивной. Применение высокопроизводительного инструмента возможно как в новом, так и в устаревшем оборудовании.

Одним из лидирующих производителей инструмента, обеспечивающего высокую производительность, является фирма Sandvik Coromant. Она производит инструмент для точения, фрезерования, сверления. Металлорежущий инструмент, предлагаемый фирмой Sandvik Coromant специализирован для основных видов операций и групп обрабатываемых материалов и обеспечивает более высокую производительность, чем инструмент общего назначения. Наряду с металлорежущим инструментом фирма также производит инструментальную оснастку для обрабатывающих центров.

Интв. N полл.	Подпись и дата	Взам. интв. N	Интв. N лубл.	Подпись и дата
---------------	----------------	---------------	---------------	----------------

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.859 ПЗ	Лист
						25

Операция 005 Фрезерная

Фреза 2214-0159 ГОСТ 9473-80 - торцовая насадная мелкозубая со вставными ножами, оснащенными пластинами из твердого сплава марки ВК8, Ø200, количество зубьев $z = 20$.

Операция 010 Сверлильная

Сверло 2301-0409 ГОСТ 2092-77 - спиральное удлиненное с коническим хвостовиком, $d = 12$ мм, $L=260$ мм, конус Морзе 1° ГОСТ 25557-82.

Операция 015 Комплексная с ЧПУ

- Для фрезерования поверхности

Фреза R290-160Q40-12M SANDVIK

Пластина R290.90-12T320M-KM 1020 SANDVIK

Держатель C6-390.5804-50 110 SANDVIK

Оправка C6-391.05-40040A SANDVIK

-Для расфрезерования отверстия

Вставка R820C-BR16SCFC09A SANDVIK

Пластина CCMT 09T312-KR 3215 SANDVIK

Корпус C6-R820C-AA3104A SANDVIK

Держатель C6-390.5804-50 110 SANDVIK

-Для сверления четырех отверстий

Держатель C3-390.58-50070 SANDVIK

Патрон C3-391.31-10083M SANDVIK

Сверло R842-0860-30-A1A Ø8,6 SANDVIK

-Для нарезания резьбы M10-7H

Держатель C3-390.58-50070 SANDVIK

Инт. N полл.	Подпись и дата	Взам. инв. N	Интв. N лубл.	Подпись и дата
--------------	----------------	--------------	---------------	----------------

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.859 ПЗ	Лист
						26

Патрон С3-391.60-01080А SANDVIK

Метчик М10-7Н HSS ГОСТ 3266-81

-Для точения фаски 15

Фреза R245-063A32-12M

Операция 020 Комплексная с ЧПУ

-Для фрезерования

Фреза R365-200Q60-W15H SANDVIK

Пластина R365-1505ZNE-KM K20W SANDVIK

Оправка A2B05-5027100 SANDVIK

-Для расфрезерования отверстия

Держатель С8-390.58-50 070 SANDVIK

Корпус С8-R820F-AA3076A SANDVIK

Вставка R820F-BR24SCFC12A SANDVIK

Пластина CCMT 120412-KR 3210 SANDVIK

-Для сверления отверстия

Держатель С3-390.58-50070 SANDVIK

Патрон С3-391.31-10083М SANDVIK

Сверло R842-0860-30-A1A Ø8,6 SANDVIK

-Для нарезания резьбы М10-7Н

Держатель С3-390.58-50070 SANDVIK

Патрон С3-391.60-01080А SANDVIK

Метчик М10-7Н HSS ГОСТ 3266-81

-Для фрезерования

Фреза 2225-0195 ГОСТ 4675-71

Оправка 40-40-169,4 ОСТ2 П14-6-84

-Для расфрезерования отверстия

Держатель С6-390.5804-50 110 SANDVIK

Инт. N полл.	Подпись и дата	Взам. инв. N	Инв. N лубл.	Подпись и дата
--------------	----------------	--------------	--------------	----------------

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.859 ПЗ	Лист
						27

Корпус C6-R820E-AA3068A SANDVIK

Вставка R820E-AR22SSYC12A SANDVIK

Пластина CCMT 120412-KR 3210 SANDVIK

-Для нарезания резьбы

Держатель C3-390.58-50070 SANDVIK

Патрон C3-391.60-01080A SANDVIK

Метчик M8-7H HSS ГОСТ 3266-81

Интв. N полл.	Подпись и дата	Взам. интв N	Интв. N лубл.	Подпись и дата

					ДП 44.03.04.859 ПЗ	Лист
						28
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

1.4. Технологические расчеты

1.4.1. Расчет припусков

Определение оптимальных припусков на обработку тесно связано с установлением промежуточных и исходных размеров заготовки. Знание этих размеров необходимо для конструирования литейной оснастки, штампов, моделей, приспособлений, специальных режущих и измерительных инструментов, а также для настройки металлорежущих станков и другого оборудования.

В машиностроении применяют опытно-статистический и расчетно-аналитический методы установления припусков на обработку. При опытно-статистическом методе общие и промежуточные припуски берутся по таблицам. Недостаток этого метода в том, что припуски назначаются без учёта методов обработки поверхностей и конкретных условий выполнения технологических операций и переходов. Область применения опытно-статистического метода – единичное и мелкосерийное производство.

При расчетно-аналитическом методе промежуточный припуск z_i на каждом технологическом переходе должен быть таким, чтобы при его снятии устранялись погрешности обработки и дефекты поверхностного слоя, полученные на предшествующих переходах, а также погрешности установки ϵ_y обрабатываемой заготовки, возникающие на выполняемом переходе. Этот метод применяют в серийном и массовом производстве, когда обработка ведется на настроенных станках по методу автоматического получения размеров.

Определим расчетно-аналитическим методом расчет припусков на одну чистовую поверхность.

Заготовка представляет собой отливку 1-го класса точности, массой 15 кг.

Определим припуски на обработку отверстия $\varnothing 72H7$

Инд. N подл.	Подпись и дата	Взам. инв N	Инд. N лубл.	Подпись и дата
--------------	----------------	-------------	--------------	----------------

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.859 ПЗ	Лист
						29

Таблица 6 – Расчет припусков и предельных размеров по технологическим переходам на обработку отверстия диаметром 72Н7

Технологические переходы обработки поверхности Ø30Н9	Элементы припуска, мкм				Расчетный припуск $2Z_{\min}$, мкм	Расчетный размер, D_p , мм	Допуск δ , мкм	Предельный размер, мм		Предельные значения припусков, мкм	
	Rz	T	ρ	ε				D_{\min}	D_{\max}	$2Z_{\min}$ пр	$2Z_{\max}$ пр
Заготовка	600			-	-	-	280	63	65,8	-	-
Расточить предварительно	50		19,5	200	1892	68,26	160	68,4	68,56	5010	6090
Расточить чисто	20	-	16,25	130	348	71	100	71,2	71,3	340	730
Расточить окончательно	10	-	15,0	6,5	57	72	30	72	72,03	60	140

Технологический маршрут обработки поверхности Ø72Н7, выполняемый при одной установке обрабатываемой детали. Базами для заготовки служат плоскость основания и 3 отверстия.

1. Предварительное растачивание
2. Окончательное растачивание
3. Тонкое растачивание

$$Rz+T=600 \text{ мкм [17, стр. 63, табл.4,3]}$$

После первого технологического перехода T для деталей из чугуна исключается из расчетов, поэтому на последующие переходы находим только значения Rz.

$$Rz1 = 50 \text{ мкм [17, стр. 65, табл.4,6]}$$

$$Rz2 = 20 \text{ мкм [17, стр. 65, табл.4.6]}$$

$$Rz3 = 10 \text{ мкм [17, стр. 65, табл.4.6]}$$

Определим пространственные отклонения заготовки:

Для корпусных деталей, базирующихся по отверстиям параллельными осями и перпендикулярной к ним плоскости формула: [17]

Инд. N подл.	Подпись и дата
Взам. инв. N	Подпись и дата
Инд. N лубл.	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.859 ПЗ	Лист
						30

$$\rho = \sqrt{\rho_{см}^2 + \rho_{кор}^2}; \rho_{кор} = \Delta_K \cdot l,$$

где: Δ_K - удельная кривизна заготовок, в данном случае равная 0,3 мкм/мм;

l - длина заготовки;

$\rho_{см} = \delta$ - регламентируется, в данном случае допуском

$$\delta = 130 - 0 = 130 \text{ мкм}$$

$$\rho = \sqrt{300^2 + (0,7 \cdot 180)^2} = 325 \text{ мкм}$$

Расчет с учетом коэффициента уточнения K_u [26, табл.29]:

K_u - коэффициент уточнения формы.

- после черного растачивания – $\rho = 0,06 \cdot 325 = 19,5$ мкм;

- после чистового растачивания – $\rho = 0,05 \cdot 325 = 16,25$ мкм;

- после тонкого растачивания – $\rho = 0,04 \cdot 325 = 13$ мкм

Определим погрешность установки заготовки по формуле:

$$\epsilon_y = \sqrt{\epsilon_6^2 + \epsilon_3^2},$$

где ϵ_6 - погрешность базирования;

ϵ_3 - погрешность закрепления.

$$\epsilon_{y1} = \sqrt{0^2 + 200^2} = 200 \text{ мкм}$$

$$\epsilon_{y1} = \sqrt{0^2 + 130^2} = 130 \text{ мкм}$$

$$\epsilon_{y3} = 0,05 \cdot 130 = 6,5 \text{ мкм}$$

Определим минимальный припуск:

- для черного растачивания $2Z_{\min 1} = 2(600 + \sqrt{325^2 + 200^2}) = 1892$ мкм ;

- для чистового растачивания $2Z_{\min 2} = 2(50 + \sqrt{108^2 + 130^2}) = 348$ мкм ;

- для окончательного растачивания $2Z_{\min 3} = 2(20 + \sqrt{5,4^2 + 6^2}) = 57$ мкм .

В графу «Предельный размер» наибольшее значение D_{\max} получим по расчетным размерам, округленным до точности допуска соответствующего перехода. Наименьшие предельные размеры D_{\min} определяются из наибольших предельных размеров вычитанием допусков соответствующих переходов.

Интв. N полл.	Взам. инв N	Интв. N лубл.	Подпись и дата
---------------	-------------	---------------	----------------

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.859 ПЗ	Лист
						31

Минимальные предельные значения припусков $2Z_{min}^{np}$ равны разности наибольших предельных размеров выполняемого и предшествующего переходов, а максимальные значения $2Z_{max}^{np}$ соответственно разности наименьших предельных размеров.

Общие припуски Z_{0min} и Z_{0max} рассчитываем, суммируя промежуточные припуски и записывая их значения внизу соответствующих граф.

$$Z_{0min} = \sum_{i=1}^3 2Z_{min i} = 60 + 340 + 5010 = 5410 \text{ мкм}$$

$$Z_{0max} = \sum_{i=1}^3 2Z_{max i} = 140 + 730 + 6090 = 6960 \text{ мкм}$$

Проверим правильность расчетов по формулам:

$$Z_{max3}^{np} - Z_{min3}^{np} = 140 - 60 = 80 \text{ мкм}; \delta_2 - \delta_3 = 130 - 50 = 80 \text{ мкм},$$

$$Z_{max2}^{np} - Z_{min2}^{np} = 730 - 340 = 390 \text{ мкм}; \delta_3 - \delta_2 = 520 - 130 = 390 \text{ мкм};$$

$$Z_{max1}^{np} - Z_{min1}^{np} = 6090 - 5010 = 1080 \text{ мкм}; \delta_{3aa} - \delta_3 = 1600 - 520 = 1080 \text{ мкм}.$$

Расчет припусков табличным методом по ГОСТ 26645-85

Таблица 7 – Припуски и допуски на обрабатываемые поверхности

№ поверхности	Размер, мм	Припуск, мм	Допуск, мм
1	2	3	4
1	140,1	4,1	3,2
2	Ø12	6	1,8
3	23	2	2
4	136	4,1	3,2
5	Ø105H8	4,1	3,2
6	Ø130H8	2,1	3,2
7	Ø72H7	3,8	2,8
8	Ø72H7	3,8	2,8
9	Ø8,43	4,3	1,6
10	Ø8,43	6	1,6
11	Ø6,8	4,1	1,6
12	184,605	4,9	3,6
13	180	4,9	3,6

Инд. N подл.	Подпись и дата	Взам. инв N	Инв. N лубл.	Подпись и дата
--------------	----------------	-------------	--------------	----------------

1.4.4. Расчет режимов резания

005 Фрезерная.

1. Фрезеровать поверхность 1 предварительно. Выдерживая 140,7-0,63
Режущий инструмент: Фреза 2214-0159 ГОСТ 9473-80 - торцовая насадная мелкозубая со вставными ножами, оснащенными пластинами из твердого сплава марки ВК6, Ø200, количество зубьев $z = 20$. Станок: Консольный вертикально-фрезерный модели 6Р13Б.

1. Фрезеровать поверхность 1 предварительно, выдерживая размер 140,7

Режимы резания:

$t=3,5$ мм – глубина фрезерования.

Величина подачи на зуб S_z выбирается из интервала $S_z = 0,18-0,2$ мм/зуб [27, табл. 33, стр. 283].

Выбираем $S_z=0,20$ мм/зуб.

Расчёт скорости резания производится по формуле:

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

где $C_v = 445$ – коэффициент при фрезеровании;

$q = 0,2$

$x = 0,15$

$y = 0,35$

$u = 0,2$

$p = 0$

$m = 0,32$ –

показатели
степени

[27, табл. 39, стр. 288];

D - диаметр фрезы;

T - стойкость фрезы, мин. $T = 240$ мин [КОСИЛОВА Т2, табл. 40, стр.290];

t – глубина резания, мм;

S_z - подача на зуб;

B - ширина фрезерования, мм;

z – количество ножей;

K_v - поправочный коэффициент, равный

Интв. N полл.	Подпись и дата
Взам. интв. N	Подпись и дата
Интв. N лубл.	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.859 ПЗ	Лист
						33

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

где $K_{MV} = \left(\frac{190}{HB}\right)^{n_v} = \left(\frac{190}{190}\right)^{1,25} = 1$ – коэффициент, учитывающий качество материала [27, табл. 1,2 стр. 261-262];

$K_{PV} = 0,85$ – коэффициент, учитывающий состояние поверхности [27, табл. 5, стр. 263];

$K_{IV} = 0,83$ – коэффициент, учитывающий материал инструмента [27, табл. 6, стр. 263].

$$K_V = 1,0 \cdot 0,85 \cdot 0,83 = 0,71$$

$$V_{расч} = \frac{445 \cdot 200^{0,2}}{240^{0,32} \cdot 2,2^{0,15} \cdot 0,2^{0,35} \cdot 180^{0,2} \cdot 20^0} \cdot 0,71 = 87,9 \text{ м/мин}$$

Частота вращения шпинделя n определяется по формуле:

$$n = \frac{1000 \cdot V_{расч}}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 87,9}{3,14 \cdot 180} = 155,5 \text{ об/мин}$$

На основании паспортных данных станка принимаем $n = 160$ об/мин.

Тогда действительная скорость резания будет равна:

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 180 \cdot 160}{1000} = 90 \text{ м/мин}$$

Теперь, когда известна частота вращения шпинделя, можно скорректировать минутную подачу $S_{мин}$:

$$S_{мин} = S_z \cdot z \cdot n = 0,2 \cdot 20 \cdot 160 = 640 \text{ мм/мин}$$

На основании паспортных данных станка принимаем $S_{мин}=700$ мм/мин, а действительная подача на зуб составит:

$$S_z = \frac{S_{МИН}}{z \cdot n} = \frac{700}{20 \cdot 160} = 0,21 \text{ мм/зуб}$$

Интв. N полл.	Подпись и дата
Взам. интв. N	Инв. N лубл.
Подпись и дата	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.859 ПЗ	Лист
						34

Определим мощность резания $N_э$ по формуле:

$$N_э = \frac{P_z \cdot V}{1020 \cdot 60},$$

где P_z - окружная сила резания.

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

где $C_p = 54,5$ – коэффициент при фрезеровании;

$x=0,9$ $y=0,74$ $n=1,0$ - показатели
 $q=1,0$ $w=0$ степени ;

[27, с.291, табл.41]

$t = 3,5$ – глубина резания, мм;
 $S_z = 0,21$ – подача на зуб, мм/зуб;
 $B = 170$ – ширина фрезерования, мм;
 $z = 20$ – количество ножей;
 $D = 200$ – диаметр фрезы, мм;
 $n = 160$ – частота вращения шпинделя, об/мин;
 $K_{MP} = 1$ – поправочный коэффициент учитывающий качество обрабатываемого материала [27, табл. 9, стр. 264].

$$P_z = \frac{10 \cdot 54,5 \cdot 3,5^{0,9} \cdot 0,21^{0,74} \cdot 180^{1,0} \cdot 20}{200^{1,0} \cdot 160^0} \cdot 1,0 = 1801H$$

$$N_э = \frac{1801 \cdot 90}{1020 \cdot 60} = 2,65 \text{ кВт}$$

Выбранный станок 6P13B имеет номинальную мощность двигателя 10 кВт, с учётом КПД мощность станка составит:

$$N_{CT} = 10 \cdot 2,65 = 8,50 \text{ кВт}$$

Мощность резания меньше мощности станка.

Основное машинное время T_o определяется по формуле:

$$T_o = \frac{Lp}{n \cdot S},$$

где Lp – длина пути, пройденного фрезой, мм

$$Lp = L + y + \Delta,$$

Интв. N полл.	Подпись и дата
Взам. инв N	Интв. N лубл.
Подпись и дата	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.859 ПЗ	Лист
						35

где L – длина обработки, мм;

u – величина врезания, мм;

Δ – величина перебега, мм. Принимается от 1 до 5 мм.

Величина врезания u вычисляется по формуле:

$$u = 0,5\sqrt{D - (D^2 \cdot B^2)} = 0,5\sqrt{200 - (200^2 \cdot 180^2)} = 43 \text{ мм}$$

$$L_p = 240 + 43 + 4 = 287 \text{ мм}$$

$$T_o = \frac{287}{160 \cdot 0,21} = 0,41 \text{ мин}$$

2. Фрезеровать пов. 1 окончательно. В размер 140,1-0,4

Режущий инструмент: Фреза 2214-0159 ГОСТ 9473-80 - торцовая насадная мелкозубая со вставными ножами, оснащенными пластинами из твердого сплава марки ВК6, Ø200, количество зубьев $z = 20$. Станок: Консольный вертикально-фрезерный модели 6Р13Б.

1. Фрезеровать поверхность 1 предварительно, выдерживая размер 140,7

Режимы резания:

$t=0,6$ мм – глубина фрезерования.

Величина подачи на зуб S_z при чистовой обработке не должна превышать 0,1 мм/зуб

[27, Т2, табл. 33, стр. 283].

Выбираем $S_z=0,1$ мм/зуб.

Расчёт скорости резания производится по формуле:

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

где $C_v = 445$ – коэффициент при фрезеровании;

$$q = 0,2$$

$$x = 0,15$$

$$y = 0,35$$

$$u = 0,2$$

$$p = 0$$

$$m = 0,32$$

– показатели степени

[27, табл. 39, стр. 288];

Интв. N полл.	Подпись и дата
Взам. интв. N	Интв. N лубл.
Подпись и дата	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.859 ПЗ	Лист
						36

D - диаметр фрезы;

T - стойкость фрезы, мин. $T = 240$ мин [27, табл. 40, стр.290];

t – глубина резания, мм;

S_Z - подача на зуб;

B - ширина фрезерования, мм;

z – количество ножей;

K_V - поправочный коэффициент, равный

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

где $K_{MV} = \left(\frac{190}{HB}\right)^{n_v} = \left(\frac{190}{190}\right)^{1,25} = 1$ – коэффициент, учитывающий качество материала [27, табл. 1,2 стр. 261-262];

$K_{PV} = 0,85$ – коэффициент, учитывающий состояние поверхности [27, табл. 5, стр. 263];

$K_{IV} = 0,83$ – коэффициент, учитывающий материал инструмента [27, табл. 6, стр. 263].

$$K_V = 1,0 \cdot 0,85 \cdot 0,83 = 0,71$$

$$V_{расч} = \frac{445 \cdot 200^{0,2}}{240^{0,32} \cdot 0,6^{0,15} \cdot 0,2^{0,35} \cdot 180^{0,2} \cdot 20^0} \cdot 0,71 = 105 \text{ м/мин}$$

Частота вращения шпинделя n определяется по формуле:

$$n = \frac{1000 \cdot V_{расч}}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 105}{3,14 \cdot 180} = 186 \text{ об/мин}$$

На основании паспортных данных станка принимаем $n = 200$ об/мин.

Тогда действительная скорость резания будет равна:

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 180 \cdot 200}{1000} = 113 \text{ м/мин}$$

Инд. N полл.	Подпись и дата
Взам. инв N	Инв. N лубл.
Подпись и дата	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.859 ПЗ	Лист
						37

Теперь, когда известна частота вращения шпинделя, можно скорректировать минутную подачу $S_{мин}$:

$$S_{мин} = S_z \cdot z \cdot n = 0,2 \cdot 20 \cdot 200 = 800 \text{ мм/мин.}$$

На основании паспортных данных станка принимаем $S_{мин}=800$ мм/мин, а действительная подача на зуб составит:

$$S_z = \frac{S_{мин}}{z \cdot n} = \frac{800}{20 \cdot 200} = 0,2 \text{ мм/зуб}$$

Определим мощность резания $N_э$ по формуле:

$$N_э = \frac{Pz \cdot V}{1020 \cdot 60},$$

где Pz - окружная сила резания.

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

где $C_p = 54,5$ – коэффициент при фрезеровании;

$$x=0,9 \quad y=0,74 \quad n=1,0 - \text{показатели}$$

$$q=1,0 \quad w=0 \quad \text{степени ;}$$

[27, с.291, табл.41]

$t = 0,6$ – глубина резания, мм;

$S_z = 0,2$ – подача на зуб, мм/зуб;

$B = 180$ – ширина фрезерования, мм;

$z = 20$ – количество ножей;

$D = 200$ – диаметр фрезы, мм;

$n = 200$ – частота вращения шпинделя, об/мин;

$K_{MP} = 1$ – поправочный коэффициент учитывающий качество обрабатываемого материала [27, табл. 9, стр. 264].

$$P_z = \frac{10 \cdot 54,5 \cdot 0,6^{0,9} \cdot 0,2^{0,74} \cdot 180^{1,0} \cdot 20}{200^{1,0} \cdot 200^0} \cdot 1,0 = 1854 \text{ Н}$$

$$N_э = \frac{1854 \cdot 113}{1020 \cdot 60} = 3,42 \text{ кВт}$$

Выбранный станок 6Р13Б имеет номинальную мощность двигателя 10 кВт, с учётом КПД мощность станка составит: $N_{СТ} = 10 \cdot 2,65 = 8,50$ кВт.

Интв. N полл.	Подпись и дата
Взам. интв. N	Интв. N лубл.
Подпись и дата	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.859 ПЗ	Лист
						38

Мощность резания меньше мощности станка.

Основное машинное время T_o определяется по формуле:

$$T_o = \frac{L_p}{n \cdot S},$$

где L_p – длина пути, пройденного фрезой, мм

$$L_p = L + y + \Delta,$$

где L – длина обработки, мм;

y – величина врезания, мм;

Δ – величина перебега, мм. Принимается от 1 до 5 мм.

Величина врезания y вычисляется по формуле:

$$y = 0,5\sqrt{D - (D^2 \cdot B^2)} = 0,5\sqrt{200 - (200^2 \cdot 180^2)} = 43 \text{ мм}$$

$$L_p = 240 + 43 + 4 = 287 \text{ мм}$$

$$T_o = \frac{287}{200 \cdot 0,21} = 0,58 \text{ мин}$$

Результаты режимов резания сведем в таблицу 8.

Таблица 8-Режимы резания для операций 005 и 010

№ операции	Название операции	№ перехода	№ обрабатываемой поверхности	Число проходов, i	Режимы резания					
					Глубина резания, t , мм	Подача, S_n , мм/об (S_z , мм/зуб)	Скорость резания, V , м/мин	Частота вращения шпинделя, n , об/мин	Сила резания, P_z , Н	Мощность резания, N , кВт
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
005	фрезерная	1	1	1	3,5	0,21	-	160	-	-
		2	1	1	0,6	0,2	95	200	3083	4,8
10	Сверлильная	1	2	1	6	0,36	22	583	-	-

Интв. N полл.	Взам. инв N	Инв. N лубл.	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.859 ПЗ	Лист
						39

Режимы резания для многоцелевых операций выбираем по каталогу и за-носим в таблицу 9

Таблица 9-Режимы резания для операций 015 и 020

№ операции	№ перехода	№ обрабатываемой по-верхности	Число проходов, <i>i</i>	Режимы резания			
				Глубина резания, <i>t</i> , мм	Подача, <i>F_n</i> , мм/об (<i>F_z</i> , мм/зуб)	Скорость реза-ния, <i>V</i> , м/мин	Частота вращения шпинделя, (стола) <i>n</i> , об/мин
015	1	-	-	-	-	-	-
	2	12	1	3,1	0,2	326	650
	3	12	1	1,5	0,15	371	740
	4	12	1	0,3	0,1	422	840
	5	8	1	2	0,15	397	1850
	6	8	1	1,4	0,2	550	2530
	7	8	1	0,4	0,1	678	3000
	8	14	1	1	0,02	1200	237
	9	9	1	4,3	0,4	27	1000
	10	9		1			8280
	11	-	-	-	-	-	-
	12	13	1	3,1	0,2	326	650
	13	13	1	1,5	0,15	422	840
	14	13	1	0,3	0,1	397	1850
020	1	-	-	-	-	-	-
	2	4	1	3,5	0,2	138	219
	3	4	1	0,6	0,1	220	350
	4	6	1	2	0,15	420	1060
	5	6	1	1,6	0,2	550	1350
	6	6	1	0,5	0,1	700	1715
	7	15	1	1			
	8	10	1	4,3	0,4	27	1000
	9	10	1	0,75	0,75	8,2	435
	10	3	1	2	0,1	120	350
	11	-	-	-	-	-	-
	12	5	1	2	0,15	420	1330
	13	5	1	1,6	0,2	550	1690
	14	5	1	0,5	0,1	700	2120
	15	11	1	3,45	0,4	28	580
	16	11	1	0,6	0,8	8,2	435

Индв. N полл.	Подпись и дата	Взам. инв N	Индв. N лубл.	Подпись и дата

1.4.5. Расчет технических норм времени

Технические нормы времени в условиях серийного производства устанавливаются расчетно-аналитическим методом, определяется норма штучно-калькуляционного времени $T_{ш-к}$:

Норма штучно-калькуляционного времени $T_{ш-к}$:

$$T_{ш-к} = \frac{T_{n-з}}{n} + T_{шт},$$

где $T_{n-з}$ – подготовительно-заключительное время, мин.;

n – количество деталей в партии, шт.;

$T_{шт}$ – штучное время, мин.

Штучное время определяется по формуле:

$$T_{шт} = t_o + t_e + t_{об} + t_{от},$$

где t_o – основное время, мин.;

t_e – вспомогательное время, мин.;

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

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

Основное время:

$$t_o = \frac{L_{расч}}{S \cdot n} = \frac{l_{дет} + l_{вр} + l_{пер}}{S \cdot n} = \frac{L_{расч}}{S_{мин}},$$

где $L_{расч}$ – расчётная длина, мм;

$l_{дет}$ – длина детали, мм;

$l_{вр}$ – величина врезания, мм;

$l_{пер}$ – величина перебега, мм;

S – подача, мм/об.;

$S_{мин}$ – минутная подача, мм/мин.;

n – частота вращения шпинделя, об/мин.

Интв. N полл.	Подпись и дата
Взам. инв. N	Интв. N лубл.
Подпись и дата	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.859 ПЗ	Лист
						41

Вспомогательное время:

$$t_{\text{в}} = t_{\text{у.с}} + t_{\text{уп.}} + t_{\text{из.}}$$

где $t_{\text{у.с}}$ - время на установку и снятие детали, мин.;

$t_{\text{уп.}}$ - время на приемы управления, мин.;

$t_{\text{из.}}$ - время на измерение детали, мин.

Оперативное время:

$$t_{\text{оп}} = t_{\text{о}} + t_{\text{в}};$$

Время на обслуживание рабочего места:

$$t_{\text{об}} = 0,06 \cdot (t_{\text{о}} + t_{\text{в}}) = 0,06 \cdot t_{\text{оп}}$$

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

$$t_{\text{от}} = 0,04 \cdot (t_{\text{о}} + t_{\text{в}}) = 0,04 \cdot t_{\text{оп}}$$

Результаты расчетов технических норм времени сведем в таблицу 10.

Таблица 10- Сводная таблица технических норм времени по операциям

№ операции	\dot{O}_i , мин	$T_{\text{шт}}$, мин	$T_{\text{ш-к}}$, мин	n
005 Продольно-фрезерная	0,99	29,772	30,572	28
010 Радиально-сверлильная	0,119	6,898	7,948	28
015 Многоцелевая с ЧПУ	8,346	128,768	133	28
020 Многоцелевая с ЧПУ	9,245	113,164	117,38	28
ИТОГО	284,7			

Инд. N подл.	Подпись и дата	Взам. инв. N	Инд. N лубл.	Подпись и дата
--------------	----------------	--------------	--------------	----------------

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.859 ПЗ	Лист
						42

2. Разработка фрагмента управляющей программы для многоцелевой операции 015 с ЧПУ

Фрагмент управляющей программы разработан для операции 015, которая выполняется на горизонтальном обрабатывающем центре MDH 40P. Станок имеет систему управления SIEMENS.

T1 D1

M6

G90 G54 G17

G97 S650 M3 M8

G0 Z1.8 Y0 X152

G1 X-152 F0.2

Z0.3

X152 F0.15

Z0

X-152 F0.1

G0 Z2 M5 M9

Z342 X0 Y232

T2 D1

M6

G90 G54 G17

G97 S650 M3 M8

POCKET4(2,0,1,-31,35.1,0,0,2,0,0,0.15,0.15,0,11,,,,)

POCKET4(2,0,1,-31,35.8,0,0,2,0,0,0.2,0.2,0,12,,,,)

POCKET4(2,0,1,-31,36.015,0,0,2,0,0,0.1,0.1,0,12,,,,)

G0 Z342 X0 Y232 M5 M9

T3 D1

M6

G90 G54 G17

Инд. N полл.	Взам. инв N	Инв. N лубл.	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.859 ПЗ	Лист
						43

G97 S650 F0.4 M3 M8
 MCALL CYCLE83(2,0,1,-20,,-10,,5,0,,1,0,3,2,1,2,)
 OTVERSTIYA:
 HOLES2(0,0,47.5,0,90,4)
 ENDLABEL:
 MCALL
 G0 Z342 X0 Y232 M5 M9
 T4 D1
 M6
 G90 G54 G17
 G97 S650 M3 M8
 MCALL CYCLE84(2,0,1,-18,,0,3,,2,0,435,435,3,1,0,0,,)

OTVERSTIYA1:
 HOLES2(0,0,47.5,0,90,4)
 ENDLABEL:
 MCALL
 G0 Z342 X0 Y232 M5 M9
 T5 D1
 M6
 G90 G54 G17
 G97 S650 M3 M8
 G0 Z2 Y37 X0
 G1 Z0 F0.02
 Z-1 Y36
 Z2
 G0 Z342 X0 Y232 M5 M9
 M30

Инд. N полл.	Подпись и дата	Взам. инв N	Инд. N лубл.	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ДП 44.03.04.859 ПЗ

3. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

В экономической части проекта выполняется сравнение двух вариантов технологического процесса – базового и проектного, с целью определить насколько эффективны изменения в технологическом процессе с экономической точки зрения.

Используется метод сравнения себестоимости обработки по каждому из вариантов и определением (условно) годовой экономии после внедрения нового технологического процесса. Расчет проводится сначала для отдельных дета- леопераций, а затем затраты по рассматриваемым деталям операциям суммиру- ются.

Краткий анализ недостатков технологии действующего производства (ба- зового варианта).

Основным недостатком базового варианта является то, что исключено применение станков с ЧПУ. Следствием этого является задействование боль- шего числа станочников, что связано с дополнительными затратами на заработ- ную плату, также возрастают затраты на использование инструмента и приспо- соблений. Из-за частой смены технологических баз возрастает вероятность бра- ка вследствие накапливания погрешностей обработки. Возникает необходи- мость частого осуществления контрольных операций.

Выбор методики расчета экономической эффективности мероприятий в дипломном проекте определяется темой и содержанием технологической части работы, а также наличием необходимой исходной информации. Экономический эффект от внедрения в производство нового технологического процесса заклю- чается в снижении годовых эксплуатационных издержек.

Инт. N полл.	Подпись и дата
Взам. инв. N	Интв. N лубл.
Подпись и дата	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.859 ПЗ	Лист
						45

3.1. Исходные данные

Годовая программа выпуска – 600 шт.;

Нормы штучно–калькуляционного времени $T_{шт-к}$ (мин.) для базовой и проектируемой операций занесены в таблицу.

Таблица 12 – Нормы штучно-калькуляционного времени

Операция	$T_{шт-к}$, МИН
Базовый вариант	512,3
Проектный вариант	288,9

Таблица 13 – Часовые тарифные ставки, р.

Наименование профессии	Разряды			
	3	4	5	6
Фрезеровщик	218,89	245,16	274,57	307,52
Сверловщик	172,80	193,54	216,76	242,77
Оператор станков с ЧПУ	288,12	322,58	361,28	404,64

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 (номинальный фонд):

- при односменной работе составляет:

$$F_n = 242 \cdot 8 + 6 \cdot 7 = 1978 \text{ ч};$$

- при двухсменной работе

$$F_n = 1978 \cdot 2 = 3956 \text{ ч.}$$

- при трёхсменной работе (обрабатывающий центр с ЧПУ):

$$F_n = 1978 \cdot 3 = 5934 \text{ ч.}$$

Инд. N подл. | Подпись и дата | Взам. инв. N | Инв. N лубл. | Подпись и дата

Потери рабочего времени на ремонтные работы равны 2,0% рабочего времени универсального оборудования и 9,0% для обрабатывающего центра с ЧПУ.

$$F_{об} = 5934 \cdot \left(1 - \frac{9}{100}\right) = 5400 \text{ ч проектируемый вариант.}$$

Программа выпуска в год $N = 600$ шт.

Количество технологического оборудования определяется по формуле:

$$q_p = \frac{t_{шт-к} \cdot N_{год}}{F_{об} \cdot k_{вн} \cdot k_3 \cdot 60} \text{ шт.},$$

где $t_{шт-к}$ - штучно-калькуляционное время операции, мин;

$N_{год}$ - годовая программа выпуска деталей, шт.;

60 - перевод минут в часы;

$F_{об}$ - действительный фонд времени работы оборудования;

$k_{вн}$ - коэффициент выполнения норм времени (1,0÷ 1,2);

k_3 - коэффициент загрузки оборудования (по данным предприятия).

Нормы амортизационных отчислений:

Для универсального оборудования 7%,

Для станков с ЧПУ 12% от стоимости станка.

Стоимость электроэнергии 1кВт·ч = 6,38 р.

3.2. Определение капитальных вложений

Состав капитальных вложений K , руб. определяем по формуле:

$$K = \sum K_{заг} + \sum K_{обр} + \sum K_{прг}, \quad (18)$$

где $K_{обр}$ - капитальные вложения в оборудование, р.;

$K_{прг}$ - капитальные вложения в программное обеспечение, р.;

$K_{заг}$ - затраты на изготовление заготовки.

Определение количества технологического оборудования. Количество технологического оборудования определяется по формуле:

Инва. N полл.	Подпись и дата
Взам. инв. N	Подпись и дата
Инва. N лубл.	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.859 ПЗ	Лист
						47

$$q = \frac{t_{шт-к} \cdot N}{F_d \cdot K_v \cdot K_z \cdot 60}, \quad (19)$$

где $t_{шт-к}$ – штучно-калькуляционное время операции, мин;
 N – годовая программа выпуска детали представителя, шт;
 60 – перевод минут в часы;
 F_d – действительный фонд времени оборудования, ч;
 K_v – коэффициент выполнения норм времени, 1,15;
 K_z – коэффициент загрузки оборудования, 0,78.

Таблица 14 – Количество оборудования по базовому варианту

№ опер	Оборудование	Модель оборудования	Кол-во станков	
			Расчет.	Принят.
005, 015	Фрезерный	6P13Б	0,1	1
010, 030	Радиально-сверлильный	2A55	0,1	1
020	Координатно-расточной	2A450	0,64	1
025	Горизонтально-расточной	2M614	0,69	1

Таблица 15 – Количество оборудования по проектному варианту

№ опер	Оборудование	Модель оборудования	Кол-во станков	
			Расчет.	Принят.
005	Фрезерный	6P13Б	0,1	1
010	Радиально-сверлильный	2A55	0,1	1
015, 020	Комплексная с ЧПУ	MDH40P	0,69	1

Сегодня, при наличии на предприятиях недозагруженных мощностей покупка нового оборудования для изготовления одной конкретной детали нецелесообразна. Поэтому при проектировании нового технологического процесса технолог опирается на уже имеющиеся на предприятии станки.

Затраты на программное обеспечение. Затраты на программное обеспечение включаются в капитальные вложения в случае применения станков с ЧПУ.

Инва. N полл. | Подпись и дата | Взам. инв. N | Инв. N лубл. | Подпись и дата

3.2.1. Затраты на подготовку и эксплуатацию управляющих программ

Затраты на подготовку и эксплуатацию управляющих программ определяются по формуле:

$$K_{npz} = K_{yn} \cdot K_3 \cdot n, \quad (20)$$

где K_{yn} – стоимость одной управляющей программы, $K_{yn} = 8000$ р.;

K_3 – коэффициент, учитывающий потребности в восстановлении программы, $K_3 = 1,1$;

$n = 2$ количество операций для которых необходима программа.

$$K_{npz} = 8000 \cdot 1,1 \cdot 2 = 17600 \text{ р.}$$

Сводная ведомость оборудования представлена в таблице 16.

Таблица 16 – Сводная ведомость оборудования

Наименование оборудования	Количество оборудования		Суммарная мощность, кВт.		Стоимость одного станка, руб.	Стоимость всего оборудования, руб.	
	Базовый вариант	Проектируемый вариант	Одного станка	Всех станков	Цена	Базовый вариант	Проектируемый вариант
6P13B	1	1	16	16	250 000	250 000	250 000
2A55	1	1	7,3	7,3	80 000	80 000	80 000
2A450	1	-	5,1	5,1	500 000	500 000	
2M614	1	-	7,2	7,2	620 000	620 000	
MDH40P	-	1	18	18	8 600 000		8 600 000
Итого	4	3	53,6	53,6	-	1 450 000	8 930 000

3.3. Расчет технологической себестоимости

В общем случае технологическая себестоимость складывается из суммы следующих элементов:

$$C = Z_M + Z_{3п} + Z_3 + Z_{об} + Z_{осн} + Z_n, \quad (21)$$

где Z_M - затраты на все виды материалов и комплектующих, р.;

Z_3 - затраты на технологическую электроэнергию, р.;

$Z_{3п}$ - затраты на заработную плату, 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.

Так как усовершенствованный технологический процесс не предполагает изменения метода получения заготовки, то нет необходимости учитывать затраты на ее изготовление.

$$Z_{зп} = Z_{пр} + Z_{н} + Z_{э} + Z_{к} + Z_{тр}, \quad (22)$$

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

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

$Z_{э}$ – основная и дополнительная заработная плата с отчислениями на социальное страхование электронщиков, р.;

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

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

3.3.1. Основная и дополнительная заработная плата производственных рабочих

Считается с отчислениями на социальное страхование, при применении сдельной оплаты труда, р.:

$$Z_{пр} = C_m \cdot t_{utm-k} \cdot k_{mn} \cdot k_{дон} \cdot k_{есн} \cdot k_p, \quad (23)$$

где C_m - часовая тарифная ставка производ-го рабочего на операции, р.;

t_{utm-k} – штучно-калькуляционное времени на операцию, час;

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

$k_{дон}$ - коэффициент, учитывающий доп-ную заработную плату (1,2);

Изнв. N полл.	Подпись и дата	Взам. инв N	Изнв. N лубл.	Подпись и дата
---------------	----------------	-------------	---------------	----------------

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.859 ПЗ	Лист
						50

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

k_p - районный коэффициент, компенсирующий различия в стоимости жизни в различных природно-климатических условиях ($k_p = 1,15$).

Численность станочников (операторов) вычисляется по формуле:

$$Q_{ст} = \frac{t \cdot N_{год} \cdot k_{мн}}{F_p \cdot 60}; \quad (24)$$

где t – штучное время операции, мин;

$N_{год}$ – годовая программа выпуска детали, $N_{год} = 600$ шт;

$k_{мн}$ – коэффициент, учитывающий многостаночное обслуживание, $k_{мн} = 0,49$;

F_p – действительный годовой фонд работы одного рабочего, $F_p = 1952$ ч.

Принимаемую численность рабочих и затраты на заработную плату производственных рабочих заносим в таблицы 17 и 18.

Таблица 17 – Затраты на заработную плату станочников по базовому варианту

Наименование операции	Часовая тарифная ставка, р.	Штучное время, мин	Заработная плата, р.	Численность станочников, расчетная	Численность станочников, принятая чел.
Фрезерная	218,89	30,57	98,03	0,07	1
Радиально-сверлильная	172,80	7,95	20,13	0,02	1
Координатно-расточная	316,76	227,6	1056,26	0,56	1
Горизонтально-расточная	316,76	246,18	1142,48	0,62	1
Итого			2316,90	0,65	4

Таблица 18 – Затраты на заработную плату станочников по проектному варианту

Наименование операции	Часовая тарифная ставка, р.	Штучное время, мин	Заработная плата, р.	Численность станочников, расчетная	Численность станочников, принятая чел.
Фрезерная	218,89	30,57	98,03	0,07	1
Радиально-сверлильная	172,80	7,95	20,13	0,02	1
Комплексная с ЧПУ	288,12	246,16	1039,10	0,6	1
Итого			1157,26	0,69	3

Инд. № подл. Подпись и дата Взам. инв. № Инв. № лубл. Подпись и дата

3.3.2. Заработная плата вспомогательных рабочих:

$$Z_{\text{всп}} = \frac{C_T^{\text{всп}} \cdot F_p \cdot Ч_{\text{всп}} \cdot k_{\text{доп}} \cdot k_{\text{всп}} \cdot k_p}{N_{\text{год}}}; \quad (25)$$

где $C_T^{\text{всп}}$ - часовая тарифная ставка рабочего соответствующей специальности и разряда, р.;

F_p – действительный годовой фонд работы одного рабочего, ч;

$N_{\text{год}}$ – годовая программа выпуска деталей, шт.;

$Ч_{\text{всп}}$ – численность вспомогательных рабочих соответствующей специальности и разряда, чел.

$$Ч_{\text{всп}} = \frac{q_p \cdot n}{H}; \quad (26)$$

где q_p – расчетное количество оборудования, шт.;

n – число смен работы оборудования;

H – число станков, обслуживаемых одним наладчиком, электронщиком.

Необходимое количество наладчиков:

$$Ч_{\text{нал}} = \frac{1 \cdot 2}{18} = 0,11 \text{ чел.};$$

Численность транспортных рабочих – 5% от числа станочников, контролеров -7% от числа станочников.

Результаты расчетов сведем в таблицы 19 и 20.

Таблица 19 - Затраты на заработную плату вспомогательных рабочих по базовому варианту

Специальность рабочего	Часовая тарифная ставка, р.	Численность, чел	Затраты на изготовление одной детали, р.
1. Контролер	173	0,3	148,42
2. Транспортный работник	150	0,2	85,8
Итого		0,5	234,22

Инд. N подл. | Подпись и дата | Взам. инв. N | Инв. N лубл. | Подпись и дата

Таблица 20 - Затраты на заработную плату вспомогательных рабочих по проектному варианту

Специальность рабочего	Часовая тарифная ставка, р.	Численность, чел	Затраты на изготовление одной детали, р.
1. Наладчик	210	0,1	66,06
2. Контролер	173	0,21	103,9
3. Транспортный работник	150	0,15	64,34
Итого		0,58	234,27

3.3.3. Затраты на электроэнергию

Затраты на электроэнергию, расходуемую на выполнение технологической операции, рассчитываются по формуле:

$$Z_3 = \frac{N_y \cdot k_N \cdot k_{вр} \cdot k_{о.д.} \cdot k_W \cdot t_{шт-к}}{\eta \cdot k_B} \cdot Ц_3, \text{ р.} \quad (27)$$

где N_y – установленная мощность главного электродвигателя, кВт;

k_N – средний коэффициент загрузки электродвигателя по мощности, 0,3;

$k_{вр}$ – средний коэффициент загрузки электродвигателя по времени, 0,5;

$k_{о.д.}$ – средний коэффициент одновременности работы всех электродвигателей станка ($k_{о.д.} = 1$);

k_W – коэффициент, учитывающий потери электроэнергии в сети завода (1,04);

k_B – коэффициент выполнения норм времени на операциях технологического процесса 1,15;

η – коэффициент полезного действия металлорежущего оборудования (принимается по паспорту оборудования) 0,9;

$Ц_3 = 6,38$ руб. – стоимость 1 кВт·ч электроэнергии.

Результаты расчетов по вариантам сводятся в таблицы 21 и 22.

Инд. N подл.	Подпись и дата
Взам. инв. N	Подпись и дата
Инв. N лубл.	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.859 ПЗ	Лист
						53

Таблица 21 – Затраты на электроэнергию по базовому варианту

Модель станка	Установленная мощность, кВт	Штучно-калькуляционное время, мин	Затраты на эл. энергию, р.
6P13B	16	30,57	7,8
2A55	7,3	7,95	0,93
2A450	5,1	227,6	18,63
2M614	7,2	246,18	28,41
Итого	35,6	512,3	55,77

Таблица 22 – Затраты на электроэнергию по проектному варианту

Модель станка	Установленная мощность, кВт	Штучно-калькуляционное время, мин	Затраты на эл. энергию, р.
6P13B	16	30,57	7,8
2A55	7,3	7,95	0,93
MDH40P	18	246,16	71,01
Итого	41,3	284,68	79,74

3.3.4. Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования

Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования рассчитываются по формуле:

$$Z_{об} = C_{ам} + C_{рем} , \quad (28)$$

где $C_{ам}$ - амортизационные отчисления от стоимости технологического оборудования, р.;

$C_{рем}$ - затраты на ремонт технологического оборудования, р.

Амортизационные отчисления на каждый вид оборудования определяют по формуле:

$$C_{ам} = \frac{Ц_{об} \cdot H_{ам} \cdot t_{ит-к}}{F_{об} \cdot k_3 \cdot k_{вн} \cdot 60} , \quad (29)$$

Инд. N подл. | Подпись и дата | Взам. инв. N | Инв. N лубл. | Подпись и дата

где $C_{обp}$ – цена единицы оборудования, р.;

$H_{ам}$ – норма амортизационных отчислений;

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

k_z – нормативный коэффициент загрузки оборудования;

$k_{вн}$ – коэффициент выполнения норм.

Определение затрат на текущий ремонт оборудования.

Затраты на текущий ремонт оборудования можно определить укрупненным расчетом по примерным нормам затрат на ремонт от стоимости оборудования. Затраты на ремонт 1,5%.

Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования заносятся в таблицы 23 и 24.

Таблица 23 – Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования по базовому варианту

Модель станка	Стоимость, руб.	Кол, шт.	Норма амортизации	Штучно-калькуляционное время, мин.	Амортизационные отчисления, р.	Затраты на ремонт, р.
6P13Б	250 000	1	7%	30,57	2,51	0,54
2A55	80 000	1	7%	7,95	0,21	0,05
2A450	500 000	1	7%	227,6	37,41	8,02
2M614	620 000	1	7%	246,18	50,18	10,77

Таблица 24 – Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования по проектному варианту

Модель станка	Стоимость, р.	Кол, шт.	Норма амортизации	Штучно-калькуляционное время, мин.	Амортизационные отчисления, р.	Затраты на ремонт, р.
6P13Б	250 000	1	7%	30,57	2,51	0,54
2A55	80 000	1	7%	7,95	0,21	0,05
MDH40P	860 0000	1	7%	246,16	696,06	149,37

3.3.5. Определение затрат на эксплуатацию инструмента

В проектируемом технологическом процессе используется инструмент уже имеющийся на предприятии и используемый в базовом варианте. Исходя

Изн. N полл. | Подпись и дата | Взам. инв N | Инв. N лубл. | Подпись и дата

из этого затраты связанные с эксплуатацией инструмента изменяются незначительно и значительно на себестоимость детали не повлияют.

Результаты расчетов технологической себестоимости годового объема выпуска детали представлены в таблице 25.

Таблица 25 – Технологическая себестоимость обработки детали, р.

Статья затрат	Базовый вариант	Проектный вариант
Заработная плата с начислениями	2 551,12	1 391,53
Затраты на электроэнергию	55,77	79,74
Затраты на содержание и эксплуатацию оборудования	109,69	848,74
Итого	2 716,58	2 314,01

3.4. Определение годовой экономии от изменения техпроцесса

Одним из важных показателей экономического эффекта от спроектированного варианта технологического процесса является годовая экономия, полученная в результате снижения себестоимости:

$$\text{Э}_{\text{год}} = (C_{\text{б}} - C_{\text{пр}}) \times N_{\text{год}}, \quad (30)$$

где $C_{\text{б}}$; $C_{\text{пр}}$ – технологическая себестоимость одной детали по базовому и проектируемому вариантам соответственно, р.;

$N_{\text{год}}$ – годовая программа выпуска деталей, шт.

$$\text{Э}_{\text{год}} = (2716,58 - 2314,01) \times 600 = 241\,542 \text{ руб.}$$

Определим производительность труда:

$$B = \frac{F_p \cdot k_{\text{вн}} \cdot 60}{t_{\text{осн}}}, \quad (31)$$

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

$k_{\text{вн}}$ – коэффициент выполнения норм.

Производительность труда в базовом техпроцессе

$$B_o = \frac{1952 \cdot 1,2 \cdot 60}{512,3} = 274,34 \text{ шт/год.}$$

Интв. N полл.	Подпись и дата
Взам. интв. N	Интв. N лубл.
Подпись и дата	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.859 ПЗ	Лист
						56

Производительность труда в проектируемом техпроцессе:

$$B_{np} = \frac{1952 \cdot 1,2 \cdot 60}{288,9} = 486,48 \text{ шт/год.}$$

Рост производительности труда:

$$\Delta B = \frac{B_{np} - B_{\phi}}{B_{\phi}} \cdot 100\% , \quad (32)$$

где B_{np} , B_{ϕ} – производительность труда соответственно проектируемого и сравниваемого вариантов.

$$\Delta B = \frac{486,48 - 274,34}{274,34} \cdot 100 = 77,33\%$$

Технико-экономические показатели проекта приведены в таблице 26.

Таблица 26 – Технико-экономические показатели проекта

Наименование показателя	Значение показателя по вариантам		Изменение показателя
	Сравнива-емый вариант	Проектируе-мый вариант	
Годовой выпуск деталей, шт	600	600	–
Количество оборудования, шт	4	3	– 1
Трудоемкость годового объема выпуска, н/ч	5123	2889	- 2234
Стоимость оборудования, руб	1 450 000	8 930 000	-7 480 000
Затраты на годовой выпуск деталей, руб	1629948	1388406	-241542
Технологическая себестоимость обработки детали, р.	2716,58	2314,01	- 402,57
Рост производительности труда, %	100	177,33	+ 77,33

ВЫВОД:

Изменение технологического процесса, а именно, использование много-целевого станка с ЧПУ, позволило снизить себестоимость обработки детали, сократить производственный цикл, повысить качество обработки. Поэтому можно сказать, что спроектированный технологический процесс является более эффективным по сравнению с базовым.

Инд. N подл. | Подпись и дата | Взам. инв. N | Инв. N лубл. | Подпись и дата

4. МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

4.1. Обоснование методической разработки

Тема дипломного проекта «Совершенствование технологического процесса обработки детали «Корпус редуктора». На предприятии внедряется прогрессивное, высокопроизводительное оборудование, такое, как станки с программным управлением, обрабатывающие центры. Внедрение станков с ЧПУ является одним из главных направлений автоматизации производства.

Обрабатывающие центры сочетают гибкость универсального оборудования с точностью и производительностью станка-автомата. В результате внедрения обрабатывающих центров происходит повышение производительности труда, создаются условия для многостаночного обслуживания, сокращаются сроки изготовления деталей, упрощается переход на новый вид изделия вследствие заблаговременной подготовки программы, что имеет большое значение в условиях рыночной экономики.

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

В связи с внедрением нового оборудования необходима переподготовка рабочих по профессии «Расточник» 3 разряда на профессию «Оператор обрабатывающих центров с ЧПУ» третьего разряда.

В методической части дипломного проекта необходимо рассмотреть переподготовку рабочих на новое оборудование, следовательно целью методической части является анализ профессионального стандарта «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ», учебно-программной документации и разработка урока для переподготовки рабочих по профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ», обслуживающих обрабатывающие

Интв. N полл.	Подпись и дата
Взам. интв. N	Интв. N лубл.
Подпись и дата	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.859 ПЗ	Лист
						58

центры с ЧПУ модели MDH 40P.

Чтобы решить поставленную цель необходимо решить следующие задачи:

- проанализировать профессиональный стандарт «Оператор-наладчик обрабатывающих центров»;
- описать условия обучения в учебном центре ООО «КАМИ-Групп»;
- разработать учебный план переподготовки рабочих по профессии « Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ»;
- разработать план проведения учебных занятий по теме «Программирование станков с ЧПУ и обрабатывающих центров»
- разработать план урока и методическое обеспечение урока по теме «Программирование станков с ЧПУ и обрабатывающих центров».

4. 2. Описание условий обучения

Предприятие планирует закупать новое оборудование у фирмы ООО «КАМИ-Групп» и в договоре, есть пункт о подготовке рабочих для работы на этом оборудовании.

Фирма ООО «КАМИ-Групп» расположена по адресу: г.Екатеринбург ул. Сибирский Тракт д.57, БЦ "Октябрьский".

В состав «КАМИ» входят 23 специализированные организации. Более чем за 20 лет активной деятельности на рынке «КАМИ» приобрела четкую и мобильную структуру, что позволяет в кратчайшие сроки решать любые задачи за счет слаженной работы. Ассоциация «КАМИ» — это более 450 высококвалифицированных специалистов, постоянно изучающих мировые рынки, тенденции их развития, отслеживающих новинки технологий, предлагающих своим клиентам самые современные решения.

Девиз «КАМИ» — «Искусство технологий», он отражает гибкость, индивидуальность, ответственность и профессионализм, которые вкладывают сотрудники ассоциации в свою работу.

Интв. N полл.	Подпись и дата	Взам. интв. N	Интв. N лубл.	Подпись и дата
---------------	----------------	---------------	---------------	----------------

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.859 ПЗ	Лист
						59

Ассоциация «КАМИ» предлагает инжиниринговые услуги: написание программ для станков с ЧПУ, разработку производственной линии с нуля с запуском оборудования и изготовлением деталей по вашим чертежам, разработку и производство оснастки.

У специалистов можно проконсультироваться по выбору оборудования, задать технические вопросы, узнать нюансы технологии изготовления деталей или написания программ для станков. Инженерная служба «КАМИ» выезжает на производство для помощи в освоении оборудования и инструктажа сотрудников по его использованию.

Помимо разработки технического процесса и управляющих программ, проектирования оснастки, производственных линий и модернизации производств, «КАМИ» принимает индивидуальные заявки.

Основные направления инжиниринговых услуг:

- разработка технического процесса;
- разработка управляющих программ;
- проектирование оснастки;
- модернизация металлообрабатывающих производств;
- проектирование производственных линий, спец проекты;
- инструктаж по работе на станках с ЧПУ.

Для разработки методической части нас необходимо направление инжиниринговых услуг - инструктаж по работе на станках с ЧПУ.

Примерная программа инструктажа предлагаемая ООО «КАМИ»:

Инструктаж по работе на станке.

- Установка инструмента.
- Установка приспособления (тисков).
- Установка заготовки.
- Привязка инструмента.
- Выставление приспособления (тисков).
- Выставление и привязка заготовки.

Интв. N полл.	Взам. интв N	Инв. N лубл.	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.859 ПЗ	Лист 60

Инструктаж по обучению программированию.

- Основные M-команды.
- Быстрые перемещения.
- Линейная интерполяция.
- Круговая (цилиндрическая) интерполяция.
- Вспомогательные G-функции (пауза, режимы подач и пр.).
- Корректоры на радиус и вылет инструмента.

Примерная программа инструктажа может быть изменена по желанию заказчика.

Обучение, переподготовка и повышение квалификации рабочих ведется в учебном центре ООО «КАМИ», но по заявкам предприятий обучение возможно на самих предприятиях с выездом преподавателей на место обучения.

После теоретического курса обучения рабочие проходившие переподготовку могут проходить практику на своем предприятии.

В зависимости от срока обучения по окончании курса обучения выдаются свидетельство об окончании или удостоверения установленного образца.

4.3. Анализ профессионального стандарта по профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ»

Внедрение профессиональных стандартов на предприятиях требует и переподготовку слушателей вести согласно этим требованиям, для этого необходимо проанализировать профессиональный стандарт по профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ».

Профессиональный стандарта «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ» утвержден приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 4 августа 2014г. № 530н.

Согласно профессиональному стандарту в таблице 26 приведем описание трудовых функций оператора-наладчика обрабатывающих центров с ЧПУ.

Инд. N полл.	Подпись и дата	Взам. инв N	Индв. N лубл.	Подпись и дата
--------------	----------------	-------------	---------------	----------------

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.859 ПЗ	Лист
						61

Таблица 26 – Описание трудовых функций

Обобщенные трудовые функции		Трудовые функции		
Наименование	уровень квалификации	наименование	код	уровень (подуровень) квалификации
1	2	3	4	5
Наладка и подналадка обрабатывающих центров с программным управлением для обработки простых и средней сложности деталей; обработка простых и сложных деталей	2	Наладка на холостом ходу и в рабочем режиме обрабатывающих центров для обработки отверстий в деталях и поверхностей деталей по 8–14 квалитетам	A/01.2	2
		Настройка технологической последовательности обработки и режимов резания, подбор режущих и измерительных инструментов и приспособлений по технологической карте	A/02.2	2
		Установка деталей в универсальных и специальных приспособлениях и на столе станка с выверкой в двух плоскостях	A/03.2	2
		Отладка, изготовление пробных деталей и передача их в отдел технического контроля (ОТК)	A/04.2	2
		Подналадка основных механизмов обрабатывающих центров в процессе работы	A/05.2	2
		Инструктирование рабочих, занятых на обслуживаемом оборудовании	A/07.2	2

Инт. N полл.	Подпись и дата	Взам. инв. N	Инв. N лубл.	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ДП 44.03.04.859 ПЗ

Окончание таблицы 26

1	2	3	4	5
Наладка на холостом ходу и в рабочем режиме обрабатывающих центров с программным управлением для обработки деталей, требующих перестановок и комбинированного их крепления; обработка деталей средней сложности	3	Наладка обрабатывающих центров для обработки отверстий в деталях и поверхностей деталей по 7–8 квалитетам	В/01.3	3
		Программирование станков с числовым программным управлением (ЧПУ)	В/02.3	3
		Установка деталей в приспособлениях и на столе станка с выверкой их в различных плоскостях	В/03.3	3
		Обработка отверстий и поверхностей в деталях по 7–8 квалитетам	В/04.3	3
Наладка и регулировка на холостом ходу и в рабочем режиме обрабатывающих центров с программным управлением для обработки деталей и сборочных единиц с разработкой программ управления; обработка сложных деталей	4	Наладка обрабатывающих центров для обработки отверстий и поверхностей в деталях по 6 квалитету и выше	С/01.4	4
		Обработка отверстий и поверхностей в деталях по 6 квалитету и выше	С/02.4	4

Рассмотрим подробно одну из обобщенных трудовых функций – «Наладка на холостом ходу и в рабочем режиме обрабатывающих центров с программным управлением для обработки деталей, требующих перестановок и комбинированного их крепления; обработка деталей средней сложности», уровень квалификации – 3, код – В.

Возможные наименования должностей по данной обобщенной трудовой функции

– Наладчик обрабатывающих центров (5-й разряд)

Инд. N подл. Подпись и дата
 Взам. инв. N Инв. N лубл. Подпись и дата

- Оператор обрабатывающих центров (5-й разряд)
- Оператор-наладчик обрабатывающих центров (5-й разряд)
- Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ 3-й квалификации
- Оператор обрабатывающих центров с ЧПУ 3-й квалификации
- Наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ 3-й квалификации

Согласно профессиональному стандарту, к оператору-наладчику обрабатывающих центров с числовым программным управлением предъявляются следующие требования:

Требования к образованию и обучению	среднее профессиональное образование – программы подготовки квалифицированных рабочих (служащих);
Требования к опыту практической работы	не менее одного года работ второго квалификационного уровня по профессии «оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ»
Особые условия допуска к работе	Прохождение обязательных предварительных (при поступлении на работу) и периодических медицинских осмотров (обследований), а также внеочередных медицинских осмотров (обследований) в установленном законодательством Российской Федерации порядке. Прохождение работником инструктажа по охране труда на рабочем месте.

Профессиональный стандарт для обобщенной трудовой функции «Наладка на холостом ходу и в рабочем режиме обрабатывающих центров с программным управлением для обработки деталей, требующих перестановок и комбинированного их крепления; обработка деталей средней сложности» предусматривает следующие трудовые функции, которые должен выполнять оператор-наладчик 3 разряда:

- Наладка обрабатывающих центров для обработки отверстий в деталях и поверхностей деталей по 7–8 квалитетам;
- Программирование станков с числовым программным управлением (ЧПУ);
- Установка деталей в приспособлениях и на столе станка с выверкой их в различных плоскостях;

Интв. N полл.	Подпись и дата
Взам. интв. N	Подпись и дата
Инв. N лубл.	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.859 ПЗ	Лист
						64

- Обработка отверстий и поверхностей в деталях по 7–8 квалитетам

Рассмотрим трудовую функцию - Программирование станков с числовым программным управлением (ЧПУ), код - В/02.3, подуровень квалификации - 3.

Таблица 27 - Программирование станков с числовым программным управлением (ЧПУ)

Трудовые действия	Корректировка чертежа изготавливаемой детали
	Выбор технологических операций и переходов обработки
	Выбор инструмента
	Расчет режимов резания
	Определение координат опорных точек контура детали
	Составление управляющей программы
Необходимые умения	Программировать станок в режиме MDI (ручной ввод данных)
	Изменять параметры стойки ЧПУ станка
	Корректировать управляющую программу в соответствии с результатом обработки деталей
Необходимые знания	Органы управления и стойки ЧПУ станка
	Режимы работы стойки ЧПУ
	Системы графического программирования
	Коды и макрокоманды стоек ЧПУ в соответствии с международными стандартами
Другие характеристики	-

Внедрение профессиональных стандартов на предприятия требует изменения учебного плана подготовки рабочих. В связи с отсутствием рабочего плана согласно требованиям профессионального стандарта в учебном центре, разработаем программу переподготовки рабочих, которая включает в себя теоретический курс и производственное обучение.

4.4. Разработка учебного плана переподготовки рабочих по профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ» в учебном центре ООО «КАМИ»

Программа переподготовки рабочих включает в себя теоретическое и производственное обучение. Всего на обучение отведено 144 часа, из них на производственное обучение отведено 72 часа.

Программа включает в себя изучение основ технического черчения, резание металлов и режущего инструмента, основы технологии машиностроения,

Интв. N полл.	Подпись и дата
Взам. интв. N	Интв. N лубл.
Подпись и дата	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.859 ПЗ	Лист
						65

основы программирования и устройство обрабатывающего центра MDH 40P, наладку и настройку станка.

Срок обучения – 2 месяца, т.к. обучение проводится без отрыва от производства. После теоретического обучения рабочие на предприятии проходят производственное обучение, выполняют пробную работу. На основании сдачи квалификационного экзамена по теории, пробной работы и заключения с места работы им выдается удостоверение с присвоенным разрядом.

Учебно-тематический план переподготовки рабочих по профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ»

Профессия – Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ

Квалификация - 3-ий разряд

Срок обучения - 2 месяца

Таблица 28 - Учебный план переподготовки операторов-наладчиков обрабатывающих центров с ЧПУ

№ п/п	Наименование тем	Всего (час)	В том числе (час)		Форма контроля
			Теоретическое обучение	Практическое обучение	
1	2	3	4	5	6
1	Инструктаж по охране труда при работе на станках с ЧПУ и пожарная безопасность	4	4	-	
2	Техническое черчение	8	4	4	Чертеж
3	Резание металлов и режущий инструмент	12	8	4	Задание по подбору РИ
4	Основы технологии машиностроения	12	4	8	Разработка ТП на обработку детали
5	Основы программирования станков и обрабатывающих центров с ЧПУ	14	6	8	Разработка УП
6	Устройство обрабатывающих центров (на примере ОЦ MDH 80P)	10	6	4	Опрос
7	Наладка обрабатывающих центров с ЧПУ	12	4	8	Задание по наладке станка
8	Самостоятельное выполнение работ	72	-	72	Задание по наладке станка и обработке УП
	Итого:	144	36	108	

Инд. N подл. Подпись и дата
 Взам. инв. N Инв. N лубл. Подпись и дата

Сравним разработанный учебно-тематический план с требованиями профессионального стандарта «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ, данный сравнения сведем в таблицу 29

Таблица 29 – Сравнения учебно-тематического плана с требованиями профессионального стандарта

Учебно-тематический план	Профессиональный стандарт
Инструктаж по охране труда при работе на станках с ЧПУ и пожарная безопасность	Органы управления и стойки ЧПУ станка
	Программировать станок в режиме MDI (ручной ввод данных)
Техническое черчение	Корректировка чертежа изготавливаемой детали
Резание металлов и режущий инструмент	Выбор инструмента
	Расчет режимов резания
Основы технологии машиностроения	Выбор технологических операций и переходов обработки
Основы программирования станков и обрабатывающих центров с ЧПУ	Определение координат опорных точек контура детали
	Составление управляющей программы
	Системы графического программирования
Устройство обрабатывающих центров (на примере ОЦ MDH 80P)	Коды и макрокоманды стоек ЧПУ в соответствии с международными стандартами
	Органы управления и стойки ЧПУ станка
Наладка обрабатывающих центров с ЧПУ	Изменять параметры стойки ЧПУ станка
	Программировать станок в режиме MDI (ручной ввод данных)
	Режимы работы стойки ЧПУ
Самостоятельное выполнение работ	Изменять параметры стойки ЧПУ станка
	Программировать станок в режиме MDI (ручной ввод данных)
	Составление управляющей программы
	Корректировать управляющую программу в соответствии с результатом обработки деталей

Разработанный учебный план соответствует профессиональным стандартам и может быть реализован в учебном центре ООО «КАМИ».

Для разработки методической части дипломного проекта выберем тему «Основы программирования станков и обрабатывающих центров с ЧПУ».

Данная тема изучается в течении 14 часов, из них 8 часов практических занятий.

Инд. N полл. Подпись и дата
Взам. инв. N Инв. N лубл. Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.859 ПЗ	Лист
						67

4.5. Разработка содержания и плана проведения учебных занятий по теме «Основы программирования станков и обрабатывающих центров с ЧПУ»

Целью изучения темы «Основы программирования станков и обрабатывающих центров с ЧПУ» является:

- углубить знание у слушателей об программировании станков с ЧПУ и обрабатывающих центров с ЧПУ;
- развить умения и навыки разработки управляющих программ и их корректировки.

Содержание темы «Основы программирования станков и обрабатывающих центров с ЧПУ» приведено в таблице 30

Таблица 30 - Содержание темы «Основы программирования станков и обрабатывающих центров с ЧПУ»

№	Тема занятия	Виды занятий	
		теоретические	практические
1	Программирование станков с ЧПУ и обрабатывающих центров		
1.1	Коды стоек ЧПУ. G и M функции.	2	-
1.2	Координат опорных точек контура детали. Системы графического программирования	2	-
1.3	Разработка управляющей программы	2	8
	Всего часов	6	8

Инв. N полл. | Подпись и дата | Взам. инв N | Инв. N лубл. | Подпись и дата

Таблица 30 - Перспективно-тематический план изучения темы «Основы программирования станков и обрабатывающих центров с ЧПУ»

№ занятия	Тема занятия	Цели занятия	Методы обучения	Средства обучения	Форма организации
1	2	3	4	5	6
1.1 (2 часа)	Коды стоек ЧПУ. G и M функции.	<i>Образовательные:</i> - сформировывать у обучаемых понятие о структуре УП; - сформировывать у обучаемых понятие о программировании с помощью G и M - функций <i>Воспитательные:</i> воспитывать культуру общения, культуру речи (в том числе с использованием специальной предметной терминологии). <i>Развивающие:</i> развивать профессиональный интерес и технический кругозор	Словесные (беседа, рассказ, объяснение). Наглядные (слайды презентации).	Презентация	Фронтальная
1.2 (2 часа)	Координат опорных точек контура детали. Системы графического программирования	<i>Образовательные:</i> - сформировывать у обучаемых понятие об опорных точках контура детали; - сформировывать у обучаемых знания о способах графического программирования деталей; <i>Воспитательные:</i> воспитывать культуру общения, культуру речи (в том числе с использованием специальной предметной терминологии). <i>Развивающие:</i> развивать профессиональный интерес и технический кругозор	Словесные (беседа, рассказ, объяснение). Наглядные (слайды презентации, видео-ролик).	Презентация, видео-ролик	Фронтальная
1.3 (2 часа)	Разработка управляющей программы	<i>Образовательные:</i> - научить обучаемых разработке УП для программирования детали; <i>Воспитательные:</i> воспитывать культуру общения, культуру речи (в том числе с использованием специальной предметной терминологии). <i>Развивающие:</i> развивать профессиональный интерес и технический кругозор	Словесные (беседа, рассказ, объяснение). Наглядные (слайды презентации, тренажер стойки с ЧПУ)	Презентация, тренажер стойки	Фронтальная

Интв. N полл.	Подпись и дата	Взам. интв N	Интв. N лубл.	Подпись и дата

4.6. Разработка плана проведения занятия

Тема занятия: Программирование станков с ЧПУ и обрабатывающих центров

Тема урока: Коды стоек ЧПУ. G и M функции.

Цели:

Дидактическая:

- сформировывать у обучаемых понятие о структуре УП;
- сформировывать у обучаемых понятие о программировании с помощью G и M - функций

Развивающая: развивать профессиональный интерес и технический кругозор, развивать практические навыки чтения чертежей на практике.

Воспитательная: воспитывать культуру общения, культуру речи (в том числе с использованием специальной предметной терминологии).

Тип урока: комбинированный

Метод обучения: рассказ, беседа, демонстрация слайдов.

Оснащение урока: ноутбук, мультимедиа проектор, экран, слайды

Таблица 31 - Ход занятия

№	Этап	Время	Деятельность преподавателя	Деятельность учащихся
1	Организационный	3	Приветствует учащихся. Проверяет посещаемость	Приветствуют преподавателя, отзываются на фамилии
2	Сообщение цели и задач урока. Мотивация.	2	Сообщает цели и задачи занятия, мотивирует на получение знаний	Записывают, слушают
3	Актуализация знаний	10	Задаёт вопросы	Отвечают на вопросы
4	Изучение нового материала	60	Излагает новый учебный материал с использованием компьютерной презентации	Слушают, составляют конспект изучаемого материала. Изучают содержимое слайдов, запоминают новый материал.
5	Закрепление нового материала	10	Задаёт ряд вопросов по новому материалу. Отвечает на вопросы учащихся.	Отвечают на задаваемые вопросы.
6	Подведение итогов занятия, выдача домашнего задания	5	Подводит итоги занятия, выдает домашнее задание: повторить пройденный материал	Слушают, Записывают в тетрадь.

Интв. N полл.	Подпись и дата	Взам. интв N	Интв. N лубл.	Подпись и дата
---------------	----------------	--------------	---------------	----------------

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

Перед изучение нового материала преподаватель задает вопросы обучающимся, для того чтобы определить их уровень знаний.

Таблица 32 - Перечень вопросов для проверки знаний обучающихся

Вопрос	Предполагаемый ответ
Какие основные методами обработки материалов резанием Вы знаете	точение, сверление, фрезерование и шлифование
Дополните: подача - это	путь, пройденный режущим лезвием резца относительно обрабатываемой поверхности заготовки за один ее оборот S , мм/об.
Дополните: глубина резания – это	толщина срезаемого слоя металла с обрабатываемой поверхности
Дополните: скорость резания V – это	путь, пройденный обрабатываемой поверхностью заготовки в единицу времени
Какие осевые режущие инструменты Вы знаете?	Фреза, сверло, зенкер, развертка, метчик

После изучения нового материала преподаватель задает вопросы для проверки усвоения полученных знаний. Примерный перечень вопросов представлен в таблице 33

Таблица 33 - Вопросы для закрепления знаний по теоретической части:

Вопрос	Предполагаемый ответ
Дополните: G-функций задают	условия и режим работы станка
Какой командой программируется перемещение на холостом ходу?	G 0
Какой командой программируется подача минутная?	G 94
Какие существуют способы задания размеров?	Задание абсолютных размеров - G90, Задание относительных размеров - G91
Какими командами задается вращение шпинделя?	M3 – вращение шпинделя по часовой стрелке; M4 - вращение шпинделя против часовой стрелки
Назовите последовательность расположения слов в кадре	Номер кадра Подготовительная команда Размерные перемещения Параметры интерполяции Функция подачи Функция главного движения Вспомогательная функция

Конспект урока приведен в приложении Б.

Презентация к уроку приведена в Г.

Интв. N полл.	Взам. интв. N	Интв. N лубл.	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.859 ПЗ	Лист
						71

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Целью выпускной работы являлось совершенствование технологии механической обработки детали «Корпус редуктора».

Предлагаемый проектный вариант обработки детали «Корпус редуктора» наиболее технологичен по сравнению с технологическим процессом, который основан на применении универсального оборудования. Применение оборудования с ЧПУ позволяет уменьшить вспомогательное время на операциях за счет сокращения времени на установку и снятие детали, а также улучшить условия труда станочников, сокращением времени ручного труда.

Использование высокопроизводительного режущего инструмента позволяет сократить производственный цикл, при этом обеспечив требуемое качество механической обработки.

Обеспечение заданной точности размеров было достигнуто за счет постоянства баз на большинстве операций и переходов.

Таким образом, был усовершенствован процесс механической обработки детали «Корпус редуктора», что является достижением поставленной цели.

Инд. N подл.	Подпись и дата	Взам. инв N	Инд. N лубл.	Подпись и дата

					ДП 44.03.04.859 ПЗ	Лист
						72
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Анурьев В.И. Справочник конструктора –машиностроителя: В 3-х т. Т.1 –М.: Машиностроение, 1980. – 728 с.

2. Белкин И.М. Допуски и посадки (Основные нормы взаимозаменяемости): Учеб. пособие для студентов машиностроительных специальностей высших технических заведений. – М.: Машиностроение, 1992 – 528с.

3. Бородина Н.В., Горонович М.В., Фейгина М.И. Подготовка педагогов профессионального обучения к перспективно-тематическому планированию: модульный подход: Учеб. пособие. Екатеринбург: Изд-во Рос. гос. проф.-пед. ун-та, 2002. – 260 с.

4. Горбацевич А.К., шкред В.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учеб. Пособие для машиностроит. Спец. Вузов. Минск: Высш. Шк., 1983. 256 с.

5. Козлова Т.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учеб. пособие. – Екатеринбург: Изд-во Урал. гос. проф.-пед. Ун-та, 2001.- 169 с.

6. Общемашиностроительные нормативы режимов резания для технического нормирования работ на металлорежущих станках. Часть 1. Изд. 2-е, М.: Машиностроение, 1974.- 406 с.

7. Общемашиностроительные нормативы времени вспомогательного, на обслуживание рабочего места и подготовительно-заключительного времени на работы, выполняемые на металлорежущих станках. Среднесерийное и крупносерийное производство.-М.: Машиностроение, 1984

8. Общая и профессиональная педагогика: Учеб. пособие / Авт.-сост.: Г.Д. Бухарова, Л.Н. Мазаева, М.В. Полякова. – Екатеринбург: Изд-во Рос. Гос. проф.-пед. ун-та, 2004. – 298 с.

9. Справочник технолога –машиностроителя. В 2-х т. Т.1/ Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова.;4-е изд., перераб. и доп. –М.: Машиностроение, 1985.- 656 с.

Инд. N полл.	Подпись и дата	Взам. инв N	Инд. N лубл.	Подпись и дата
--------------	----------------	-------------	--------------	----------------

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.859 ПЗ	Лист 73

10. Справочник технолога –машиностроителя. В 2-х т. Т.2/ Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова.;4-е изд., перераб. и доп. –М.: Машиностроение, 1986.- 496 с.

11. Sandvik Coromant "Сменные пластины SANDVIK-MKTC" - каталог, 2000, 170 с.

12. Sandvik Coromant "Токарный инструмент Sandvik Coromant" - каталог, 2000, 560 с.

13. Sandvik Coromant «Инструмент Sandvik Coromant" - каталог, 2009, 988 с.

Интв. N полл.	Подпись и дата	Взам. инв N	Интв. N лубл.	Подпись и дата	ДП 44.03.04.859 ПЗ	Лист
						74
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

Инв. N полл.	Подпись и дата	Взам. инв N	Инв. N лубл.	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ДП 44.03.04.859 ПЗ

Конспект изложения нового материала

Интв. N полл.	Подпись и дата	Взам. интв N	Интв. N лубл.	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ДП 44.03.04.859 ПЗ

Структура управляющей программы и ее формат

1. Код ISO-7bit В настоящее время основным кодом для всех современных станков с ЧПУ (отечественных и зарубежных) является код ИСО - 7 бит (по ГОСТ 20999- 83), разработанный в соответствии с единым международным кодом ISO - 7 bit (ISO -International Standarts Organisation).

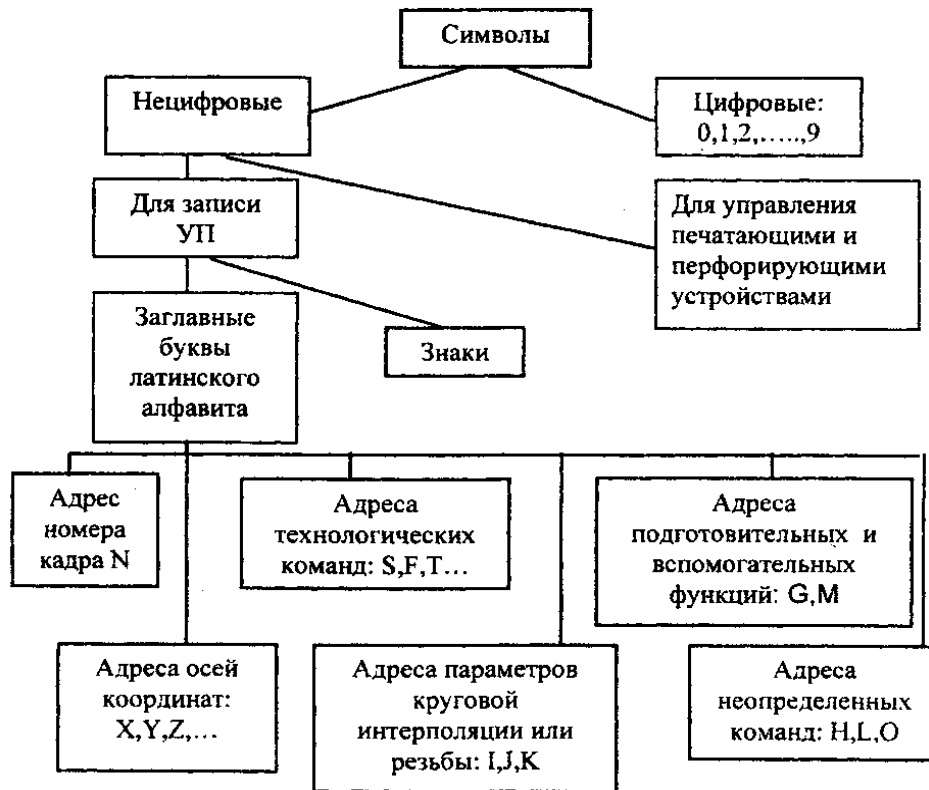


Рис.2.4. Состав алфавита БЦК ИСО-7 бит

34

2. Структура управляющих программ

На первом этапе преобразования исходная информация по обработке детали (программа) кодируется буквенно-цифровым кодом. При этом должна соблюдаться определенная форма записи (правила кодирования) информации УП. Международным стандартом ИСО регламентированы единые (для всех видов станков) правила кодирования. В нашей стране эти правила определяет ГОСТ 20999-83, соответствующий рекомендациям ИСО. Методы и средства кодиро-

Инов. N полл.	Подпись и дата
Взам. инв. N	Инв. N лубл.
Инов. N полл.	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.859 ПЗ	Лист
						77

вания и записи УП во многом зависят также от функциональных возможностей УЧПУ и уровня автоматизации процесса подготовки УП.

УП представляет собой текст, в котором записан алгоритм управления СЧПУ на языке кода ISO - 7бит. Записывается УП в виде последовательности кадров. Каждый кадр представляет собой законченную по смыслу фразу на языке кодирования. Он содержит полную информацию (геометрическую и технологическую) об обработке одного элементарного участка заготовки каким-либо инструментом с определенными режимами резания. По определению ГОСТ 20523-80, кадр - это составная часть УП, вводимая и обрабатываемая как единое целое и содержащая не менее одной команды. Например, кадр N...M06 ПС содержит всего одну команду -вспомогательную функцию "смена инструмента".

Программа ЧПУ состоит из последовательности **кадров**, (смотри таблицу 1). Каждый кадр представляет собой шаг обработки.

Определенные последовательности кадров (фраз) объединяются в главы УП в соответствии с делением операции на переходы, каждый из которых включает обработку поверхностей заготовки одним и тем же инструментом.

В каждом кадре записаны команды в форме **слов**. Последний кадр в последовательности выполнения содержит специальное слово для **завершения программы: M2, M30..**

Таблица 1

Кадр	Слово	Слово	Слово	... ;	Комментарий
Кадр	N10	G0	X20	... ;	Первый кадр
Кадр	N20	G2	Z37	... ;	Второй кадр
Кадр	N30	G91 ;	...
Кадр	N40	
Кадр	N50	M2 ; M30			Завершение программы

2.1. Схема записи УП

Запись информации в УП осуществляется по определенным правилам, которые указывают, как записывать информацию в каждом кадре УП, а также правила записи слов внутри каждого кадра.

Инд. N полл. | Подпись и дата | Взам. инв N | Инв. N лубл. | Подпись и дата

Структура кадров, составляющих УП

К структуре кадра УП предъявляют определенные требования, в частности следующие.

1. Кадр должен содержать слова «номер кадра». Формат лишь для некоторых УЧПУ позволяет это слово не использовать. Далее в кадре приводятся информационные слова или слово. Завершается кадр символом ПС или LF («конец кадра»). Использование этого символа, как правило, обязательно. При необходимости в кадре указывают символы табуляции. Их проставляют перед любым словом в кадре, кроме слов «номер кадра».

2. Информационные слова в кадре рекомендуется записывать в определенной последовательности:

- слово (или слова) «подготовительная функция»;
- слова «размерные перемещения», которые рекомендуется записывать в последовательности символов X, Y, Z, U, V, W, P, Q, R, A, B, C;
- слова «параметр интерполяции» или «шаг резьбы»: I, J, K;
- слова «функция подачи», которое относится только к определенной оси и должно следовать непосредственно за словом «размерное перемещение» по этой оси. Слово «функция подачи», относящееся к двум и более осям, должно следовать за последним словом «размерное перемещение», к которому оно относится;
- слова «функция главного движения»;
- слова «вспомогательная функция».

3. Порядок записи слов с адресами U, V, W, P, Q, R, используемых в значениях, отличных от значений, и слов с адресами D, R, H должен быть указан в формате конкретного УЧПУ. Значения этих слов и кратность использования их в кадре должны быть указаны в технических условиях на УЧПУ конкретного типа.

4. В пределах одного кадра не должны повторяться слова «размерные перемещения» и «параметр интерполяции» или «шаг резьбы» с одной кодовой буквой.

Интв. N полл.	Подпись и дата
Взам. интв. N	Интв. N лубл.
Подпись и дата	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.859 ПЗ	Лист
						79

5. В пределах одного кадра не должны использоваться слова «подготовительная функция», входящие в одну группу.

6. После символа: (главный кадр) в кадре должна быть записана вся информация, необходимая для начала или возобновления обработки. В этом случае символ «главный кадр» должен записываться вместо символа N в качестве адреса в слове «номер кадра». Символ «главный кадр» может быть использован для останова в нужном месте при перемотке носителя данных. При реализации режима «пропуск кадра» (например, для осуществления наладочных переходов при наладке станка и исключения этих переходов после окончания наладки) перед словом «номер кадра» и символом «главный кадр» должен записываться символ (пропуск кадра).

Запись слов в кадрах управляющей программы

Каждое слово в кадре УП должно содержать: символ адреса (латинская прописная буква); математический знак «плюс» или «минус» (при необходимости); последовательность цифр.

Слова в УП могут быть записаны одним из двух способов:

- без использования десятичного знака (подразумеваемое положение десятичной запятой);
- с использованием десятичного знака (явное положение десятичной запятой).

При записи слов с использованием десятичного знака те из них, в которых десятичный знак отсутствует, должны обрабатываться УЧПУ как целые числа. Незначащие нули, стоящие до и (или) после знака, могут быть опущены, например запись

X.08 означает размер 0,08 мм по оси X; X950— размер 950 мм по оси X. Размер, представленный одними нулями, должен быть выражен по крайней мере одним нулем. Подразумеваемое положение десятичной запятой должно быть определено в характеристиках формата конкретного УЧПУ.

При записи слов с подразумеваемой десятичной запятой в некоторых УЧПУ в целях сокращения количества информации допускается опускать нули, стоящие перед первой значащей цифрой (ведущие нули). Если форматом УЧПУ

Инд. N полл.	Подпись и дата	Взам. инв. N	Инд. N лубл.	Подпись и дата
--------------	----------------	--------------	--------------	----------------

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

допускается опускать последние нули, то ведущие нули в этом случае опускать нельзя. Например, размер по оси X, равный 258,3 мм, может быть записан (в зависимости от конкретного УЧПУ) по-разному:

X00258300 — полная запись без использования десятичного знака;

X258300 — опущены ведущие нули; здесь определение размеров ведется от младших разрядов;

X002583 — опущены последние нули; здесь определение разрядности ведется от ведущих разрядов;

X258.3 — запись с явной запятой.

Размерные перемещения в кадрах УП указываются или в абсолютных значениях, или в приращениях. Это и определяет использование в кадрах УП подготовительных функций G90 — абсолютный размер или G91 — размер в приращениях.

В УП для современных УЧПУ все линейные перемещения обычно указывают в миллиметрах и их десятичных долях. Для УЧПУ ранних моделей линейные перемещения указывались в импульсах. Если линейные перемещения выражены в дюймах, то в УП должна быть записана соответствующая подготовительная функция, указывающая единицу величины. Выражение линейных перемещений в дюймах возможно обычно лишь для станков, снабженных УЧПУ моделей зарубежных фирм.

Угловые размеры в УП для современных УЧПУ выражают в радианах или градусах. Для некоторых элементов станков, например для поворотных столов, угловые размеры выражают в десятичных долях оборота.

Если УЧПУ допускает задание размеров в абсолютных значениях (положительных или отрицательных в зависимости от начала системы координат), то знак плюс или минус является составной частью слова «размерное перемещение» и должен предшествовать первой цифре каждого размера.

Математический знак должен также предшествовать первой цифре каждого размера, указывая направление перемещения, если УЧПУ разрешает задание размеров в приращениях. При задании размеров как в абсолютных значе-

Инд. N полл.	Подпись и дата	Взам. инв. N	Инд. N лубл.	Подпись и дата
--------------	----------------	--------------	--------------	----------------

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.859 ПЗ	Лист 81

ниях, так и в приращениях знак «плюс» в слове «размерные перемещения» в некоторых УЧПУ допускается опускать. Это определяется форматом кадра.

Безразмерные слова в кадре УП записывают по-разному. Слово «номер кадра» должно состоять из цифр, количество которых должно быть указано в формате конкретного УЧПУ. Слово (или слова) «подготовительная функция» должно быть выражено кодовым числом.

Функция подачи определяет скорость подачи, которую кодируют числом, количество разрядов которого указано в формате конкретного . УЧПУ. Тип подачи, если это допускает УЧПУ, выбирают одной из подготовительных функций: G93 — подача в функции, обратной времени; G94 — подача в минуту; G95 — подача на оборот. В современных УЧПУ основным методом кодирования подачи является метод прямого обозначения, при котором применяются следующие единицы: мм/мин — подача не зависит от скорости главного движения; мм/об — подача зависит от скорости главного движения; рад/с (град/мин) — подача относится только к круговому перемещению. Если в данном УЧПУ подача задается кодовым числом, то большей подаче обычно должно соответствовать большее кодовое число.

Для указания быстрого перемещения в большинстве УЧПУ используется подготовительная функция G00 или GO.

В случае, если речь идет о скорости векторного перемещения, не зависящей от скорости главного движения, подача может быть выражена величиной, обратно пропорциональной времени (в мин), необходимому для обработки соответствующего кадра. Тогда подача принимается равной отношению векторной скорости (выраженной в мм/мин) к вектору перемещения (выраженному в мм) по траектории обработки. Однако в современных УЧПУ этот способ представления подачи используется сравнительно редко.

Функция главного движения определяет скорость главного движения. Она также кодируется числом, количество разрядов которого должно быть указано в формате конкретного УЧПУ. Вид функции главного движения (там, где это необходимо и возможно) осуществляется одной из следующих подготови-

Интв. N полл.	Взам. интв. N	Интв. N лубл.	Подпись и дата
---------------	---------------	---------------	----------------

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.859 ПЗ	Лист
						82

тельных функций: G96 — постоянная скорость резания; G97 — обороты в минуту. В современных УЧПУ основным методом кодирования скорости главного движения является метод прямого обозначения, при котором число обозначает частоту вращения шпинделя в об/мин. В некоторых УЧПУ возможно указание скорости резания в м/мин. Обычно это согласуется с функцией G96. Скорость главного движения у некоторых УЧПУ задается кодовым числом, причем обычно большей скорости главного движения соответствует большее кодовое число.

Функция инструмента T используется для выбора инструмента. В ряде УЧПУ слова «функция инструмента» используются и для коррекции (или компенсации) инструмента. В этом случае оно состоит из двух групп цифр: первая обозначается выбор инструмента, вторая — его коррекцию. Если для записи коррекции (компенсации) инструмента применяется другой адрес, рекомендуется использовать символ D или H. Количество цифр, следующих за адресами T, D и H, должно быть указано в формате конкретного УЧПУ.

Слова «вспомогательная функция» M во всех УЧПУ выражено кодовым числом. Значение и характер записи зависят от классности и модели УЧПУ.

Формат кадра управляющей программы

Схема построения кадров обычно определена. Она зависит от конструктивных особенностей станка, модели УЧПУ, методики программирования и т. д. Поэтому конкретный тип УЧПУ характеризуется так называемым **форматом**, т. е. принятым (рекомендуемым) порядком расположения слов в кадре и структурой каждого слова в отдельности. В общем случае формат УП должен записываться с соблюдением определенных правил, с определенной последовательностью записи символов УП, с заданным их видом и количеством, с принятой для данной УЧПУ схемой представления цифровых величин и т. д.

В современных УЧПУ возможна достаточно сложная схема представления информации в УП, когда обычная схема УП с нумерацией кадров смешана с заданием информации в виде текстово(символьно)-цифровой. Явная десятичная запятая имеет символ DS, а если используется «табуляция», то обозначается

Интв. N полл.	Подпись и дата	Взам. интв. N	Интв. N лубл.	Подпись и дата
---------------	----------------	---------------	---------------	----------------

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.859 ПЗ	Лист 83

точкой.

Если для работы УЧПУ требуется в УП обязательное после каждого кадра указание символа «конец кадра», то используется звездочка (*), которая ставится в конце формата.

Слова в формате записываются также в определенной (рекомендуемой) последовательности. За адресом каждого слова «размерное перемещение» следуют две цифры, первая из которых показывает число разрядов перед подразумеваемой десятичной запятой, отделяющей целую часть числа от дробной, вторая — число разрядов после запятой. Если можно опустить нули, стоящие перед первой и после последней значащих цифр в слове «размерное перемещение», то за адресом этого слова должны следовать три цифры. Если опускаются нули, стоящие перед первой значащей цифрой, то нулем должна быть первая цифра. Если опускаются нули, стоящие после значащей цифры, то нулем должна быть последняя цифра.

Если абсолютные размеры всегда положительные, то между адресом и следующим за ним числом знак не ставится, а если они или положительные, или отрицательные, то между адресом и следующим за ним числом ставят знак «+» или «±».

За адресом безразмерных слов следует записывать одну цифру, доказывающую число разрядов (цифр) в слове. Если можно опустить нули, стоящие перед первой значащей цифрой, то за адресом безразмерных слов должны следовать две цифры, первая из которых нуль. Приведем пример записи формата:

%: / DS N043G2 X+053 Y+053 Z ± 042 F031 S04105 M2 *

Такая запись указывает, что УЧПУ воспринимает символы начала программы (%), главного кадра (:), пропуска кадра (/) и явную десятичную запятую (DS). Ведущие нули при записи кадров УП во всех словах (кроме слов с адресами G и M) разрешается опускать. В приведенном формате N04 — четырехзначный номер кадра. Это означает, что всего в программе можно привести кадры с номерами от N01 до N9999. На перфоленте (в программе) номер кадра

Интв. N полл.	Подпись и дата	Взам. интв. N	Интв. N лубл.	Подпись и дата
---------------	----------------	---------------	---------------	----------------

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
------	------	----------	-------	------

записывается символом N и цифрами (например N985), которые могут быть размещены на перфоленте на одной, двух, трех, четырех строках. Цифры записываются за символом N в следующей последовательности: тысячи, сотни, десятки, единицы, т. е. сначала значащая десятичная цифра тысяч, потом сотен, десятков, единиц. Если в формате было указано N3 (без нуля перед цифрой 3), то во всех кадрах, где необходимо, обязательно написание нулей как значащих цифр, например N001, N002, N099.

Следующий элемент записи G2 — двузначная подготовительная функция. В УП она указывается адресом G и двумя значащими цифрами, первая из которых относится к разряду десятков, вторая — к разряду единиц. Цифра (в приведенном примере цифра 3), которая указана в формате перед буквой G, обозначает, что в кадре можно записать одновременно несколько (в примере три) подготовительных функций (естественно, из разных групп). Так как перед буквой G нет нуля, то его нельзя опускать при записи и надо писать G00, G01 и т. д. Если бы в формате было записано 30G, то запись кодов подготовительной функции была бы такой: G0, G1, G4 и т. д.

3. Подготовительные функции

Подготовительные функции G определяют режим и условия работы станка и УЧПУ. Они кодируются от G00 до G99. За каждой из функций закреплено стандартом определенное значение (см. табл. 2.9). В конкретных УЧПУ значение тех или иных функций может отличаться от рекомендуемых стандартом, что оговаривается конкретной методикой программирования.

В каждой из рассмотренных групп имеются резервные команды. Уточненные значения команд с адресом G приводятся в конкретных руководствах по программированию для соответствующих моделей УЧПУ.

Хотя в применении подготовительных функций в различных УЧПУ встречаются разночтения, существует общий подход к их использованию согласно кодовым значениям. Функция G00 программируется, если необходимо обеспечить линейное перемещение по одной из координат на ускоренной подаче; величина перемещения со знаком указывается в кадре в соответствии с

Интв. N полл.	Подпись и дата	Взам. интв N	Интв. N лубл.	Подпись и дата
---------------	----------------	--------------	---------------	----------------

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.859 ПЗ	Лист 85

правилом записи.

Функция G01 означает, что режим обеспечивает линейную функциональную

зависимость между перемещениями по двум координатам. При этом указывается величина подачи по траектории. В УЧПУ функцией G01 программируется и линейное перемещение на рабочей подаче, если численное значение перемещения по одной из координат равно нулю. Напомним, что режим, определенный функцией G, сохраняется до его отмены аналогичной функцией.

Функции G02, G03 — режимы круговой интерполяции по часовой стрелке и против. Функции указываются в программах для УЧПУ, обеспечивающих круговую интерполяцию. Данные по круговой интерполяции зависят от задаваемой подготовительными функциями G17—G19 плоскости интерполяции. Подготовительная функция G17 определяет круговую интерполяцию в плоскости XU с обозначением параметров интерполяции (координат точки) символами I и J . Подготовительные функции G18 и G19, определяют круговую интерполяцию соответственно в плоскостях XZ (параметры I, K) и YZ (параметры J, K). Следует отметить особенность функций G02 и G03. При определенных условиях (изменение направлений осей координат) значение функций меняется на обратное.

Траектория движения инструмента по дуге окружности задается у разных УЧПУ по-разному. Это зависит от устройства интерполятора, от характера его работы как вычислительного устройства, поскольку в общем задача сводится к вычислению определенных параметров при наличии определенных (исходных) данных.

4. Вспомогательные и другие функции

Подача и скорость шпинделя с адресами F и S различных УЧПУ задаются по-разному. Ранее был распространен способ задания с использованием кодовых таблиц, в которых двузначными цифрами кодировались подача и скорости шпинделя данного станка. В современных станках с ЧПУ эти величины обычно задаются действительным числовыми значениями в мм/мин, мм/об и об/мин.

Инд. N полл.	Подпись и дата	Взам. инв. N	Инд. N лубл.	Подпись и дата
--------------	----------------	--------------	--------------	----------------

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.859 ПЗ	Лист
						86

Адрес инструмента Т с двузначным числом определяет код инструмента в многоинструментальных станках, а в ряде случаев и номер связанного с инструментом корректора. В ряде станков задание команды на инструмент предшествует команде на его замену (M06). Вспомогательные команды, задаваемые с адресом М, достаточно многочисленны (см. табл. 7).

При кодировании информации следует иметь в виду, что в УЧПУ в исходном (начальном) состоянии установлены определенные значения подготовительных функций. Эти функции не следует программировать. Их вводят в программу лишь в том случае, если по ходу программы были запрограммированы другие функции, отменяющие действие исходных.

Например, во многих УЧПУ исходной (введенной в УЧПУ) является функция G17 (плоскость интерполяции XY), G91 (размеры в приращениях) или G90 (абсолютные размеры).

Примеры программирования

: % LF

N1 G90 T0303 S800 M03 LF

N2M06LF ,

N3G00X25Z165 LF

N4G91G01 Z-35F10M08LF

N5 G90 X40 Z90 LF

N6G91 G02X20Z-20 10K20LF

N7G90G01 X80Z0S350LF

N8G00X100M09LF

N9Z200LF N10M02LF

Пояснения к программе:

Кадр 1. Указывается абсолютная система отсчета (G90), по адресу Т задается инструмент — резец № 3 и корректор на этот резец № 3, по адресу S задается частота вращения шпинделя — 800 об/мин по часовой стрелке (M03).

Кадр 2. Дается команда (M06) на замену — установку резца, вершина которого должна совместиться с точкой 0.

Инд. N полл.	Попись и дата
Взам. инв N	Инд. N лубл.
Попись и дата	Попись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.859 ПЗ	Лист
						87

Кадр 3. По команде кадра на ускоренном ходу (G00) резец переместится в точку 1, которая задана координатами $x = 25$ мм, $z = 165$ мм. В УП для токарных станков координаты по оси X в абсолютной системе отсчета задаются обычно диаметральными размерами.

Кадр 4. Вводится относительная система отсчета (G91), указывается подготовительная функция G01 — линейная интерполяция, задается перемещение 1—2, равное 35 мм, в направлении, противоположном оси Z указывается подача по адресу E, равная 10 мм/мин, J включается вращение шпинделя и подача СОЖ (M08).

Кадр 5. Опять вводится абсолютная система отсчета (G90), задается координаты точки 3 ($x = 40$ мм, $z = 90$ мм). На кадр распространяется действие указанной в кадре 4 подготовительной функции G01, поэтому в кадре 5 она не повторяется.

Кадр 6. Переход в относительную систему отсчета (G91), круговая интерполяция по часовой стрелке (G02), приращения по осям X (20 мм) и Z (~ 20 мм), задаются параметры круговой интерполяции: по адресу I проекция радиуса, проведенного из центра дуги в начальную точку — точку J, на ось X ($I = 0$), по адресу K — проекция радиуса на ось Z ($K = 20$ мм).

Кадр 7. Абсолютная система отсчета (G90), линейная интерполяция — рабочий ход по прямой (G01), координаты точки 5 ($x = 80$ мм, $Z = 0$) — точки, куда необходимо прийти, новая частота вращения шпинделя $S = 350$ об/мин.

Кадр 8. Перемещение на ускоренном ходу (G00) в точку 6 ($x = 100$ мм, $z = 0$), отключение вращения шпинделя и подачи C(Ж) (M09).

Кадр 9. Перемещение на ускоренном ходу в точку 0 с координатой $z = 200$ мм, команда на ускоренный ход сохраняется из кадра 8 и не повторяется. Естественно, что на кадры 7—9 действует команда — абсолютная система отсчета G90 кадра 7, поэтому в кадрах 8 и 9 она не повторяется. Цикл обработки завершен.

Кадр 10. Конец программы — M02.

Инд. N полл.	Подпись и дата
Взам. инв. N	Подпись и дата
Инв. N лубл.	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.859 ПЗ	Лист
						88

Схема подготовки УП может быть различной и зависит от условий производства, но в большинстве случаев УП должна быть зафиксирована на каком-то программноносителе.

Инв. N полл.	Подпись и дата	Взам. инв N	Инв. N лубл.	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ДП 44.03.04.859 ПЗ

Техническая документация

Инв. N полл.	Подпись и дата	Взам. инв N	Инв. N лубл.	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ДП 44.03.04.859 ПЗ

Презентация к уроку теоретического обучения

Индв. N полл.	Подпись и дата	Взам. инв N	Индв. N лубл.	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ДП 44.03.04.859 ПЗ

Инд. N полл.	Подпись и дата	Взам. инв N	Инд. N лубл.	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ДП 44.03.04.859 ПЗ