

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

*СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА  
МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ «ЗАГЛУШКА»*

Выпускная квалификационная работа  
по направлению 44.03.04 Профессиональное обучение (по отраслям)  
профилю подготовки Машиностроение и материалобработка  
профилизации «Технология и оборудование машиностроения»

Идентификационный код ВКР: 634

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.

*ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА*

*СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА  
МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ «ЗАГЛУШКА»*

Исполнитель:

студент группы ЗТО-502

Нелепков К.А.

Руководитель:

Ст. преподаватель

Костина О.В.

Нормоконтролер:

доцент, к.т.н.

Суриков В.П.

Екатеринбург

2017

Первое примечание

Справ. N

Подпись и дата

Инв. N дубл.

Взам. инв N

Подпись и дата

Инв. N подл.

## АННОТАЦИЯ

Выпускная квалификационная работа содержит 118 листов печатного текста, 8 иллюстраций, 40 таблиц, 25 использованных источников, 5 приложения на 23 листах, графическую часть на 8 листах и 1 компакт-диск.

Ключевые слова: ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС, МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА, ОБРАБАТЫВАЮЩИЙ ЦЕНТР, ИНСТРУМЕНТ, ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ, ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ, МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЗАНЯТИЯ.

В работе был усовершенствован базовый технологический процесс обработки детали «Заглушка».

Проанализирован базовый технологического процесса, выбрано современное оборудование, рассчитаны режимы резания и технические нормы времени на изготовление детали, разработана управляющая программа.

В экономической части выполнен расчет затрат и определена экономическая эффективность предлагаемого технологического процесса.

Разработан учебный план с учетом требований профессионального стандарта и методика проведения занятия для переподготовки операторов станков с ЧПУ 4-го разряда.

ДП 44.03.04.634. ПЗ

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата				
Разраб.		Нелепов К.			Совершенствование технологического процесса Механической обработки детали «Заглушка» Пояснительная записка	Лит.	Лист	Листов
Руковод.		Костина О.В.					2	
Н. Контр.		Суриков В.П..				ФГАОУ ВО РГППУ, ИИПО, каф. ТМС, группа ЗТО-502		
Зав.каф.		Бородин Н.В.						

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
1. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ .....	7
1.1. Служебное назначение детали и материала .....	7
1.2. Анализ технических требований к детали .....	9
1.3. Анализ технологичности детали .....	9
1.4. Анализ базового технологического процесса .....	13
1.4.1. Определение типа производства.....	14
1.5. Выбор исходной заготовки и метода ее получения .....	17
1.5.1. Заготовка – поковка на горячештамповочных автоматах .....	18
1.5.2. Заготовка – поковка штампованная на кривошипных горячештамповочных прессах .....	20
1.5.3. Экономический расчет заготовки – поковки штампованной на горячештамповочных автоматах .....	20
1.5.4. Экономический расчет заготовки – поковки штампованной на кривошипных горячештамповочных прессах .....	21
1.6. Выбор технологических баз .....	22
1.7. Разработка технологического маршрута обработки детали .....	27
1.8. Выбор технологического оснащения .....	28
1.9. Выбор режущего инструмента .....	32
1.10. Выбор мерительного инструмента .....	34
2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РАСЧЕТЫ .....	35
2.1. Расчет припусков на механическую обработку .....	35
2.2. Расчет точности обработки .....	38
2.3. Расчет технологических размерных цепей .....	41
2.4. Расчет режимов резания .....	43
2.5. Расчет технических норм времени .....	47

Инд. N подл.	Попись и дата	Взам. инв. N	Инд. N дубл.	Попись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.634 ПЗ	Лист 3
------	------	----------	-------	------	--------------------	-----------

3. РАЗРАБОТКА УПРАВЛЯЮЩЕЙ ПРОГРАММЫ .....	49
3.1. Основные сведения о системе Siemens .....	49
3.2. Основные и дополнительные функции системы ЧПУ .....	49
3.3. Разработка управляющей программы .....	51
4. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ .....	54
4.1. Техническое описание разрабатываемого мероприятия .....	54
4.2. Расчет капитальных затрат .....	55
4.3. Расчет технологической себестоимости детали .....	59
5. МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ .....	78
5.1. Вводная часть .....	78
5.2. Анализ профессионального стандарта по профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ» .....	81
5.3. Анализ учебного плана переподготовки рабочих по профессии «Оператор станков с ЧПУ» в Региональном межотраслевом центре дополнительного профессионального образования ПАО "МЗИК" .....	84
5.4. Разработка содержания и плана проведения учебных занятий по теме «Основы программирования станков и обрабатывающих центров с ЧПУ» .....	87
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	90
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ .....	91
ПРИЛОЖЕНИЕ А. Перечень графического материала .....	94
ПРИЛОЖЕНИЕ Б. Конспект урока по теме «Разработка управляющей программы», тема занятия «Программирование фрезерной обработки» ...	95
ПРИЛОЖЕНИЕ В. Презентация к занятию .....	102
ПРИЛОЖЕНИЕ Г. Комплект технологической документации .....	108
ПРИЛОЖЕНИЕ Д. Управляющая программа .....	113

Иув. N подл.	Иув. N дубл.	Взам. иув. N	Иув. N дубл.	Иув. N дубл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

## ВВЕДЕНИЕ

На машиностроительных предприятиях металлообработка является наиболее важной частью производственного процесса. В связи с этим производится модернизация производства, внедряется современное высокотехнологичное оборудование и появляется заинтересованность в высококвалифицированных специалистах, которые будут обслуживать данное оборудование.

Развитие отечественной машиностроительной промышленности невозможно без широкого использования достижений науки и техники, внедрения прогрессивных технологий. Повышение эффективности производства может быть осуществлено только при использовании высокотехнологичного оборудования и легкостью работы с ним, использованием систем электронного управления, цифровой индексации; интеграция процессов и технологий для автоматизации; смещение от производства отдельного специализированного к многоцелевому оборудованию; обеспечение высокой производительности и функциональности при максимальной точности; использование новых технологий, быстрое создание прототипов и моделирование процессов; применение современного режущего инструмента.

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

Целью дипломного проекта является анализ существующего технологического процесса и предложение по усовершенствованию технологического процесса с применением современного оборудования с программным управлением.

Инва. N подл.	Подпись и дата	Взам. инв. N	Инва. N дубл.	Подпись и дата
---------------	----------------	--------------	---------------	----------------

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.634 ПЗ	Лист
						5

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- проанализировать исходные данные о детали;
- подобрать современное оборудование с ПУ и режущий инструмент;
- разработать и обосновать маршрут изготовления детали «Заглушка»;
- рассчитать экономического обоснования технологического процесса;
- рассмотреть вопросы переподготовки рабочих в рамках методического раздела.

Инв. N подл.	Подпись и дата	Взам. инв N	Инв. N дубл.	Подпись и дата	ДП 44.03.04.634 ПЗ	Лист
						6
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		

# 1. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

## 1.1. Служебное назначение детали и материала

Деталь "Заглушка" является частью клапана, который расположен в турбонасосе двигателя. Данный элемент работает в условиях больших температур и давления.

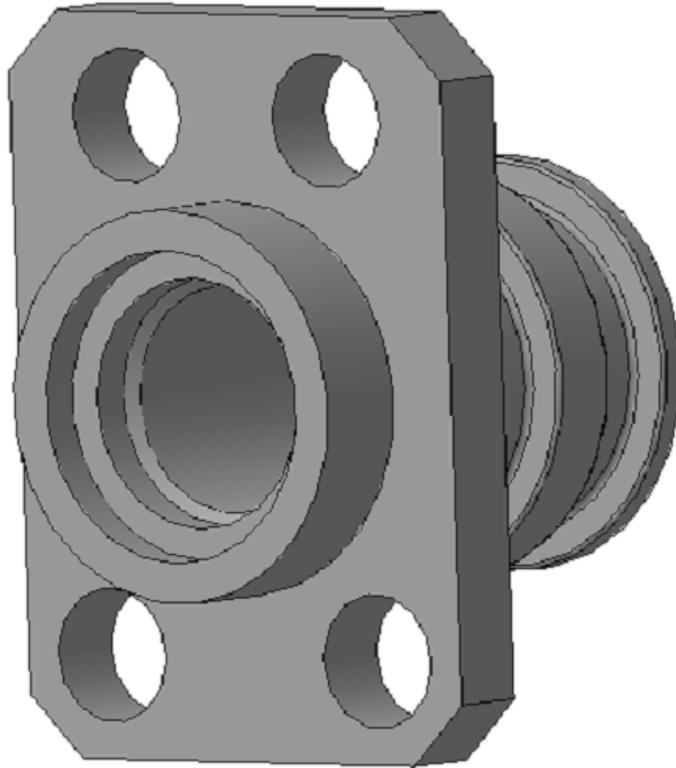


Рисунок 1- деталь «Заглушка»

Масса детали – 0,05 кг.

Годовая программа выпуска – 20000 шт.

Деталь «Заглушка» изготавливается из конструкционной легированной стали марки Сталь 30ХГСА ГОСТ 4543-71.

Сталь 30ХГСА - ограниченно свариваемая, сварка возможна при подогреве до 100-120 градусов и последующей термообработке.

Сталь 30ХГСА флокеночувствительна и склонна к отпускной хрупкости.

Инов. N подл.	Подпись и дата	Взам. инв. N	Инв. N дубл.	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ДП 44.03.04.634 ПЗ

Лист  
7

Таблица 1 - Химический состав стали 30ХГСА

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Cu
0.28 - 0.34	0.9 - 1.2	0.8 - 1.1	до 0.3	до 0.025	до 0.025	0.8 - 1.1	до 0.3

Таблица 2 – Механические свойства

Сортамент	Размер, мм	$\sigma_B$ , МПа	$\sigma_T$ , МПа	$d_5$ , %	$\gamma$ , %	KCU, кДж / м <sup>2</sup>	Термообработка
Прутки, ГОСТ 4543-71	Ø 25	1080	830	10	45	490	Закалка 880°С, масло, Отпуск 540°С, вода,

Хром дает антикоррозийную стойкость и механическую прочность.

Марганец – повышает износостойкость и устойчивость к ударным нагрузкам.

Кремний – повышает значение вязкости (ударной).

Технологические свойства

Закалка этой марки проводится в температурном диапазоне 550 – 650 °С. Термообработка позволяет повысить прочность материала (до значения 2 800 МПа) и пластичность.

Свариваемость – хорошая. Однако качество шва будет обеспечено только при выполнении ряда условий: предварительный разогрев металла (до 300 °С), а после окончания работы – медленное охлаждение участка (для этого пламя горелки постепенно отводится в сторону).

Обрабатываемость резанием: в горячекатаном состоянии при HB 207-217 и  $\sigma_B = 710$  МПа  $K_{v\text{ тв.спл.}} = 0,85$ ,  $K_{v\text{ б.ст.}} = 0,75$ .

Низкая стоимость, так как легирующие компоненты не являются дефицитом.

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.634 ПЗ	Лист
						8

## 1.2. Анализ технических требований к детали

Основной технологической задачей при обработке заглушки является обеспечение:

1) точности размеров ( $\text{Ø}19_{-0,33}$ ,  $\text{Ø}15,1\text{H}10^{(+0,07)}$ ,  $\text{Ø}12,1\text{H}10^{(+0,07)}$ ,  $\text{Ø}10,95^{+0,2}$ ,  $\text{Ø}6^{+0,18}$ ,  $\text{Ø}14_{-0,11}$ ,  $\text{Ø}16,2\text{h}8_{(-0,027)}$ ,  $\text{Ø}19,962_{-0,052}$ ,  $\text{Ø}2^{+0,25}$ ,  $4,2\text{H}12^{(+0,12)}$ ,  $2\pm 0,15$ ,  $14^{+0,5}$ ,  $15,1\pm 0,2$ ,  $4\pm 0,2$ ,  $4_{-0,3}$ ,  $14\pm 0,215$ ,  $6\pm 0,15$ ,  $18\pm 0,2$ ,  $27\pm 0,3$ ,  $12\pm 0,2$ ,  $13,5\pm 0,2$ ,  $18,5\pm 0,2$ ,  $12,5\pm 0,2$ ,  $17,5\pm 0,2$ ,  $16\pm 0,2$ ,  $26\text{h}12_{(-0,21)}$  остальные размеры – по Н14, h14,  $\pm \frac{\text{IT}14}{2}$ );

2) точности расположения поверхностей (допуск торцевого и радиального биения относительно оси отверстия А и Б не более 0,05 мм, );

3) качества поверхностного слоя: Ra=2,5, 3,2 мкм, остальных обрабатываемых поверхностей - Ra=6,3)

## 1.3. Анализ технологичности детали

Анализ технологичности конструкции заключается в оценке возможности изготовления детали по заданному чертежу. Произведем оценку технологичности детали на основе её чертежа.

Оценка технологичности проводится качественно и количественно по ГОСТ 14.201-83. Деталь будет считаться технологична в том случае, когда ее конструкция позволяет применять заготовку у которой форма и размеры рациональны, у которой форма и размеры максимально приближены к форме и размерам готовой детали, а также использовать высокоэффективные процессы обработки. Основные требования технологичности:

- обоснованный выбор материала детали и соответствие требований качества поверхностного слоя с маркой материала детали;
- сокращение числа установов заготовки при обработке;
- возможность использования стандартизованных и нормализованных режущих инструментов и измерительных;

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.634 ПЗ	Лист
						9

- обеспечение высокоэффективных условий работы режущего инструмента;
- унификация формы и размеров обрабатываемых элементов, что позволит выполнить обработку их минимальным числом инструментов и использование типовых подпрограмм на станках с ЧПУ и т.д.

*Качественная оценка:*

1. Конфигурация детали и материал позволяет применять наиболее прогрессивные заготовки, сокращающие объем механической обработки (кривошипные горячештамповочные прессы).

2. При конструировании изделия используются простые геометрические формы, позволяющие применять высокопроизводительные методы производства. Есть удобная и надежная технологическая база в процессе обработки.

3. Обоснованы заданные требования к точности размеров и формы детали.

4. Использована унификация элементов детали (сквозные отверстия одного размера, два типа размера фасок).

5. Для снижения объема механической обработки предусмотрены допуски только по размерам посадочных поверхностей.

6. Обеспечена достаточная жесткость детали.

7. Предусмотрена возможность удобного подвода жесткого и высокопроизводительного инструмента к зоне обработки детали.

8. Обеспечен свободный вход и выход инструмента из зоны обработки.

По качественным показателям деталь является достаточно технологичной.

*Количественная оценка:*

1. Коэффициент точности обработки детали

$$K_m = \frac{T_H}{T_0} = 0$$

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.634 ПЗ	Лист 10

где  $T_n$  – число размеров необоснованной степени точности обработки;  
 $T_o$  – общее число размеров, подлежащее обработке

2. Коэффициент шероховатости поверхности детали

$$K_u = \frac{Ш_n}{Ш_o} = 0$$

где  $Ш_n$  – число поверхностей детали, необоснованной шероховатости;  
 $Ш_o$  – общее число поверхностей детали, подлежащих обработке.

Конфигурация детали и материал позволяет применять заготовки поковки штампованные, прокат.

При конструировании изделия используются простые геометрические формы, позволяющие применять высокопроизводительные методы производства. Есть удобная и надежная технологическая база в процессе обработки. Деталь имеет небольшие габаритные размеры.

Изучив чертеж детали, сформулируем следующие технологические задачи:

Обеспечить качество:

Обоснованы заданные требования к точности размеров и формы детали.

Использована унификация элементов детали: одинаковые диаметры 4-х отверстий  $\varnothing 6,5\text{мм}$ , 4 фаски  $3 \times 45^\circ$ , на цилиндрической части детали имеют одинаковые выточки шириной 4,2 мм.

По качественным показателям деталь является технологичной.

Обработка стали 30ХГСА не вызывает особой трудности и производится стандартными инструментами.

В остальном деталь достаточно технологична, допускает применения высокопроизводительных режимов обработки, имеет хорошо развитые поверхности, выбираемые в качестве технологических баз, чтобы обеспечить надежную ориентировку и жесткость крепления детали.

*Количественная оценка технологичности.*

Коэффициент использования материала заготовки  $K_{им}$ .

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.634 ПЗ	Лист
						11

$$K_{\text{им}} = \frac{M_{\text{чист}}}{M_{\text{заг}}},$$

где  $M_{\text{чист}}$  – масса готовой детали, кг;

$M_{\text{заг}}$  – масса исходной заготовки, кг.

$$K_{\text{им}} = \frac{M_{\text{чист}}}{M_{\text{заг}}} = \frac{0,05}{0,09} = 0,56.$$

Коэффициент точности обработки детали

Из чертежа видно, что суммарное количество указанных на чертеже размеров составляет 241, из которых:

6 квалитет – 2–Ø120мм и Ø115мм;

8 квалитет – 2– Ø98мм, Ø550мм;

9 квалитет – 1– Ø425мм;

11 квалитет – 1– Ø560мм;

12 квалитет – 5– Ø561мм, Ø512мм, Ø634мм, 20мм, 7мм;

14 квалитет – 87 – 17 отверстий Ø30мм, 17 отверстий Ø13,2мм, 9 отверстий Ø9мм, 16 отверстий Ø25мм, Ø12мм, Ø11мм, Ø449мм, Ø135мм, 12 отверстий Ø50мм, 8 отверстий Ø10мм, Ø10, Ø2;

15 квалитет – 10 – 6 отв. Ø100мм, 29мм, 35 мм, 20мм, 26мм.

Остальные размеры со специальными допусками.

$$K_{\text{му.д.}} = 1 - \frac{1}{\bar{A}},$$

где  $\bar{A}$  – средний квалитет точности

$$\bar{A} = \frac{((6 \cdot 2) + (8 \cdot 2) + (9 \cdot 1) + (11 \cdot 1) + (12 \cdot 5) + (14 \cdot 87) + (15 \cdot 10))}{241} = 6,12$$

$$K_{\text{му.д.}} = 1 - \frac{1}{6,12} = 0,84$$

Если коэффициент точности обработки удовлетворяет условию  $K_{\text{му.д.}} > 0,8$ , то деталь технологична по точности. Поскольку  $K_{\text{му.д.}} = 0,84 > 0,8$  то рассматриваемая деталь является технологичной по точности.

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.634 ПЗ	Лист
						12

Коэффициент шероховатости поверхности детали.

$$K_u = \frac{\sum n_{im}}{\sum Ш \cdot n_{im}},$$

где  $n_{im}$  – число поверхностей соответствующей шероховатости;

Ш – шероховатость поверхности.

Ra 1,25 – 1;

Ra 2,5 – 7;

Rz 20=Ra5, – 9; [9, с. 188 табл. 122]

Rz40=Ra10 – 1; [9, с. 188 табл. 122]

Rz 80= Ra20–223. [9, с. 188 табл. 122]

$$K_u = \frac{241}{((2,5 \cdot 7) + (1,25 \cdot 1) + (5,0 \cdot 9) + (10 \cdot 1) + (20 \cdot 223))} = 0,05, \text{ что допустимо}$$

Если коэффициент шероховатости поверхности удовлетворяет условию  $K_u < 0,32$ , то деталь технологична по шероховатости поверхности. Поскольку,  $K_u = 0,05 < 0,32$ , то рассматриваемая деталь является технологичной по шероховатости поверхности.

#### 1.4. Анализ базового технологического процесса

Деталь в базовом варианте обрабатывалась на универсальном оборудовании, маршрут изготовления детали представлен в таблице 3.

Таблица 3 - Технологический маршрут изготовления детали «Заглушка» в серийном производстве

Операция	T <sub>шт., мин</sub>	m <sub>p</sub>	P	η <sub>з.н.</sub>	O
Токарная	5,64	0,67	1	0,7	1
Токарная	13,82	1,63	2	0,7	1
Фрезерная	0,4	0,1	1	4	1
Вертикально-сверлильная	0,8	0,1	1	0,7	6
Промывка					
Контроль					
	$\sum T_{шт.(ш-к)}=19,46$		$\sum P = 5$		$\sum O = 9$

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

### 1.4.1. Определение типа производства

Перед определением типа производства, необходимо определить к какому классу относится деталь. Для этого надо рассчитать её массу. Расчет производится путем определения объема детали и последующего умножения его на плотность материала детали.

Деталь имеет сложную пространственную форму, сочетающая множество конструктивных элементов, таких как выступы, отверстия, радиусные участки и т.п. Поэтому для проведения расчетов, форма детали упрощается.

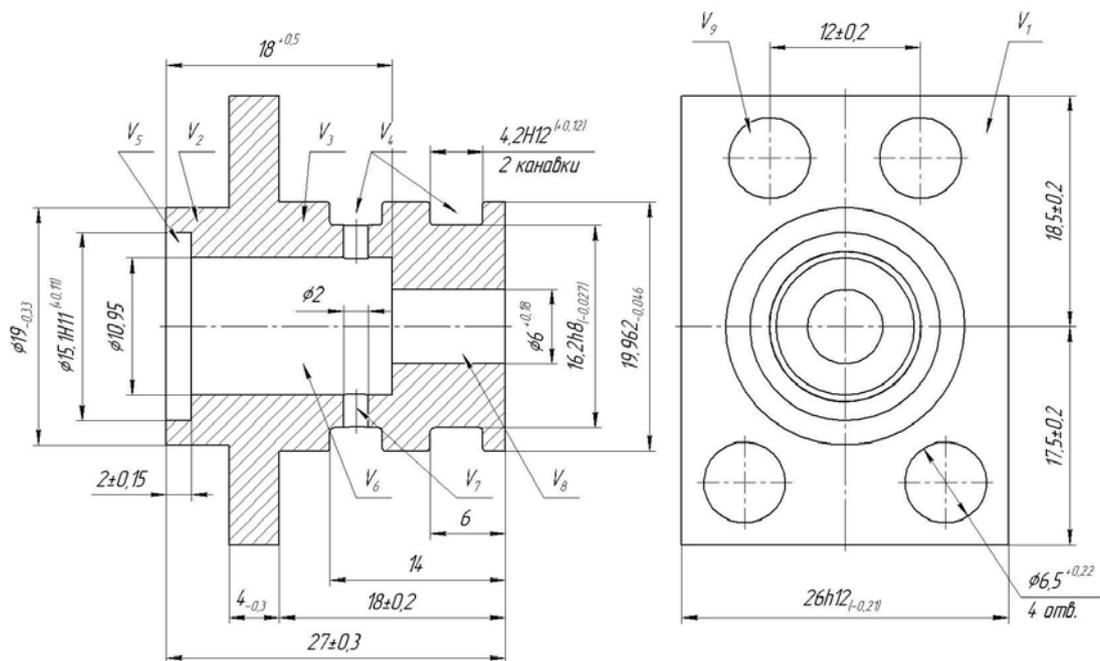


Рисунок 2 –Чертеж детали для определения объёма

Зависимость для определения объёма детали будет иметь вид:

$$V = V_1 + V_2 + V_3 - V_4 - V_5 - V_6 - V_7 - V_8 - V_9$$

где  $V_1 = 26 \cdot 36 \cdot 4 = 3744 \text{ мм}^3$ ,

$$V_2 = 3,1416 \cdot 9,5^2 \cdot 5 = 1418 \text{ мм}^3,$$

$$V_3 = 3,1416 \cdot 9,981^2 \cdot 18 = 5633,4 \text{ мм}^3,$$

$$V_4 = 2 \cdot (2 \cdot 3,1416 \cdot 18,081 \cdot 4,2 \cdot 1,881) = 1795 \text{ мм}^3,$$

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.634 ПЗ	Лист
						14

$$V_5 = 3,1416 \cdot 7,55^2 \cdot 2 = 358,2 \text{ мм}^3,$$

$$V_6 = 3,1416 \cdot 5,475^2 \cdot 16 = 1507 \text{ мм}^3,$$

$$V_7 = 3,1416 \cdot 3^2 \cdot 9 = 254,5 \text{ мм}^3,$$

$$V_8 = 3,1416 \cdot 1^2 \cdot 2,63 = 8,3 \text{ мм}^3,$$

$$V_9 = 4 \cdot (3,1416 \cdot 3,25^2 \cdot 4) = 531 \text{ мм}^3,$$

Объём детали равен:

$$V = 3744 + 1418 + 5633,4 - 1795 - 358,2 - 1507 - 254,5 - 8,3 - 531 = 6341,4 \text{ мм}^3,$$

Масса детали определяется по формуле:

$$m = V \cdot \rho$$

где  $\rho_{\text{зочугса}} = 0,0078 \text{ г/мм}^3,$

$$\text{Тогда: } m = 6341,4 \cdot 0,0078 = 49,5 \text{ г или } 0,05 \text{ кг}$$

По результатам компьютерного моделирования детали в одном из распространённых инженерных пакетов, учитывающего все конструктивные особенности, получаем более точную цифру:

$$m=0,05 \text{ кг}$$

В соответствии с заданием годовая программа выпуска равна 20000 шт. С учетом годовой программы и массы детали определяется тип производства в соответствии с таблицей 4. Для рассматриваемого варианта производство является среднесерийным.

Таблица 4 - Ориентировочные данные для определения типа производства [4 стр. 6, табл. 2.1]:

Масса детали, кг	Объём годового выпуска деталей N, шт. в зависимости от типа производства			
	мелкосерийное	среднесерийное	крупносерийное	массовое
< 1	< 2000	2000 – 75000	75000 – 200000	> 200000
1 - 2,5	<1000	1000 – 50000	50000 – 100000	> 100000
2,5 - 5	< 500	500 – 35000	35000 – 75000	> 75000
5 - 10	< 300	300 – 25000	25000 – 50000	> 50000
> 10	< 200	200 – 10000	10000 – 25000	> 25000

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

Определим тип производства, характеризующийся коэффициентом закрепления операций Кз.о., который определяется по формуле [4, с. 33]:

$$Кз.о. = \frac{\sum O}{\sum P}$$

где  $\Sigma O$ - суммарное число различных операций;

$\Sigma P$ - суммарное число рабочих мест, на которых выполняются данные операции.

Годовая программа выпуска из задания равна  $N=20000$  шт. в год.

Установим соотношение между трудоемкостью выполнения операций и производительностью рабочих мест (оборудования) в соответствии с нормативными коэффициентами загрузки оборудования.

Зная штучное время  $T_{шт}$ , определим количество станков [4, с. 34]:

$$m_{P1} = \frac{N}{60} \frac{T_{шт1(ш-к)}}{Fg \eta_{з.н.}} = \frac{20000 \cdot 5,64}{60 \cdot 4029 \cdot 0,7} = 0,67$$

$$m_{P2} = \frac{N}{60} \frac{T_{шт2(ш-к)}}{Fg \eta_{з.н.}} = \frac{20000 \cdot 13,82}{60 \cdot 4029 \cdot 0,7} = 1,63$$

$$m_{P3} = \frac{N}{60} \frac{T_{шт3(ш-к)}}{Fg \eta_{з.н.}} = \frac{20000 \cdot 0,8}{60 \cdot 4029 \cdot 0,7} = 0,1$$

где  $Fg = 4029$  ч – действительный годовой фонд времени (при двухсменной работе);

$\eta_{з.н.} = 0,65-0,75$  – нормативный коэффициент загрузки для крупносерийного и массового производства.

Фактический коэффициент загрузки  $\eta_{ф.н.}$  определяется по формуле [5, с. 35]:

$$\eta_{з.ф1} = \frac{m_{P1}}{p_1} = \frac{0,67}{1} = 0,67$$

$$\eta_{з.ф2} = \frac{m_{P2}}{p_2} = \frac{1,63}{2} = 0,82$$

$$\eta_{з.ф3} = \frac{m_{P3}}{p_3} = \frac{0,1}{1} = 0,1$$

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.634 ПЗ	Лист
						16

Определим количество операций по формуле [4, с. 35]:

$$O_1 = \eta_{з.н.} / \eta_{з.ф} = 0,7 / 0,67 = 1,04 = 1.$$

$$O_2 = 0,7 / 0,82 = 0,85 = 1$$

$$O_3 = 0,7 / 0,1 = 7$$

Все данные для расчета Кз.о. занесем в таблицу 5.

Годовой выпуск деталей N составляет 10000 дет/год.

Серийное производство характеризуется запуском деталей в производство партиями. нерегулярно повторяющимся изготовлением и выпуском одинаковых изделий.

Коэффициент закрепления операций

$$Кз.о. = \frac{\sum O}{\sum P} = \frac{9}{4} = 2,25$$

$$1 < 2,25 < 10$$

$1 < Кз.о. < 10$  – характеристика крупносерийного производства.

Определение организационно-технологической характеристики типа производства.

Форма организации производственного процесса – групповая.

Определим количество деталей в партии по формуле [5, с. 36]:

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

где a – периодичность запуска в днях,

254 – количество рабочих дней в году.

$$n = \frac{10000 \cdot 6}{254} = 236 \text{ шт.}$$

Примем n = 236 шт. – размер партии деталей.

### 1.5. Выбор исходной заготовки и метода её получения

При выборе заготовки необходимо:

- установить способ получения заготовки;
- рассчитать припуски на обработку каждой поверхности;

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.634 ПЗ	Лист
						17

- рассчитать размеры и указать допуски на заготовку;
- разработать чертеж заготовки.

### 1.5.1. Заготовка – поковка на горячештамповочных автоматах

Точность поковки – Т2 (ГОСТ 7505-89).

Рассчитаем массу описывающей фигуры:

$$G_{\Pi} = 1,05 \cdot \rho \cdot V_{\Pi} \cdot 10^{-6},$$

где  $\rho$  – плотность стали, кг/м<sup>3</sup>;

$V_{\Pi}$  – объём цилиндра, мм<sup>3</sup>;

$$V_{\Pi} = \frac{\pi}{4} (D_{\phi}^2 \cdot L_{\phi})$$

где  $D_{\phi}$  – диаметральный размер описываемого цилиндра, мм;

$L_{\phi}$  – линейный размер описываемого цилиндра, мм;

$$V_{\Pi} = \frac{\pi}{4} (42^2 \cdot 27) = 37407 \text{ мм}^3$$

$$G_{\Pi} = 1,05 \cdot 7,8 \cdot 37407 \cdot 10^{-6} = 0,31 \text{ кг.}$$

Соотношение массы поковки и массы описывающей фигуры будет иметь следующее значение:  $G_{\Pi} / G_{\phi} = 0,09 / 0,31 = 0,29$ .

В соответствии с полученными параметрами можно принять степень сложности поковки С3.

Группа материалов - М2.

Исходный индекс – 6.

Для удобства проектирования маршрутов обработки каждой поверхности детали необходимо предварительно эти поверхности пронумеровать. Желательно придерживаться при этом определенных правил. Номера торцовых поверхностей слева направо должны увеличиваться (в направлении оси Z). Их желательно обозначить нечетными номерами, что облегчит проведение размерного анализа. Тогда цилиндрические поверхности,

Инд. N подл.	Подпись и дата	Взам. инв. N	Индв. N дубл.	Подпись и дата
--------------	----------------	--------------	---------------	----------------

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

фаски, лыски, а также несоосные отверстия можно обозначить четными номерами в направлении слева направо по часовой стрелке.

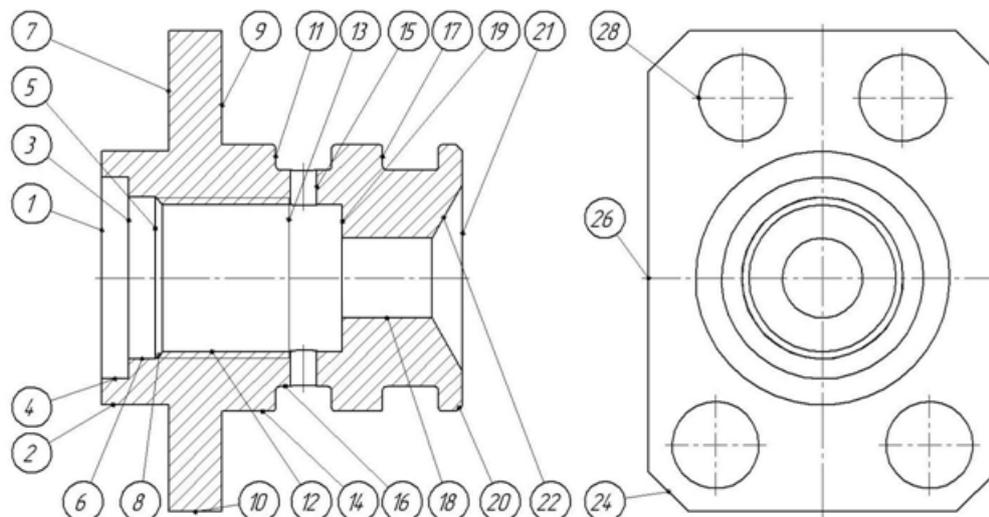


Рисунок 3 – Нумерация обрабатываемых поверхностей детали

По определенному ранее исходному индексу и шероховатости поверхностей детали определяются припуски на поверхности исходной заготовки. Полученные результаты показаны в таблицу 5.

Таблица 5 – Основные припуски поковки

Номер поверхности	Длина, ширина, диаметр, глубина, высота, мм	Шероховатость Ra, мкм	Класс точности	Ряд припусков	Допуски и отклонения на заготовку, мм	Припуск на сторону Z, мм	Размер заготовки с допуском
1	27	6,3	3	7	0,8 <sup>(+0,5)</sup> <sub>(-0,3)</sub>	0,9	28,8 <sup>+0,5</sup> <sub>-0,3</sub>
21		6,3				0,9	
7	4	6,3			0,8 <sup>(+0,5)</sup> <sub>(-0,3)</sub>	0,9	5,8 <sup>+0,5</sup> <sub>-0,3</sub>
9		6,3				0,9	
2	Ø19	6,3			0,8 <sup>(+0,5)</sup> <sub>(-0,3)</sub>	0,9	Ø20,8 <sup>+0,5</sup> <sub>-0,3</sub>
10	36	6,3			0,8 <sup>(+0,5)</sup> <sub>(-0,3)</sub>	0,9	37,8 <sup>+0,5</sup> <sub>-0,3</sub>
14	Ø19,962	6,3			0,8 <sup>(+0,5)</sup> <sub>(-0,3)</sub>	0,9	Ø21,762 <sup>+0,5</sup> <sub>-0,3</sub>
26	26	6,3			0,8 <sup>(+0,5)</sup> <sub>(-0,3)</sub>	0,9	27,8 <sup>+0,5</sup> <sub>-0,3</sub>

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

### 1.5.2. Заготовка – поковка штампованная на кривошипных горячештамповочных прессах

Точность поковки – Т3 (ГОСТ 7505-89).

Степень сложности – С3.

Группа материалов - М2.

Исходный индекс – 7.

Таблица 6 - Данные для расчета заготовки

Номер поверхности	Длина, ширина, диаметр, глубина, высота, мм	Шероховатость Ra, мкм	Класс точности	Ряд припусков	Допуски и отклонения на заготовку, мм	Припуск на сторону Z, мм	Размер заготовки с допуском
1	27	6,3	3	7	0,9 (+0,6 -0,3)	1,0	29 <sup>+0,6</sup> <sub>-0,3</sub>
21		6,3				1,0	
7	4	6,3			0,9 (+0,6 -0,3)	1,0	6 <sup>+0,6</sup> <sub>-0,3</sub>
9		6,3				1,0	
2	Ø19	6,3			0,9 (+0,6 -0,3)	1,0	Ø21 <sup>+0,6</sup> <sub>-0,3</sub>
10	36	6,3			0,9 (+0,6 -0,3)	1,0	38 <sup>+0,6</sup> <sub>-0,3</sub>
14	Ø19,962	6,3			0,9 (+0,6 -0,3)	1,0	Ø21,962 <sup>+0,6</sup> <sub>-0,3</sub>
26	26	6,3			0,9 (+0,6 -0,3)	1,0	28 <sup>+0,6</sup> <sub>-0,3</sub>

### 1.5.3. Экономический расчет заготовки - поковки штампованной на горячештамповочных автоматах

$$m_{заг} = V \cdot \rho \cdot 10^{-6} \quad \rho = 7,8$$

$$m_{заг} = 11500 \cdot 7,8 \cdot 10^{-6} = 0,0897 \text{ кг - масса заготовки}$$

$$K_{и.м} = \frac{m_{дет}}{m_{заг}} = \frac{0,06}{0,0897} = 0,669 \text{ - коэффициент использования материала}$$

$$C_з = M \cdot Ц_М - M_о \cdot Ц_о + C_{з.ч} \cdot T_{шт} \left(1 + \frac{C_ц}{100}\right) \text{ - стоимость заготовки}$$

Инва. N подл. | Подпись и дата | Взам. инв. N | Инв. N дубл. | Подпись и дата

$$C_3 = \frac{0,0897 \cdot 710}{1000} - \frac{0,0297 \cdot 29,8}{1000} + 0,241 \cdot \left(1 + \frac{100}{100}\right) = 0,55 \text{ руб.}$$

#### 1.5.4. Экономический расчет заготовки - поковки штампованной на кривошипных горячештамповочных прессах

$$m_{заг} = V \cdot \rho \cdot 10^{-6} \quad \rho = 7,8$$

$$m_{заг} = 11538,462 \cdot 7,8 \cdot 10^{-6} = 0,09 \text{ кг - масса заготовки}$$

$$K_{и.м} = \frac{m_{дет}}{m_{заг}} = \frac{0,06}{0,09} = 0,667 \text{ - коэффициент использования материала}$$

$$C_3 = M \cdot C_M - M_0 \cdot C_0 + C_{з.ч} \cdot T_{шт} \left(1 + \frac{C_ч}{100}\right) \text{ - стоимость заготовки}$$

$$C_3 = \frac{0,09 \cdot 470}{1000} - \frac{0,03 \cdot 29,8}{1000} + 0,241 \cdot \left(1 + \frac{100}{100}\right) = 0,52 \text{ руб}$$

Таблица 7 - Данные для расчета стоимости заготовки по вариантам

Общие исходные данные	Наименования показателей	1-й вариант	2-й вариант
Материал детали – 30ХГСА	Вид заготовки	Штамповка покованная на ГША	Штамповка покованная на КГП
Масса детали – 0,05 кг	Группа стали	М2	М2
Годовая программа – 20000 шт	Степень сложности	С3	С3
Такт выпуска – 473 шт	Класс точности	2	3
	Исходный индекс	6	7
Тип производства – крупносерийное	Масса заготовки, кг	0,0897	0,09
	Стоимость 1 т заготовок	710	470
	Стоимость 1 т стружки	29,8	29,8
	Коэффициент использования материала $K_{и.м}$	0,56	0,56

$\mathcal{E}_3 = (C_{31} - C_{32}) \cdot N$  - экономический эффект при сопоставлении способов получения заготовок, при которых технологический процесс механической обработки не меняется.

Инь. N подл.	Взам. инв. N	Инь. N дубл.	Подпись и дата
--------------	--------------	--------------	----------------

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

$$\mathcal{E}_3 = (0,55 - 0,52) \cdot 20000 = 600 \text{ руб.}$$

Вывод: исходя из экономических расчетов, выбираем заготовку – поковку штампованную на кривошипных горячештамповочных прессах, т.к. она является экономичной.

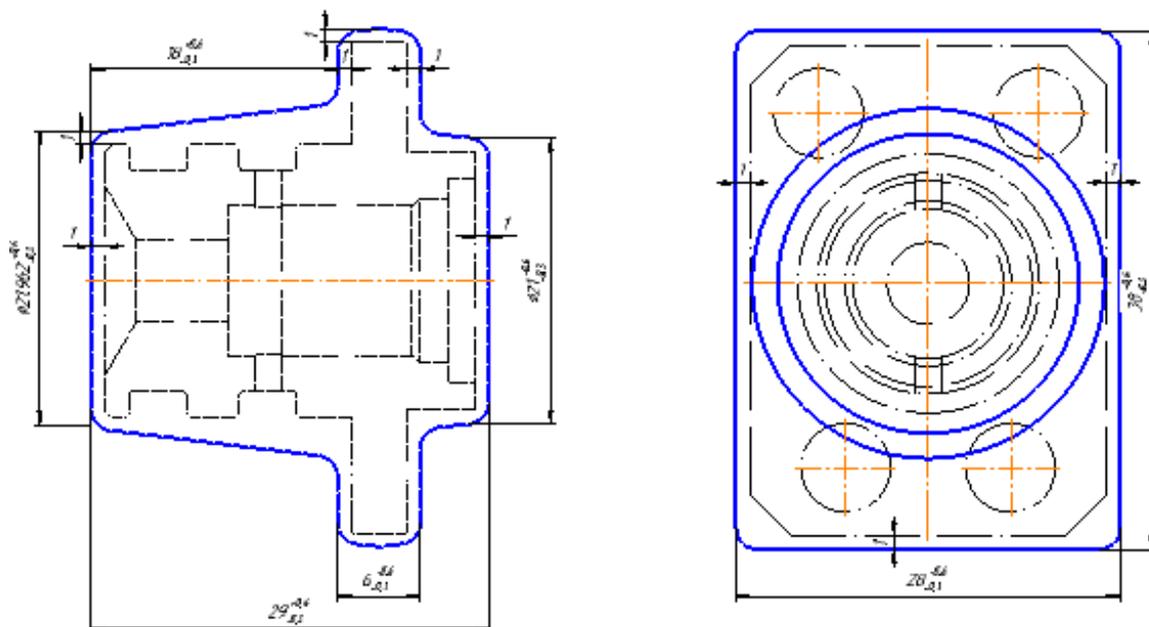


Рисунок 4 - Эскиз заготовки – штамповки детали «Заглушка»

### 1.6. Выбор технологических баз

Выбор технологических баз в значительной степени определяет точность размеров, получаемых в процессе обработки, выбор режущих инструментов и станочных приспособлений. Исходными данными для выбора баз является чертеж с техническими требованиями.

Основные принципы и требования к выбору технологических баз:

- принцип совмещения баз, когда в качестве технологических баз принимают основные базы, т.е. конструкторские базы, используемые для определения положения детали в изделии. В случае несовпадения технологических и конструкторских баз возникает необходимость пересчета допусков, заданных конструктором, в сторону их уменьшения;

Инов. N подл.	Подпись и дата
Взам. инв. N	Инов. N дубл.
Инов. N подл.	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.634 ПЗ	Лист
						22

- принцип постоянства баз, когда на всех основных операциях используют одни и те же базы. Для соблюдения этого принципа часто создают базы, не имеющие конструктивного назначения (например, центровые гнезда у валов и т. п.);

- требование хорошей устойчивости и надежности установки заготовки.

Следует иметь в виду, что наибольшая точность достигается при условии использования на всех операциях механической обработки одних и тех же комплектов баз, т.е. при соблюдении принципа их единства.

Оценку точности базирования при выполнении каждой операции рекомендуется производить в следующем порядке:

1. Установить соблюдается ли принцип совмещения баз при выдерживании заданных размеров. При этом следует рассмотреть основные размеры или группы идентичных размеров детали по различным координатным направлениям (например, для цилиндрической детали – осевые размеры, радиальное биение поверхностей и др.). Если указанный принцип соблюдается, погрешность базирования равна нулю, а анализ точности базирования на этом заканчивается.

2. Если принцип совмещения баз не соблюдается, установить оказывает ли это влияние на точность обработки по данным параметрам. Следует иметь в виду, что в ряде случаев точность размеров обеспечивается за счет наладки инструментов относительно друг друга и от базирования не зависит.

Операция 005. Токарная

Станок токарно-винторезный 16К20

На рассматриваемой операции обрабатываем поверхности 1, 2, 7. Для ориентации (базирования) заготовки в качестве черновой базы выбрана необработанная цилиндрическая поверхность 14 и торец 9 (рис. 5).

Поверхность 14, исходя из ее протяженности, принята в качестве двойной направляющей базы. Она лишает заготовку четырех степеней

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

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

свободы (перемещения вдоль двух осей и поворота относительно этих же осей).

Поверхность 9 принята в качестве опорной базы. Она лишает заготовку одной из трех степеней свободы (перемещения вдоль одной оси).

Основания. Послужившие для выбора черновых баз:

- 1) поверхности черновых баз обеспечивают достаточно устойчивое положение заготовки в приспособлении;
- 2) на данном установе ведется обработка поверхностей, к точности и качеству которых не предъявляются высокие требования.

Эта схема установки обеспечивает неполную ориентацию заготовки в системе координат станка, т.к. заготовка оказывается лишенной пяти степеней свободы (три перемещения и два поворота относительно координатных осей). Данная ориентация достаточна для обеспечения точности всех обрабатываемых на операции поверхностей.

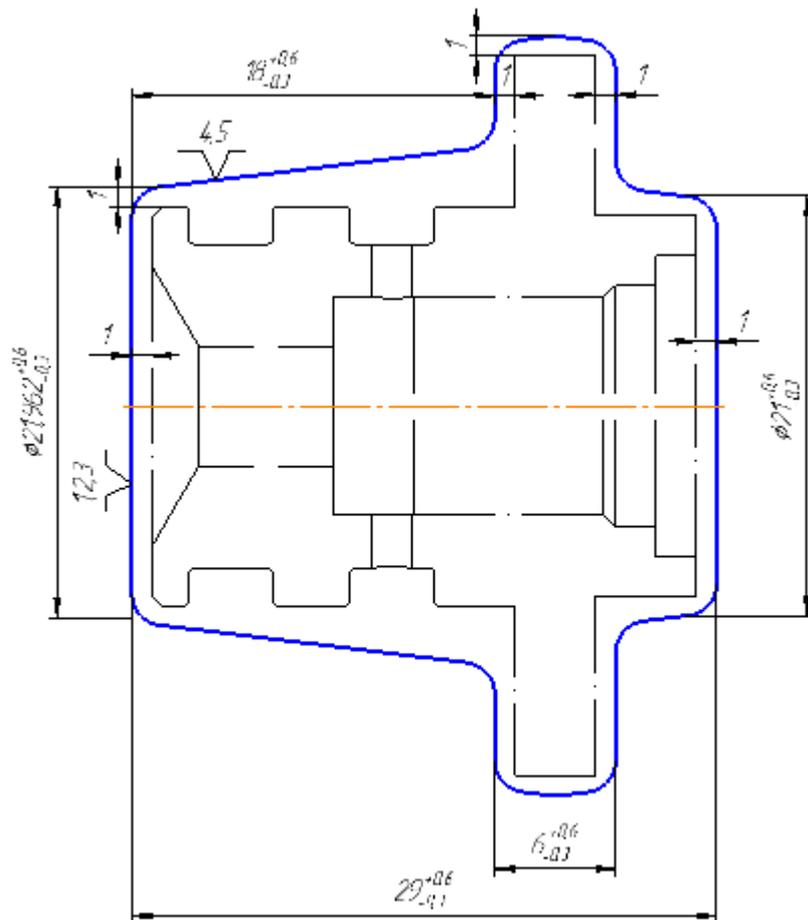


Рисунок 5 - Схема базирования заготовки операции 005

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.634 ПЗ	Лист 24

Операция 010. Комплексная с ЧПУ  
 Обрабатывающий центр СТХ beta 800 t c  
 Установ А

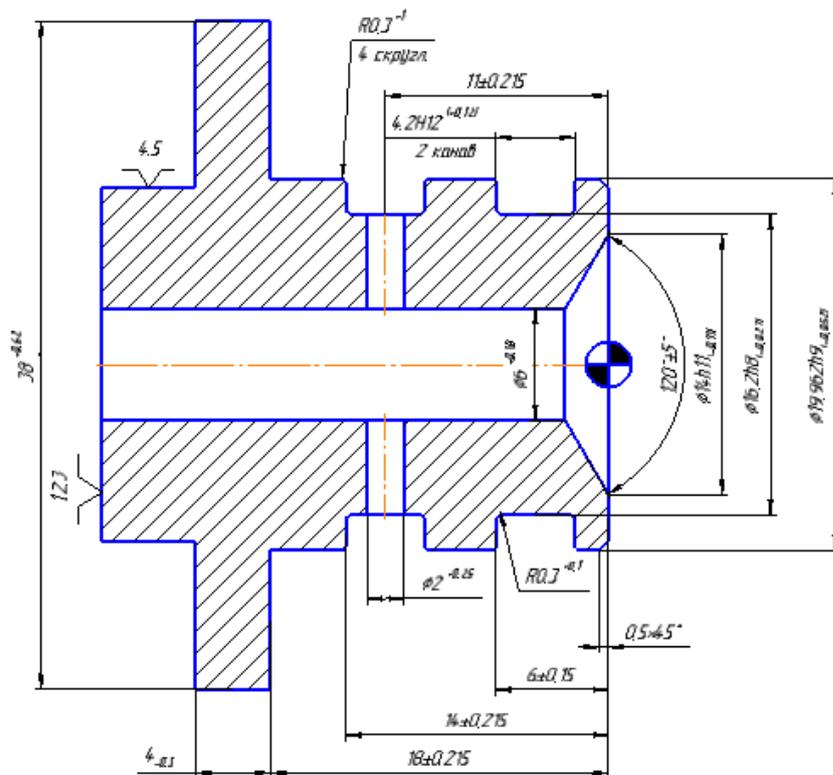


Рисунок 6 - Схема базирования заготовки операция 010 установ А

На рассматриваемом установе требуется обработать поверхности 9, 11, 14, 15, 16, 17, 18, 20, 21 и 22. Для ориентации (базирования) заготовки в качестве чистовых баз выбраны обработанные на предыдущем установе цилиндрическая поверхность 2 и торец 7.

Поверхность 7, в соответствии с ее размерами и положением относительно обрабатываемых поверхностей, выбрана в качестве установочной базы, которая лишает заготовку трех степеней свободы (перемещения вдоль одной оси и поворота относительно двух других осей).

Поверхность 2 принята в качестве двойной опорной базы. Она лишает заготовку двух степеней свободы (перемещения вдоль двух координатных осей).

Такая схема установки обеспечивает неполную ориентацию заготовки в системе координат станка, т.к. заготовка оказывается лишенной пяти степеней свободы (три перемещения и два поворота относительно координатных осей).

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.634 ПЗ	Лист 25







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.

Для данной технологии выберем токарно-фрезерный обрабатывающий центр CTX beta 800 TC с новым ультракомпактным токарно-фрезерным шпинделем.



Рисунок 8 - Токарно-фрезерный обрабатывающий центр CTX beta 800 TC

Инва. N подл.	Взам. инв. N	Инва. N дубл.	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Страна: Япония, Германия

Производитель: DMG MORI SEIKI

Группа: Токарно-фрезерные станки станки

Система управления: Celos, Siemens

Новый CTX beta 800 TC представляет собой максимально маневренный станок в сфере токарной и фрезерной обработки заготовок диаметром до 500 мм и длиной обработки до 800 мм.

Станок представлен в новом общем дизайне, с улучшенной функциональностью и стойкостью к повреждениям. Технические характеристики впечатляют. Ход по оси Y 200 мм. Ключевой элемент станка - ось В с линейным приводом и диапазоном поворота 110°. Станок укомплектован новым малогабаритным токарно-фрезерным шпинделем.

Компактный дизайн шпинделя со встроенным гидравлическим цилиндром для зажима инструмента имеет длину всего 350 мм и обеспечивает крутящий момент в 120 Нм. По сравнению со стандартным шпинделем улучшенный новый шпиндель позволяет повысить крутящий момент на 20 % и увеличить рабочую поверхность на 170 мм. Кроме того, затраты на оборудование снижены, т. к. магазины могут использовать стандартные инструменты для наклонных поверхностей и полостей. Помимо основательно увеличенной маневренности и производительности, CTX beta 800 TC доступен по привлекательной цене и предоставляет возможности эффективной токарно-фрезерной обработки небольших деталей.

Станок CTX beta 800 TC, оснащенный системой управления CELOS с экраном 21,5 дюйма и системами ERGOline® и SIEMENS. Станок выпускается с версией Operate 4.5 SIEMENS 840D solutionline в базовой комплектации и снабжен панелью управления ERGOline® с 19-дюймовым экраном. Дополнением к разнообразным возможностям станка служат 11 уникальных технологических циклов. Как результат - время программирования может быть уменьшено на 60 %.

Инва. N подл.	Подпись и дата	Взам. инв. N	Инва. N дубл.	Подпись и дата
---------------	----------------	--------------	---------------	----------------

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

ДП 44.03.04.634 ПЗ

Лист  
30

Технические характеристики обрабатывающего токарно-фрезерного центра представлены в таблице 9.

Таблица 9 – Характеристики обрабатывающего центра

Технические данные		CTX beta 800 TC
<b>Рабочая зона</b>		
Максимальный диаметр обработки	mm	500
Максимальная длина точения (задняя бабка / контршпиндель)	mm	800
Расстояние от главного шпинделя до контршпинделя (без патрона)	mm	1,020
<b>Главный шпиндель (стандарт)</b>		<b>ISM 76</b>
Встроенный мотор шпинделя (ISM) с осью C (0,001 °)	rpm	5,000
Мощность привода / крутящий момент (40% ED)	kW / Nm	34 / 380
Фронтальный диаметр шпинделя подшипника	mm	130
Внутренний диаметр цанги	mm	67 (77*)
Шпиндельная головка (плоский фланец) / макс. диаметр патрона*	mm	170 h5 / 315
Контршпиндель *		ISM 52
Встроенный мотор шпинделя (ISM) с осью C ( 0,001 ° )	rpm	6,000
Мощность привода / крутящий момент (40 % ED )	kW / Nm	27 / 170
Фронтальный диаметр шпинделя подшипника	mm	100
Внутренний диаметр цанги	mm	52
Шпиндель головка ( плоский фланец ) / макс. диаметр патрона*	mm	140 h5 / 210
Включите мельница шпинделя (стандарт)		HSK-A63
скорость вращения шпинделя	rpm	12,000
Мощность привода / крутящий момент (40 % ED )	kW / Nm	22 / 120
<b>ось В</b>		
Угол поворота оси В	°	±110
Ось В ускоренного хода	rpm	70
Инструменты : диск журнал (стандарт)		24 slots
Максимальный диаметр инструмента (пустые / занятые слоты )	mm	Ø125 / Ø80
Максимальные размеры заготовки	mm	Ø 40 × 300 / Ø 80 × 230 / Ø 125 × 135
Максимальный диаметр инструмента (свободные / занятые слоты)	mm	Ø125 / Ø80
Максимальные размеры заготовки	mm	Ø 125 × 300
Время Максимальный вес инструмента / конвейер стружки	kg / second	10 / 8.5
Топ горка для оси В		
X / Y / Z траверс		mm 480 (-10) / ±100 / 845

Инва. N подл. | Подпись и дата | Взам. инв. N | Инв. N дубл. | Подпись и дата

## Окончание таблицы 9

Скорость быстрого перемещения узлов X / Y / Z м / мин 36 / 40/40		
Усилие подачи X / Y / Z (40% ED )	KN	10 / 7 / 10
Презентация для контршпинделем		
Z траверса	mm	800
Z Скорость быстрого перемещения	m/min	30
Z усилие подачи	KN	7.4
Требования к пространству для машины включая стружки	m2	8.5
Высота разгрузки чип конвейер	mm	1,270
Высота машины	mm	2,250
Вес машины	kg	7,800
* Опции		

### 1.9. Выбор режущего инструмента

Инструмент выбирается согласно принятым при синтезе маршрута методам получения поверхностей с учётом следующих правил:

#### 1. Размеры инструмента должны быть оптимальными:

↪ При сверлении и нарезании резьбы метчиком диаметр инструмента равняется диаметру обрабатываемого отверстия, длина должна быть достаточной для выхода стружки.

↪ При точении и растачивании геометрия инструмента должна обеспечивать его подвод к заготовке и требуемую жесткость.

2. Материал инструмента должен соответствовать обрабатываемому материалу.

3. Инструменты для обрабатывающих центров должны быть универсальными, обеспечивать требуемую точность обработки, иметь продолжительный срок службы.

Применение твердосплавных пластин обеспечивает: повышение стойкости на 20-25% по сравнению с напаянными резцами;

Возможность повышения режимов резания за счет простоты восстановления режущих свойств многогранных пластин путем их поворота;

Инва. N подл.	Подпись и дата
Взам. инв. N	Инва. N дубл.
Инва. N дубл.	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.634 ПЗ	Лист
						32

Сокращения затрат на инструмент в 2-3 раза; вспомогательного времени на смену и переточку резцов;

Уменьшения инструментального хозяйства за счет универсальности применения.

Инструмент для обрабатывающего центра подбираем по инструментальным каталогам Сандвик.

Для наружного точения, подрезания торцов и точения внутренней фаски под углом 120° используется следующие инструменты:

Резец с режущей пластиной CNMG 080402 – PF

Державка DCLNR1212S08

Для центровки и сверления отверстий используются следующие инструменты:

Сверло центровочное 2317-0009 ГОСТ 14952-75

Сверло 860.1-0600-080A1-PM

Патрон сверлильный СЗ-391.31-13 100

Для точения двух канавок используются следующие инструменты:

Резец с пластиной N123G2-0300-0001-CF

Державка RG123G07-2525C

Для растачивания отверстий используются следующие инструменты:

Резец с режущей пластиной MB-07T093A02-10R

Оправка MB-A16-16-07R

Для нарезания резьбы используются следующие инструменты:

Метчик EP00M12

Патрон резьбовой SynchroFlex СЗ-391.63-20 105

Для фрезерования по контуру фланца используются следующие инструменты:

Фреза с пластиной 490L-140408M-PM

Корпус фрезы 490-040C4-14M

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.634 ПЗ	Лист
						33

Для сверления сквозного отверстия используются следующие инструменты:

Сверло 2300-0001 Р6М5 ГОСТ 886-77

Патрон сверлильный ГОСТ 8522-79.

Размеры режущего инструмента (центровки, сверла) определяют исходя из промежуточных размеров обработки, размеры других инструментов из расчета на прочность и жесткость.

### 1.10. Выбор мерительного инструмента

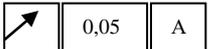
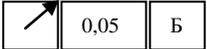
Для измерения размеров:  $\varnothing 2^{+0,25}$ ;  $2 \pm 0,2$ ;  $4_{-0,3}$ ;  $4,2^{+0,12}$ ;  $4 \pm 0,2$ ;  $6 \pm 0,15$ ;  $\varnothing 6^{+0,18}$ ;  $\varnothing 6,5^{+0,22}$ ;  $\varnothing 10,95^{+0,2}$ ;  $15,1 \pm 0,2$ ;  $12,1^{+0,11}$ ;  $12 \pm 0,2$ ;  $12,5 \pm 0,2$ ;  $13,5 \pm 0,2$ ;  $14^{+0,4}$ ;  $14 \pm 0,215$ ;  $14^{+0,5}$ ;  $15,1^{+0,11}$ ;  $16 \pm 0,2$ ;  $17,5 \pm 0,2$ ;  $18,5 \pm 0,2$ ;  $18^{+0,5}$ ;  $26_{-0,21}$ ;  $27 \pm 0,3$ , - используется следующий инструмент: Штангенциркуль ШЦ-II-125-0,05 ГОСТ 166-89.

Для измерения размеров:  $\varnothing 16,2_{-0,027}$ ;  $\varnothing 19,962_{-0,046}$ , - используется следующий инструмент: Скоба микрометрическая МК Ц25 ГОСТ 6507-90

Для измерения фасок:  $0,5 \times 45$ ,  $3 \times 45^\circ$ , - используется следующий инструмент: Штангенфаскомер.

Для измерения углов:  $45^\circ$ ,  $120^\circ$ , - используется следующий инструмент: Угломер типа 1-2 ГОСТ 5378-88.

Для измерения резьбы М12х1-5Н6Н используется следующий инструмент: Калибр резьбовой ПР 8221-0056 5Н6Н ГОСТ 17756-72; Калибр резьбовой У-НЕ 8261-1056 5Н6Н ГОСТ 17756-72.

Для измерения допусков радиального и торцевого биения ,  относительно баз А и Б используются следующие инструменты: Индикатор 2ИГ кл. 0 ГОСТ 18833-73.

Для измерения параметров шероховатости используются образцы шероховатости ГОСТ 9378-93.

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.634 ПЗ	Лист
						34

## 2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РАСЧЕТЫ

### 2.1. Расчет припусков на механическую обработку

Расчет припусков расчетно–аналитическим методом.

Деталь – заглушка. Сталь 38ХС ГОСТ 4543-71.

$\varnothing 19_{(-0,33)}$  – размер вала после механической обработки.

$\varnothing 21_{(+0,6/-0,3)}$  – размер отверстия в заготовке.

Шероховатость размера после мехобработки – Ra6,3.

Шероховатость размера заготовки – Ra20.

Максимальная длина детали – 27,3 мм.

Заготовка – штамповка.

Масса детали – 0,05 кг.

Таблица 9 - Расчет припусков расчетно–аналитическим методом

№	Название перехода	Ra	Элементы припуска, мкм				$2Z_{min}$ , мкм	Допуск, мкм	Предельные размеры, мм		Предельные припуски, мкм		Расчетный размер с допуском, мм
			R <sub>z</sub>	h	$\rho$	$\varepsilon_y$			D <sub>min</sub>	D <sub>max</sub>	2Z <sub>min</sub>	2Z <sub>max</sub>	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
0	Заготовка	-	80	150	610	-	-	900	20,62	21,52	-	-	$\varnothing 20,62_{+0,6/-0,3}$
1	Точение черновое	12,5	50	50	36,6	0	2840	520	18,94	19,46	1680	2290	$\varnothing 18,94_{0,52}$
2	Точение чистовое	6,3	40	40	24,4	0	2136,6	330	18,67	19	273,2	309,8	$\varnothing 18,67_{0,33}$

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ДП 44.03.04.634 ПЗ

Лист  
35

Графа 4 - [ 4, с. 186, табл. 12 ].

Графа 5 - [ 4, с. 182, табл. 7, с. 185, табл. 10 ].

Графа 6 - определяются пространственные отклонения заготовки по [4, с.185-189]. Для данного вида поковок пространственные отклонения определяются по формуле:

$$\rho_3 = \sqrt{\Delta_{см}^2 + \Delta_{кор}^2}$$

где  $\Delta_{см}$ - отклонение от симметричности поверхностей,  $\Delta_{см} = 0,6$  мм;  $\Delta_{кор}$  - коробление поковки,  $\Delta_{кор} = 0,081$  мм.

Пространственные отклонения составят:

$$\rho_3 = \sqrt{0,6^2 + 0,081^2} = 0,61 \text{ мм.}$$

$$\rho_1 = 610 \cdot 0,06 = 36,6 \text{ мкм} \quad \rho_2 = 610 \cdot 0,04 = 24,4 \text{ мкм} \quad [ 4, \text{ с. } 190, \text{ табл. } 29].$$

Графа 8 - [ 4, с. 43, табл. 14 ].

Графа 9 - [ 5, с. 86, табл. 3.26 ].

$$2Z_{i \min} = 2(R_{Z_{i-1}} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_{yi}^2})$$

$$2Z_{1 \min} = 2(80+150+610) = 2 \cdot 840 \text{ мкм}$$

$$2Z_{2 \min} = 2(50+50+36,6) = 2 \cdot 136,6 \text{ мкм}$$

Графа 10 - [ 8, с. 192, табл. 32 ].

Графа 11

$$D_{\min 2} = 18,67 \text{ мм} \quad D_{\min 1} = 18,67 + 2Z_{2 \min} = 18,67 + 2 \cdot 0,137 = 18,94 \text{ мм}$$

$$D_{\min 0} = 18,94 + 2Z_{1 \min} = 18,94 + 2 \cdot 0,840 = 20,62 \text{ мм}$$

Графа 12

$$D_{\max 0} = D_{\min 0} + T_0 = 20,62 + 0,9 = 21,52 \text{ мм}$$

$$D_{\max 1} = 18,94 + 0,52 = 19,46 \text{ мм}$$

$$D_{\max 2} = 18,67 + 0,33 = 19 \text{ мм}$$

Инва. N подл.	Подпись и дата	Взам. инв. N	Инва. N дубл.	Подпись и дата
---------------	----------------	--------------	---------------	----------------

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

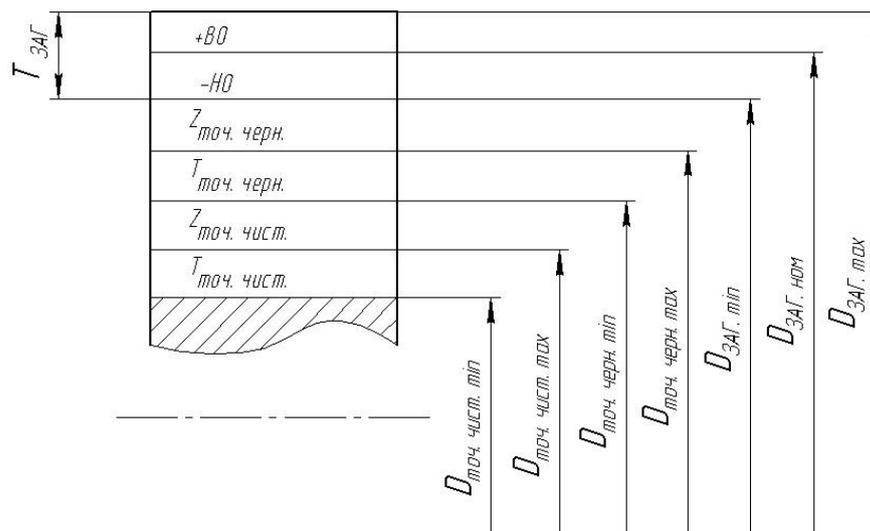


Рисунок 9 - Графическое расположение припусков и допусков  $\text{Ø}19_{-0,33}$   
 Расчет припусков опытно-статистическим методом.

На остальные обрабатываемые поверхности детали (т.е. на все, кроме одной, рассчитанной аналитически) припуски, допуски и предельные отклонения на операционные размеры определяются по справочным данным (ГОСТ 26645-85; ГОСТ 7505-89; ГОСТ 7062-90; ГОСТ 7820-70) и сводятся в таблицу 10.

Таблица 10 – Припуски и допуски на обрабатываемые поверхности (согласно ГОСТ 7505-89)

Поверхность	Размер, мм	Шероховатость Ra, мкм	Припуск, мм	Доп. припуск	Допуск, мм	Предельное отклонение, мм		Расчетный размер с допуском, мм
						Верх.	Нижн.	
1-21	27	6,3	1	0,3	0,9	+0,6	-0,3	$27+2 \cdot 1 + 0,3 = 29,3^{+0,6}_{-0,3}$
7-9	4	6,3	1	0,3	0,9	+0,6	-0,3	$4+2 \cdot 1+0,3=6,3^{+0,6}_{-0,3}$
10	36	6,3	1	0,3	0,9	+0,6	-0,3	$36+2 \cdot 1+0,3=38,3^{+0,6}_{-0,3}$
14	19,96 2	6,3	1	0,3	0,9	+0,6	-0,3	$19,96+2 \cdot 1 + 0,3=22,26^{+0,6}_{-0,3}$
26	26	6,3	1	0,3	0,9	+0,6	-0,3	$26+2 \cdot 1 + 0,3=28,3^{+0,6}_{-0,3}$

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

## 2.2. Расчет точности обработки

1. Определим величину погрешности  $\Delta_u$  (на радиус), вызванную размерным износом резца по [4, с. 73 - 74].

$$\Delta_u = \frac{L}{1000} \cdot U_0 = \frac{4501}{1000} \cdot 3 = 13,5 \text{ мкм}$$

$L$  – длина пути резания при обработке партии  $N$  деталей определяется, мм;

$U_0$  – относительный износ резцов при чистовом точении, мкм/км.

$$L = \frac{\pi[d_1 \cdot l_1 + d_2 \cdot l_2] \cdot N}{1000 \cdot s} = \frac{3,1416 \cdot [19 \cdot 5 + 19,962 \cdot 18] \cdot 473}{1000 \cdot 0,15} = 4501 \text{ мм}$$

2. Определим колебания отжатый системы  $\Delta_y$  вследствие изменения силы  $P_y$  из-за непостоянных глубины резания и податливости системы при обработке согласно [4, с. 27]

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

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

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

Для станка 1Б265-8К нормальной точности наибольшее и наименьшее допустимые перемещения продольного суппорта под нагрузкой 9,3кН составляют соответственно 30 и 120 мкм [4, с. 30]. При установке вала в центрах минимальная податливость системы будет при положении резца в конце обработки, т. е. у передней бабки станка. Исходя из этого, можно принять:

$$W_{\min} = \frac{30}{9,3} = 3,2 \frac{\text{мкм}}{\text{кН}}$$

Приближенно можно считать, что максимальную податливость система имеет при расположении резца посередине вала, когда его прогиб под

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.634 ПЗ	Лист 38

действием силы  $P_y$  достигает наибольшей величины. Поэтому

$$W_{\max} = W_{\text{ст. max}} + W_{\text{заг. max}},$$

где  $W_{\text{ст. max}} = \frac{30 + 120}{2 \cdot 9,3} = 8,1 \text{ мкм/кН}$  - наибольшая податливость станка;

$W_{\text{заг. max}}$  - наибольшая податливость заготовки.

$$d_{\text{пр}} = \frac{\sum_{i=1}^n d_i l_i}{\sum_{i=1}^n l_i};$$

$d_{\text{пр}}$  - приведенный диаметр вала

Имея в виду, что  $W = Y/P_y$ , после соответствующих преобразований

$$W_{\text{заг. max}} = \frac{2}{d_{\text{пр}}} \cdot \left( \frac{1_D}{d_{\text{пр}}} \right)^3$$

получим

При консольной установке заготовки в патроне

$$W_{\text{заг. max}} = \frac{32}{d_{\text{пр}}} \cdot \left( \frac{1_D}{d_{\text{пр}}} \right)^3$$

Приведенный диаметр обрабатываемой заготовки:

$$d_{\text{пр}} = \frac{19 \cdot 5 + 19,962 \cdot 18}{23} = 20 \text{ мм},$$

а величина ее наибольшей податливости

$$W_{\text{заг. max}} = \frac{32}{20} \cdot \left( \frac{23}{20} \right)^3 = 2,4 \text{ мкм/кН},$$

тогда максимальная податливость технологической системы

$$W_{\max} = 3,2 + 2,4 = 5,6 \text{ мкм/кН}$$

Наибольшая  $P_y \text{ max}$  и наименьшая  $P_y \text{ min}$ -составляющие силы резания определяются согласно [5, с. 271 - 275], исходя из условия задачи.

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.634 ПЗ	Лист 39

На предшествующей операции (черновом точении) заготовка обработана с допуском по JT13, т. е. возможно колебание припуска на величину  $\frac{1}{2} JT13$ , что для диаметра  $d_{пр}=19$  мм составит

$$\frac{0,33}{2} = 0,165 \text{ мм,}$$

а колебание глубины резания  $t_{\min}=z_{\min}=0,5$  мм,  $t_{\max}=0,665 \approx 0,67$  мм.

В этом случае

$$P_{z,y,x} = 10C_p \cdot t^x \cdot s^y \cdot V^n \cdot K_p$$

$$P_{y \min} = 2,43 \cdot 0,5^{0,9} \cdot 0,15^{0,6} \cdot 234^{-0,3} = 0,081 \text{ кН}$$

$$P_{y \max} = 2,43 \cdot 0,67^{0,9} \cdot 0,15^{0,6} \cdot 234^{-0,3} = 0,106 \text{ кН}$$

Изменение обрабатываемого размера вследствие упругих деформаций

$$\Delta_y = 5,6 \cdot 0,106 - 3,2 \cdot 0,081 = 0,33 \text{ мкм}$$

3. Определим погрешность, вызванную геометрическими неточностями станка  $\Sigma \Delta_{cm}$ . Согласно [4, с. 53 – 55]

$$\Sigma \Delta_{cm} = \frac{C \cdot l}{L},$$

где  $C$  - допустимое отклонение от параллельности оси шпинделя направляющим станины в плоскости выдерживаемого размера на длине  $L$ , мкм;

$l$  - длина обрабатываемой поверхности.

Для токарных станков нормальной точности при наибольшем диаметре обрабатываемой поверхности до 65 мм  $C = 30$  мкм на длине обработки  $L = 100$  мм [1, табл. 23]. При длине обработки  $l = 5$  мм.

$$\Sigma \Delta_{cm} = \frac{30 \cdot 5}{150} = 1 \text{ мкм}$$

4. В предположении, что настройка резца на выполняемый размер производится по эталону с контролем положения резца с помощью

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.634 ПЗ	Лист
						40

металлического щупа, определим погрешность настройки в соответствии с [15, с. 70 – 73]:

$$\Delta_n = \sqrt{(k_p \cdot \Delta_p)^2 + \left(k_u \cdot \frac{\Delta_{изм}}{2}\right)^2},$$

где  $\Delta_p$  - погрешность регулирования положения резца;

$k_p=1,73$  и  $k_u=1,0$  – коэффициенты, учитывающие отклонение закона распределения величин  $\Delta_p$  и  $\Delta_{изм}$  от нормального закона распределения;  
 - погрешность измерения размера детали.

Для заданных условий обработки [4, с. 71-72]  $\Delta_p=1$  и  $\Delta_{изм}=70$  при измерении  $d_1=19h13$  мм. Тогда погрешность настройки

$$\Delta_n = \sqrt{(1,73 \cdot 1)^2 + \left(1 \cdot \frac{70}{2}\right)^2} = \sqrt{1228} = 35 \text{ мкм}$$

5. Определим температурные деформации технологической системы, приняв их равными 15% от суммы остальных погрешностей

$$\Sigma \Delta_m = 0,15 \cdot (13,5 + 0,33 + 1 + 35) \approx 50 \text{ мкм}$$

6. Определим суммарную погрешность обработки по уравнению

$$\Delta_\Sigma = 2 \cdot \sqrt{0,33^2 + 35^2 + (1,73 \cdot 13,5)^2 + (1,73 \cdot 1)^2 + (1,73 \cdot 50)^2} = 2\sqrt{9256} = 192 \text{ мкм.}$$

Полученная суммарная погрешность не превышает заданную величину допуска на  $d_1=19\text{мм}$  ( $Td=330\text{мкм}$ ).

### 2.3. Расчет технологических размерных цепей

Размерной цепью называют совокупность размеров, расположенных по замкнутому контуру, определяющих взаимное расположение поверхностей или осей поверхностей одной детали или нескольких деталей сборочного соединения.

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.634 ПЗ	Лист
						41

Технологические размерные цепи, которые образуются при механической обработке деталей, определяют связь операционных размеров, допусков и припусков на всех стадиях технологического процесса изготовления. Для каждого этапа последовательно выполняемой обработки необходимо рассчитать операционные размеры, которые вместе с операционными припусками образуют размерные цепи. Составляющие их звенья имеют отклонения в пределах допуска. Поэтому необходимо определить, какие размеры и с какой точностью необходимо выдержать при обработке, чтобы обеспечить заданный размер. [15, с. 90]

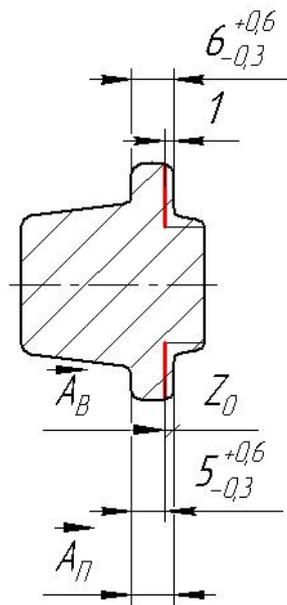


Рисунок 10 – Размерная цепь с припуском – замыкающим звеном

Уравнение размерной цепи:

$$Z_0 = A_{\Pi} - A_B$$

где  $A_{\Pi}$  – размер на предшествующую операцию;

$A_B$  – размер на выполняемую операцию;

$Z_0$  – припуск на обработку.

Для расчета операционных размеров в размерных цепях можно принять припуск  $Z$  за составляющее звено, а окончательный размер детали  $A_B$  – за замыкающее. Тогда размерная цепь будет иметь следующий вид:

$$[A_B] = A_{\Pi} - Z. [27, с. 92-95]$$

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.634 ПЗ	Лист 42

$A_B = 6 - 1 = 5$  мм, но т.к. середина поля допуска является  $\Delta A_B = +0,15$ , то среднее значение размера  $5_{-0,3}^{+0,6}$  равно  $5,15 \pm 0,45$ , величина допуска  $T_{A_B} = 0,9$  мм.

При  $A_{Пmax} = 6 + 0,6 = 6,6$  мм:

$Z_{0min} = 1$  мм     $A_{Bmax} = 5,6$  мм

$Z_{0cp} = 1,45$  мм     $A_{Bcp} = 5,15$  мм

$Z_{0max} = 1,9$  мм     $A_{Bmin} = 4,7$  мм

При  $A_{Пmin} = 6 - 0,3 = 5,7$  мм:

$Z_{0min} = 0,1$  мм     $A_{Bmax} = 5,6$  мм

$Z_{0cp} = 0,55$  мм     $A_{Bcp} = 5,15$  мм

$Z_{0max} = 1$  мм     $A_{Bmin} = 4,7$  мм

В заключение можно сказать, что, исходя из реально полученного размера заготовки, мы можем определить какой припуск можно снять так, чтобы выдержать заданный размер с допуском.

## 2.4. Расчет режимов резания

Определение режимов резания проведем для одного перехода, остальные режимы резания определим по каталогам.

Выполняется сверление отверстия диаметром 2 мм. Длина обработки составляет 22 мм. Отверстие сверлится в сплошном материале без рассверливания, диаметр сверла совпадает с диаметром отверстия:  $D_{св} = 2$  мм. Исходя из всего выше приведённого, выбираем спиральное сверло для обработки сталей 2300-0001 Р6М5 ГОСТ 886-77.

Параметры режимов резания:

Глубина резания  $t$  равна радиусу сверла и составляет

$$t = \frac{D_{св}}{2} = \frac{2}{2} = 1 \text{ мм,}$$

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.634 ПЗ	Лист
						43

а подача на оборот  $S$  в соответствии с данными справочника [10, табл. п.6.15, п.6.16, стр. 113] 0,07 мм/об.

На основании паспортных данных станка принимаем  $S = 0,1$  мм/об.

Для расчёта скорости резания согласно [10, стр. 382] используется следующая зависимость:

$$V = \frac{C_V \cdot D^q}{T^m \cdot S^y} \cdot K_V$$

где  $C_V$  - коэффициент [10, табл. 28, стр. 278];

$D$  - диаметр сверла (отверстия), мм;

$T$  - стойкость сверла, мин [10, табл. 30, стр. 279];

$S$  - подача на оборот, мм/об;

$K_V$  - поправочный коэффициент, равный:

$$K_V = K_{MV} \cdot K_{IV} \cdot K_{LV}$$

где  $K_{MV}$  - коэффициент, учитывающий качество материала, [10, табл. 1- 4, стр. 262]

$K_{IV}$  - коэффициент, учитывающий качество инструмента, [10, табл. 6, стр. 263]

$K_{LV}$  - коэффициент, учитывающий глубину сверления, [10, табл. 31, стр. 280]

Показатели степеней определяются по [10, табл. 28, стр. 278].

$$C_V = 7, m = 0,2, y = 0,7, q = 0,4, T = 20 \text{ мин}$$

$$K_V = 1,0 \cdot 0,4 \cdot 0,5 = 0,2$$

Тогда

$$V_{расч} = \frac{7 \cdot 2^{0,4}}{20^{0,2} \cdot 0,1^{0,7}} \cdot 0,2 = 5,1 \text{ м/мин}$$

Частота вращения шпинделя определяется по следующей зависимости:

Инва. N подл.	Подпись и дата
Взам. инв. N	Инва. N дубл.
Инва. N дубл.	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.634 ПЗ	Лист
						44

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

Подставим числовые значения:

$$n = \frac{1000 \cdot 5,1}{3,14 \cdot 2} = 812 \text{ об/мин}$$

На основании паспортных данных станка принимается ближайшая меньшая по значению, частота вращения:  $n = 710$  об/мин. Тогда действительная скорость резания, определяемая по следующей зависимости

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

составит

$$V = \frac{3,14 \cdot 2 \cdot 710}{1000} = 4,46 \text{ м/мин}$$

Для расчёта мощности резания (эффективной) согласно [5, стр. 386] используется следующая зависимость:

$$N_e = \frac{M_{kp} \cdot n}{9750}$$

в которой на основании [10, стр. 277]

$$M_{kp} = 10 \cdot C_M \cdot D^q \cdot S^y \cdot K_p$$

где  $C_M$  - коэффициент [5, табл. 32, стр. 281];

$D$  - диаметр сверла (отверстия), мм;

$S$  – подача на оборот, мм/об

$K_p$  - поправочный коэффициент, равный:

$$K_p = K_{MP}$$

где  $K_{MP}$  – поправочный коэффициент, учитывающий качество обрабатываемого материала [10, табл. 9, стр. 264]

Показатели степеней определяются по [10, табл. 32, стр. 386].

$$C_M = 0,0345, q = 2, y = 0,8, K_p = 1,0$$

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Тогда

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,0345 \cdot 2^2 \cdot 0,1^{0,8} \cdot 1,0 = 0,22 \text{ Нм}$$

$$N_e = \frac{0,22 \cdot 710}{9750} = 0,02 \text{ кВт}$$

Выбранный станок 2Н118 имеет номинальную мощность двигателя 1,5 кВт, с учётом КПД:  $N_{СТ.} = 1,5 \cdot 0,85 = 1,275$  кВт. Мощность резания меньше мощности станка.

Остальные режимы резания выбираем по каталогу и сводим в таблицу 11.

Таблица 11 – Сводная таблица режимов резания

Операция, переход	Переходы	Глубина резания, $t$ , мм	Подача на оборот, $S$ , мм/об (на зуб, $S_z$ , мм/зуб)	Расчётная скорость резания, $V_r$ , м/мин	Расчётная частота вращения шпинделя, $n$ , об/мин	Принятая частота вращения шпинделя, $n$ , об/мин	Действительная скорость резания, $V$ , м/мин	Мощность резания (эффективная), $N_e$ , кВт
005 Токарная	1	0,45	0,15	270	4093	1065	70	0,2
	2	0,45	0,15	270	1809	1065	159	0,4
	3	0,45	0,15	270	4093	1065	70	0,2
010 Комплексная с ЧПУ Установ А	1	0,45	0,15	270	4093	1065	70	0,2
	2	0,45	0,15	270	1809	1065	159	0,4
	3	0,45	0,15	270	4093	1065	70	0,2
	4	1,5	0,2	5	265	1065	20	0,2
	5	1,88	0,2	203	3109	1065	70	1,1
	6	4,2	0,15	196	3125	1065	67	1,6
	7	1,88	0,2	203	3109	1065	70	1,1
	8	4,2	0,15	196	3125	1065	67	1,6
	9	1,5	0,2	216	1910	1065	120	0,6
	10	0,5	0,15	270	4293	1065	67	0,2
010 Комплексная с ЧПУ Установ Б	1	0,55	0,2	280	8139	1065	37	0,2
	2	0,3	0,15	270	5192	1065	55	0,3
	3	0,5	1	3	87	1065	3	0,1
	4	3	0,2	264	4200	2500	157	0,5
	5	1,5	0,1	5	820	750	4,5	0,1
	6	1,5	0,1	5	820	750	4,5	0,1
	7	1	0,1	5,1	812	710	4,46	0,02
	8	3,25	0,1	4,5	800	750	4,2	0,2
	9	1	0,2	264	4200	2500	157	0,5

Инва. N подл.	Подпись и дата	Взам. инв. N	Инв. N дубл.	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.634 ПЗ	Лист
						46

## 2.5. Расчет технических норм времени

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

Штучно-калькуляционное время:

$$t_{шк} = t_{ш} + \frac{T_{пз}}{n}$$

где  $t_{ш}$  - штучное время, мин.;

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

$n$  – размер партии, шт.

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

Штучное время:

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

где  $t_{ш}$  - штучное время, мин.;

$t_{осн}$  - основное время, мин.;

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

$t_{обс}$  – время на отдых и личные надобности, мин.;

$t_{отд}$  - время на обслуживание рабочего места, мин.;

Основное время – основное технологическое время, в продолжение которого осуществляется изменение размеров, формы, состояния поверхностного слоя, структуры материала обрабатываемой заготовки.

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.634 ПЗ	Лист
						47

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

Оперативное время:

$$t_{on} = t_{осн} + t_{всп}$$

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

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

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

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

Таблица 12 – Сводная таблица технических норм времени по операциям, мин

№ операции	Основное время на операцию, $t_0$ , мин.	Вспомогательное время на операцию, $t_6$ , мин.	Оперативное время, $t_{оп}$ , мин.	Время на обслуживание, $t_{обс}$		Время на отдых $t_{отд.л.}$		Штучное время, $t_{шт}$ , мин.	Подготовительно-заключительное время на партию, $T_{пз}$ , мин	Величина партии, шт.	Штучно-калькуляционное время, $t_{шк}$ , мин
				%	мин.	%	мин.				
005	0,33	7,5	7,83	6	0,47	4	0,31	8,61	7	473	8,63
010	5,45	12,75	14,57	6	0,87	4	0,58	16,02	17	473	16,06

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

### 3. РАЗРАБОТКА УПРАВЛЯЮЩЕЙ ПРОГРАММЫ

Для дипломного проекта управляющая программа будет разработана в системе ЧПУ Siemens.

#### 3.1. Основные сведения о системе Siemens

Станки с ЧПУ являются основными средствами технического оснащения технологического процесса производства деталей. Эффективное программное обеспечение станков с ЧПУ позволяет реализовать цепочку процессов, которая обеспечивает максимальную производительность предприятия. Компания Siemens является лидером в области по выпуску систем ЧПУ. Системы ЧПУ Sinumerik выпускаются для широкого ряда станков с ЧПУ. Эти системы ЧПУ имеют широкий ряд опций для различных областей применения, от мелких мастерских до крупных предприятий аэрокосмической промышленности. Модель 802D обеспечивает эффективную обработку на стандартизованных токарных и фрезерных станках, шлифовальных и высечных станках. Модель 840D обеспечивает максимально возможную производительность и гибкость при любых типах обработки, в том числе и на сложных многоосевых системах. Программное ядро системы ЧПУ (VNCK) позволяет производить расширенную симуляцию обработки на станке в NX CAM или на виртуальных станках.

#### 3.2. Основные и дополнительные функции системы ЧПУ

Управляющая программа разрабатывается с применением G и M функций и использованием постоянных циклов программирования. Перечень подготовительных, вспомогательных и дополнительных функций для программирования приведен в таблицах 13, 14, 15.

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

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

Таблица 13 – Подготовительные функции

Подготовительные функции (G коды)	Описание
G00	Быстрое позиционирование
G01	Линейная интерполяция
G02	Круговая интерполяция по часовой стрелке
G03	Круговая интерполяция против часовой стрелки
G04	Пауза
G17	Выбор плоскости XY
G18	Выбор плоскости XZ
G19	Выбор плоскости YZ
G20	Ввод дюймовых данных
G21	Ввод метрических данных
G40	Отмена коррекции на радиус инструмента
G41	Левая коррекция на радиус инструмента
G42	Правая коррекция на радиус инструмента
G43	Коррекция на положение инструмента
G52	Локальная система координат
G54 - 59	Заданное смещение

Таблица 14 – Вспомогательные функции

Вспомогательные функции (M коды)	Описание
M00	Программируемый останов
M01	Останов с подтверждением
M02	Завершение программы
M03	Вращение шпинделя по часовой стрелке
M04	Вращение шпинделя против часовой стрелки
M05	Останов шпинделя
M06	Смена инструмента
M07	Включение охлаждения №2
M08	Включение охлаждения №1
M09	Отключение охлаждения
M10	Зажим
M11	Разжим
M19	Останов шпинделя в заданной позиции
M30	Конец информации

Интв. N подл.	Интв. N дубл.	Взам. интв. N	Интв. N дубл.	Интв. N дубл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Таблица 15 – Дополнительные функции

Дополнительные функции и символы	Описание
X,Y,Z	Команды осевого перемещения
A,B,C	Команды кругового перемещения вокруг осей X, Y, Z
I,J,K	Параметры круговой интерполяции параллельные осям X,Y,Z
F	Функция подачи
D	Значение коррекции на радиус инструмента
R	При круговой интерполяции (G02 или G03) R определяет радиус, который соединяет начальную и конечную точки дуги. В постоянных циклах R определяет положение плоскости отвода. При работе с командой вращения R определяет угол поворота координатной системы
S	Функция главного движения
T	Значение определяющее номер инструмента, который необходимо переместить в позицию смены, путем поворота инструментального магазина
N	Нумерация кадров УП
/	Пропуск кадра
;	Комментарии в УП

### 3.3. Разработка управляющей программы

Управляющая программа разработана для операции 010 Комплексная с ЧПУ. Фрагмент представлен в таблице 16, вся управляющая программа в приложении Д.

Таблица 16 – Фрагмент управляющей программы

Кадры управляющей программы	Расшифровка управляющей программы
1	2
wwp	Подпрограмма уход в референтную точку
T1 D1	Выбор инструмента
G90 G54 G18 G95	Абсолютные координаты, смещение нулевой точки, плоскость XZ, скорость подачи в мм/об
G96 S750 lims=2000 M4	Постоянная скорость резания при точении, скорость вращения шпинделя, ограничение скорости вращения шпинделя, вращение шпинделя против часовой стрелки

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

Продолжение таблицы 16

1	2
G0 X25 Z0	Перемещение по координатам на быстром ходу
G1 X-0.2 F0.15	Перемещение по координатам на рабочей подаче, подача 0,15 мм/об
G0 X25 Z1	Перемещение по координатам на быстром ходу
CYCLE95("CONTUR",1,0.2,0.3,0,0.1,0.08,0.05,9,0,0,1)	Вызов постоянного цикла снятия припуска
wwp	Подпрограмма уход в референтную точку
T3 D2	Выбор инструмента
G90 G54 G18 G95	Абсолютные координаты, смещение нулевой точки, плоскость XZ, скорость подачи в мм/об
G96 S180 lims=2000 M4	Постоянная скорость резания при точении, скорость вращения шпинделя, ограничение скорости вращения шпинделя, вращение шпинделя против часовой стрелки
CYCLE93(19.962,-6,4.2,3.753,0,0,0,0.2,0.2,0.2,0,0,1,0,1,0)	Вызов постоянного цикла для обработки канавки
G0 X 25 Z14	Перемещение по координатам на быстром ходу
CYCLE93(19.962,-14,4.2,3.753,0,0,0,0.2,0.2,0.2,0,0,1,0,1,0)	Вызов постоянного цикла для обработки канавки
wwp	Подпрограмма уход в референтную точку
T5 D1	Выбор инструмента
G90 G54 G17 G95	Абсолютные координаты, смещение нулевой точки, плоскость XY, скорость подачи в мм/об
G97 S180 M3	Постоянная скорость вращения, скорость вращения, вращении по часовой стрелке
G0 X0 Z5 F0.2	Перемещение по координатам на быстром ходу, подача 0,2 мм/об
CYCLE82(5,0,2,-5,,0)	Постоянный цикл для центровки отверстий
wwp	Подпрограмма уход в референтную точку
T7 D1	Выбор инструмента
G90 G54 G17 G95	Абсолютные координаты, смещение нулевой точки, плоскость XY, скорость подачи в мм/об
G97 S180 lims=2000 M3	Постоянная скорость вращения, скорость вращения, вращении по часовой стрелке
G0 X0 Z5 F0.2	Перемещение по координатам на быстром ходу, подача 0,2 мм/об
CYCLE83(5,0,2,-30,-,15,,5,5,,1,0,3,2,1,5,)	Постоянный цикл глубокого сверления
wwp	Подпрограмма уход в референтную точку

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

Окончание таблицы 16

1	2
T220 D1	Выбор инструмента
G90 G54 G18 G95	Абсолютные координаты, смещение нулевой точки, плоскость XZ, скорость подачи в мм/об
G96 S200 lims=1500 M4	Постоянная скорость резания при точении, скорость вращения шпинделя, ограничение скорости вращения шпинделя, вращение шпинделя против часовой стрелки
CYCLE95("CONTUR1",1,0.2,0.3,0,0.1,0.08,0.05,11,0,0,1)	Вызов постоянного цикла снятия припуска
WWP	Подпрограмм уход в референтную точку
M30	Конец программ, уход в начало программ

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ДП 44.03.04.634 ПЗ

## 4. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### 4.1. Техническое описание разрабатываемого мероприятия

Настоящие условия хозяйствования, развитие рыночных отношений внесли существенные изменения в хозяйственную деятельность предприятий. Прежде всего, изменились целевые ориентиры – смысл предпринимательской деятельности заключается в росте стоимости компании, повышении ее конкурентоспособности.

Современное состояние экономики и машиностроения в частности инициирует необходимость повышения эффективности производства, конкурентоспособности продукции на основе снижения издержек, применения нового, более совершенного оборудования, использования передовых технологий, внедрения инноваций.

Развитие науки и техники создает возможности по-разному решать производственные задачи, что вызывает необходимость выбора в каждом отдельном случае наиболее рационального способа решения и средства его осуществления. При этом технические и управленческие решения следует принимать на основе экономического анализа и соответствующих расчетов.

Выбор методики расчета экономической эффективности мероприятий дипломного проекта будет производиться с учетом совершенствования и повышением уровня технологического процесса обработки детали «Заглушка», основываясь на экономические данные предприятия ПАО «Машиностроительный завод имени М.И. Калинина». В дипломном проекте универсальные операции заменены на комплексную операцию на токарно-фрезерный обрабатывающий центр с ЧПУ. Исходя из этого и будет рассчитан экономический эффект от спроектированного варианта технологического процесса.

В экономической части проекта выполнен расчет капитальных затрат и определен экономический эффект от усовершенствованного технологического

Инов. N подл.	Подпись и дата	Взам. инв N	Инов. N дубл.	Подпись и дата
---------------	----------------	-------------	---------------	----------------

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

процесса. Сравнение двух вариантов (базового и проектируемого) технологических процессов осуществляется путем расчета себестоимости работ по каждому варианту и определяется условно-годовая экономия.

#### 4.2. Расчет капитальных затрат

Определяем размер капитальных вложений предприятия по формуле:

$$K = K_{об} + K_{прс} \quad (1)$$

где  $K_{об}$  – капитальные вложения в оборудование, руб.;

$K_{прс}$  – капитальные вложения в программное обеспечение, руб.;

т.к. предприятие располагает оборудованием для программирования станков с ЧПУ, то затрат на программное обеспечение нет.

*Определяем количество технологического оборудования*

Количество технологического оборудования рассчитываем по формуле [15]:

$$C = \frac{t \cdot N_{год}}{F_{об} \cdot k_{ВН} \cdot k_3}, \quad (2)$$

где  $t$  – штучно-калькуляционное время операции, ч.;

$N_{год}$  – годовая программа выполнения деталей, шт.;

$N_{год} = 10000$  шт. базовый вариант;

$N_{год} = 10000$  шт. проектируемый вариант;

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

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

$k_3$  – нормативный коэффициент загрузки оборудования, для серийного производства,  $k_3 = 0,75 \div 0,85$ .

Рассчитываем действительный годовой фонд времени работы оборудования по формуле [3]:

$$F_{об} = F_n \left( 1 - \frac{K_p}{100} \right) \quad (3)$$

где  $F_n$  – номинальный фонд времени работы единицы оборудования, ч.;

Инва. N подл.	Подпись и дата
Взам. инв. N	Инва. N дубл.
Инва. N дубл.	Подпись и дата

$k_p$  – потери номинального времени работы единицы оборудования на ремонтные работы, %.

Номинальный фонд времени работы единицы оборудования определяется по производственному календарю на текущий год:

365 – календарное количество дней;

118 – количество выходных и праздничных дней;

247 – количество рабочих дней, из них: 3 – сокращенные предпраздничные дни продолжительностью 7 ч; 244 – рабочие дни продолжительностью 8 ч.

Отсюда количества рабочих часов оборудования (номинальный фонд):

- при односменной работе составляет:

$$F_n = 244 \cdot 8 + 3 \cdot 7 = 1973 \text{ ч};$$

- при двухсменной работе (базовый вариант):

$$F_n = 1973 \cdot 2 = 3946 \text{ ч.}$$

- при трёхсменной работе (обрабатывающий центр с ЧПУ):

$$F_n = 1973 \cdot 3 = 5919 \text{ ч.}$$

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

Отсюда действительный фонд времени работы оборудования, согласно формулы (3), составляет:

$$F_{об} = 3946 \cdot \left(1 - \frac{2}{100}\right) = 3867 \text{ ч - базовый вариант.}$$

$$F_{об} = 5919 \cdot \left(1 - \frac{9}{100}\right) = 5386 \text{ ч - проектируемый вариант.}$$

Определяем количество станков по штучно-калькуляционному времени по формуле (2).

Данные по расчетам сводим в таблицу 17 по базовому варианту.

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.634 ПЗ	Лист
						56

$$C_{16K20} = \frac{0,853 \cdot 10000}{3867 \cdot 0,85 \cdot 1,02} = 2,54 \text{ шт.};$$

$$C_{2ММ5} = \frac{0,17 \cdot 10000}{3867 \cdot 0,85 \cdot 1,02} = 0,51 \text{ шт.};$$

$$C_{6РР1} = \frac{0,19 \cdot 10000}{3867 \cdot 0,85 \cdot 1,02} = 0,57 \text{ шт.}$$

Определяем количество станков по штучно-калькуляционному времени, по формуле (2).

Данные по расчетам сводим в таблицу 18 по проектируемому варианту.

$$C_{16K20} = \frac{0,1455 \cdot 10000}{3867 \cdot 0,85 \cdot 1,02} = 0,43$$

$$C_{СТХ} = \frac{0,268 \cdot 10000}{5386 \cdot 0,85 \cdot 1,02} = 0,6 \text{ шт.}$$

После расчета всех операций значений ( $T_{шт. (шт-к)}$ ) и ( $C_p$ ) определяем принятое число рабочих мест ( $C_{п}$ ), округляя для ближайшего целого полученное значение ( $C_p$ ) [2].

Таблица 17 - Количество станков по штучно-калькуляционному времени по базовому варианту

Модель станка	Штучно-калькуляционное время ( $T_{шт. (шт-к)}$ ), ч.	Расчетное количество станков, $C_p$	Принимаемое количество станков, $C_{п}$	Кз.ф.
16К20	0,85	2,54	3	0,85
2М55	0,17	0,51	1	0,51
6Р12	0,19	0,57	1	0,57
	$\Sigma T_{шт. (шт-к)} = 1,25$	3,62	$\Sigma C_{п} = 5$	

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

Таблица 18 - Количество станков по штучно-калькуляционному времени по проектируемому варианту

Модель станка	Штучно-калькуляционное время ( $T_{шт. (шт-к)}$ ), ч.	Расчетное количество станков, $C_p$	Принимаемое количество станков, $C_{п}$	Кз.ф.
16К20	0,15	0,43	1	0,43
СТХ beta 800 ТС	0,27	0,6	1	0,6
	$\Sigma T_{шт. (шт-к)} = 0,42$	1,03	$\Sigma C_{п} = 2$	

*Определение капитальных вложений в оборудование*

Сводная ведомость оборудования представлена в таблице 19 по базовому варианту, по проектируемому в таблице 20.

Таблица 19 – Сводная ведомость оборудования по базовому варианту

Наименование оборудования	Модель	Количество оборудования	Мощность, кВт		Стоимость одного станка, т. руб.			Стоимость всего оборудования, т. руб.
			Одного станка	Всех станков	Цена	Монтаж	Первоначальная стоимость	
Токарно-винторезный	16К20	3	11	33	195	19,5	-	643,5
Фрезерный	6P12	1	4,5	4,5	150	17	-	167
Вертикально-сверлильный	2Н55	1	6,2	6,2	120	15	-	135
Итого		5		43,7	465	51,5	-	945

Таблица 20 – Сводная ведомость оборудования по проектируемому варианту

Наименование оборудования	Модель	Количество оборудования	Мощность, кВт		Стоимость одного станка, т. руб.				Стоимость всего оборудования, т. руб.
			Одного станка	Всех станков	Цена	Монтаж	Демонтаж	Первоначальная стоимость	
Токарно-винторезный	16К20	1	11	11	195	19,5	-		214,5
ОЦ с ЧПУ	СТХ beta 800 ТС	1	34	34	10200	560	40		10800
Итого		1		45	10395	579,5	40		1114,5

Инва. N подл. | Подпись и дата | Взам. инв. N | Инв. N дубл. | Подпись и дата

Капитальные вложения в оборудование ( $K_{об}$ ) с учётом загрузки станка на 60% составляют  $0,6 \cdot 1114,5 = 668,71$  т. руб.

*Определение капитальных вложений в приспособления*

Размер капитальных вложений в приспособления определяем по формуле [4]:

$$K_{прс} = \sum C_p \cdot N_{прс} \cdot Ц_{пр} \cdot K_{осн}, \quad (4)$$

где  $C_p$  – расчетное количество оборудования,  $C_p = 1$  шт.;

$N_{прс}$  – количество приспособлений на единицу оборудования,  $N_{прс} = 1$  шт.;

$Ц_{пр}$  – стоимость приспособления с учетом транспортно-заготовительных расходов, транспортно-заготовительные расходы составляют 2,5%;

$K_{осн}$  – коэффициент занятости технологической оснастки,  $K_{осн} = 0,7$ , т.к. возможно использовать для обработки других изделий;

$Ц_{прс}$  – стоимость приспособлений,  $Ц_{прс1} = 41500$  руб., (патрон гидравлич.)  
 $Ц_{прс1} = 8124$  руб. тисы.

Стоимость приспособления – это стоимость приобретения с учетом транспортно-заготовительных расходов.

Тогда:

$$Ц_{прс} = 41500 \cdot 1,025 = 42537,5 \text{ руб.}$$

Рассчитываем размер капитальных вложений в приспособления по формуле (23):

$$K_{прс} = 0,05 \cdot 42,5375 \cdot 0,7 = 14,89 \text{ т. руб.}$$

$$\text{Итого: } 3715,82 + 14,89 = 3730,71 \text{ т. руб.}$$

**4.3. Расчет технологической себестоимости детали**

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

В общем случае технологическая себестоимость складывается из следующих элементов, согласно формуле [16]:

Инва. N подл.	Взам. инв. N	Инва. N дубл.	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.634 ПЗ	Лист
						59

$$C = Z_{зп} + Z_э + Z_{об} + Z_{осн} + Z_и, \quad (5)$$

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

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

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

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

$Z_и$  – затраты на малоценный инструмент, руб.

*Рассчитаем затраты на заработную плату основных и вспомогательных рабочих, участвующих в технологическом процессе обработки детали*

Затраты на заработную плату основных и вспомогательных рабочих рассчитываем по формуле [15]:

$$Z_{зп} = Z_{пр} + Z_н + Z_к + Z_{тр}, \quad (6)$$

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

$Z_н$  – основная и дополнительная заработная плата с отчислениями на социальное страхование наладчиков, руб.;

$Z_к$  – основная и дополнительная заработная плата с отчислениями на социальное страхование контролеров, руб.;

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

Численность станочников вычисляем по формуле [16]:

$$Ч_{ст} = \frac{t \cdot N_{год} \cdot k_{мн}}{F_p}, \quad (7)$$

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

$F_p = 1685$  ч.;

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

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

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

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

Действительный фонд времени работы станочника определяется по производственному календарю на текущий год:

365 – календарное количество дней;

118 – количество выходных и праздничных дней;

247 – количество рабочих дней, из них: 3 – сокращенные предпраздничные дни продолжительностью 7 ч;

244 – рабочие дни продолжительностью 8 ч;

потери: 28 – очередной отпуск, 2 – потери по больничному листу, 6 – прочие; итого потерь – 36 дней.

Отсюда количество рабочих часов станочника составляет 1685 ч.

Принимаем заработную плату производственных рабочих и рассчитываем численность рабочих по формуле (7). Результаты вычислений сводим в таблицу 21, по проектируемому варианту в таблице 22.

Таблица 21 – Затраты на заработную плату станочников по базовому варианту

Наименование операции	Разряд	Часовая тарифная ставка, руб.	Штучно-калькуляционное время, ч.	Заработная плата, руб.	Расчётная численность станочников, чел.
Токарная	4	198,7	0,85	168,3	5,1
Сверлильная	3	172,8	0,17	29,38	1
Фрезерная	3	172,8	0,19	32,83	1,13
Итого				230,51	7,23

Определим затраты на заработную плату на годовую программу[16]:

$$Ззп = 230,51 \cdot 10000 = 2305100 \text{ руб.}$$

$$K_{\text{мн}} = 1; K_{\text{доп}} = 1,16; K_{\text{р}} = 1,15.$$

$$Ззп = 2305100 \cdot 1 \cdot 1,16 \cdot 1,15 = 3075003,4 \text{ руб.}$$

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



$$Ч_{\text{нал}} = \frac{C_n \cdot n}{H}, \quad (9)$$

где  $C_{\text{п}}$  – расчетное количество оборудования, согласно расчетам, составляет

$$C_{\text{п}} = 0,6 \text{ шт.};$$

$n$  – число смен работы оборудования,  $n = 2$ ;

$H$  – число станков, обслуживаемых одним наладчиком,  $H = 8$  шт.

$$Ч_{\text{нал}} = \frac{0,6 \cdot 2}{8} = 0,15 \text{ чел.}$$

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

$$Ч_{\text{трансп.}} = 7,23 \cdot 0,05 = 0,36 \text{ чел.};$$

$$Ч_{\text{контр.}} = 7,23 \cdot 0,07 = 0,51 \text{ чел.}$$

$$Ч_{\text{трансп.}} = 2,49 \cdot 0,05 = 0,12 \text{ чел.};$$

$$Ч_{\text{контр.}} = 2,49 \cdot 0,07 = 0,18 \text{ чел.}$$

По формуле (8) произведем вычисления заработной платы вспомогательных рабочих:

$$З_{\text{нал}} = \frac{86,8 \cdot 1685 \cdot 0,15 \cdot 1,23 \cdot 1,2}{10000} = 3,24 \text{ руб.};$$

$$З_{\text{трансп.}} = \frac{73,9 \cdot 1685 \cdot 0,36 \cdot 1,23 \cdot 1,2}{10000} = 6,61 \text{ руб.};$$

$$З_{\text{контр.}} = \frac{75,1 \cdot 1685 \cdot 0,51 \cdot 1,23 \cdot 1,2}{10000} = 9,52 \text{ руб.}$$

$$З_{\text{трансп.}} = \frac{73,9 \cdot 1685 \cdot 0,12 \cdot 1,23 \cdot 1,2}{10000} = 2,2 \text{ руб.};$$

$$З_{\text{контр.}} = \frac{75,1 \cdot 1685 \cdot 0,18 \cdot 1,23 \cdot 1,2}{10000} = 3,36 \text{ руб.}$$

Данные о численности вспомогательных рабочих и заработной плате, приходящуюся на одну деталь по каждому их вариантов, сводим в таблицу 23 по базовому варианту, по проектируемому в таблицу 24.

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

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

Таблица 23 – Затраты на заработную плату вспомогательных рабочих по базовому варианту

Специальность рабочего	Часовая тарифная ставка, руб.	Численность, чел.	Затраты на изготовление одной детали, руб.
Транспортный рабочий	73,9	0,36	6,61
Контролер	75,1	0,51	9,52
Итого		0,87	16,13

Определим затраты на заработную плату за год:

$$Z_{зп} = 16,13 \cdot 10000 = 161300 \text{ руб.}$$

Рассчитаем затраты на заработную плату по формуле (8):

$$Z_{зп} = 3075003,4 + 161300 = 3236303,4 \text{ руб.}$$

Таблица 24 – Затраты на заработную плату вспомогательных рабочих по проектируемому варианту

Специальность рабочего	Часовая тарифная ставка, руб.	Численность, чел.	Затраты на изготовление одной детали, руб.
Наладчик	86,8	0,15	3,24
Транспортный рабочий	73,9	0,12	2,2
Контролер	75,1	0,18	3,36
Итого		0,45	6,8

Определим затраты на заработную плату за год:

$$Z_{зп} = 6,8 \cdot 10000 = 68000 \text{ руб.}$$

Рассчитаем затраты на заработную плату по формуле (8):

$$Z_{зп} = 1425912,6 + 68000 = 1493912,6 \text{ руб.}$$

*Отчисления в социальный фонд.*

Страховые взносы составляют 30% от фонда заработной платы.

Базовый вариант  $3236303,4 \cdot 0,3 = 970891,02 \text{ руб.}$

Проектируемый вариант  $1493912,6 \cdot 0,3 = 448173,78 \text{ руб.}$

Инва. N подл. | Подпись и дата | Взам. инв. N | Инв. N дубл. | Подпись и дата

### Затраты на электроэнергию

Затраты на электроэнергию, расходуемую на выполнение одной детали операции, рассчитываем по формуле [15]:

$$Z_э = \frac{N_y \cdot k_N \cdot k_{вр} \cdot k_{од} \cdot k_w \cdot t}{\eta \cdot k_{вн}} \cdot Ц_э, \quad (10)$$

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

$k_N$  – средний коэффициент загрузки электродвигателя по мощности,

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

$k_{вр}$  – средний коэффициент загрузки электродвигателя по времени, для

среднесерийного производства  $k_{вр} = 0,7$ ;

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

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

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

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

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

Производим расчеты по вариантам по формуле (10):

$$Z_э(16K20) = \frac{33 \cdot 0,3 \cdot 0,7 \cdot 0,75 \cdot 1,06 \cdot 0,85}{0,9 \cdot 1,02} \cdot 6,38 = 3,25 \text{ руб.};$$

$$Z_э(2M55) = \frac{6,2 \cdot 0,3 \cdot 0,7 \cdot 0,75 \cdot 1,06 \cdot 0,17}{0,9 \cdot 1,02} \cdot 6,38 = 0,12 \text{ руб.};$$

$$Z_э(6P12) = \frac{4,5 \cdot 0,3 \cdot 0,7 \cdot 0,75 \cdot 1,06 \cdot 0,19}{0,9 \cdot 1,02} \cdot 6,38 = 0,14 \text{ руб.};$$

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.634 ПЗ	Лист
						65

$$Z_3(16K20) = \frac{11 \cdot 0,3 \cdot 0,7 \cdot 0,75 \cdot 1,06 \cdot 0,15}{0,9 \cdot 1,02} \cdot 6,38 = 0,19 \text{ руб.};$$

$$Z_3(\text{CTX}) = \frac{34 \cdot 0,3 \cdot 0,7 \cdot 0,75 \cdot 1,06 \cdot 0,27}{0,9 \cdot 1,02} \cdot 6,38 = 1,06 \text{ руб.}$$

Результаты расчетов по вариантам сводим в таблицу 25 по базовому варианту, по проектируемому варианту в таблицу 26.

Таблица 25 – Затраты на электроэнергию по базовому варианту

Модель станка	Установленная мощность, кВт	Штучно-калькуляционное время, ч.	Затраты на электроэнергию, руб.
16K20	33	0,85	3,25
6P12	4,5	0,17	0,12
2H55	6,2	0,19	0,14
Итого			3,51

Определим затраты на электроэнергию за год:

$$Z_3 = 3,51 \cdot 10000 = 35100 \text{ руб.}$$

Таблица 26 – Затраты на электроэнергию по проектируемому варианту

Модель станка	Установленная мощность, кВт	Штучно-калькуляционное время, ч	Затраты на электроэнергию, руб.
16K20	11	0,15	0,19
CTX	37	0,27	1,06
Итого			1,25

Определим затраты на электроэнергию за год:

$$Z_3 = 1,25 \cdot 10000 = 12500 \text{ руб.}$$

*Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования*

Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования рассчитывается по формуле [15]:

$$Z_{\text{об}} = C_{\text{ам}} + C_{\text{рем}}, \quad (11)$$

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

где  $C_{\text{рем}}$  – затраты на ремонт технологического оборудования, руб.;

$C_{\text{ам}}$  – амортизационные отчисления от стоимости технологического оборудования, руб.

Амортизационные отчисления на каждый вид оборудования определяют по формуле [15]:

$$C_{\text{ам}} = \frac{C_{\text{об}} \cdot H_{\text{ам}} \cdot t}{F_{\text{об}} \cdot k_3 \cdot k_{\text{вн}}}, \quad (12)$$

где  $C_{\text{об}}$  – цена единицы оборудования, руб.;

$H_{\text{ам}}$  – норма амортизационных отчислений,  $H_{\text{амБ}} = 12\%$  для базового оборудования,  $H_{\text{амН}} = 6\%$  - для нового оборудования;

$t$  – штучно-калькуляционное время, мин;

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

$F_{\text{обБАЗ}} = 3867$  ч. и  $F_{\text{обНОВ}} = 5386$  ч;

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

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

Производим расчеты по вариантам по формуле (12):

$$C_{\text{ам}}(16К20) = \frac{214500 \cdot 3 \cdot 0,12 \cdot 0,85}{3867 \cdot 0,85 \cdot 1,02} = 19,58 \text{ руб.};$$

$$C_{\text{ам}}(6Р12) = \frac{167000 \cdot 1 \cdot 0,12 \cdot 0,19}{3867 \cdot 0,85 \cdot 1,02} = 1,14 \text{ руб.};$$

$$C_{\text{ам}}(2Н55) = \frac{135000 \cdot 0,12 \cdot 0,17}{3867 \cdot 0,85 \cdot 1,02} = 0,84 \text{ руб.};$$

$$C_{\text{ам}}(16К20) = \frac{214500 \cdot 1 \cdot 0,12 \cdot 0,15}{3867 \cdot 0,85 \cdot 1,02} = 1,15 \text{ руб.};$$

$$C_{\text{ам}}(\text{СТХ}) = \frac{10800000 \cdot 0,06 \cdot 0,27}{5386 \cdot 0,85 \cdot 1,02} = 37,46 \text{ руб.}$$

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

$$C_{\text{РЕБаз}} = 440 \text{ р.}, C_{\text{РЕНов}} = 980 \text{ руб.}$$

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

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

Вычисления производим по формуле [15]:

$$C_{\text{рем}} = \frac{C_{\text{RE}} \cdot \Sigma Re}{t \cdot N_{\text{год}}}, \quad (13)$$

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

$t$  – штучно-калькуляционное время, мин;

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

Производим вычисление затрат на текущий ремонт оборудования по формуле (13):

$$C_{\text{рем}}(16K20) = \frac{440 \cdot 3}{0,85 \cdot 10000} = 0,16 \text{ руб.};$$

$$C_{\text{рем}}(2M55) = \frac{440 \cdot 1}{0,17 \cdot 10000} = 0,26 \text{ руб.};$$

$$C_{\text{рем}}(6P12) = \frac{440 \cdot 1}{0,19 \cdot 10000} = 0,23 \text{ руб.};$$

$$C_{\text{рем}}(16K20) = \frac{440 \cdot 1}{0,15 \cdot 10000} = 0,29 \text{ руб.};$$

$$C_{\text{рем}}(\text{СТХ}) = \frac{980 \cdot 1}{0,27 \cdot 10000} = 0,36 \text{ руб.}$$

Результаты расчета затрат на содержание и эксплуатацию технологического оборудования заносим в таблицу 27 по базовому варианту, по проектируемому в таблицу 28.

Таблица 27 – Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования базовый вариант

Модель станка	Стоимость, т. руб.	Количество, шт.	Норма амортизационных отчислений, %	Штучно-калькуляционное время, ч	Амортизационные отчисления, руб.	Затраты на ремонт, руб.
16K20	643,5	3	12	0,85	19,58	0,16
6P12	167	1	12	0,19	1,14	0,23
2H55	135	1	12	0,17	0,84	0,26
Итого					21,56	0,65

Инва. N подл. | Подпись и дата | Взам. инв. N | Инв. N дубл. | Подпись и дата

Таблица 28 – Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования проектируемый вариант

Модель станка	Стоимость, т. руб.	Количество, шт.	Норма амортизационных отчислений, %	Штучно-калькуляционное время, ч	Амортизационные отчисления, руб.	Затраты на ремонт, руб.
16К20	214,5	1	12	0,15	1,15	0,29
СТХ	10800	1	6	0,27	37,46	0,36
Итого					38,61	0,65

Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования рассчитывается по формуле (11):

$$З_6 = 21,56 + 0,65 = 22,21 \text{ руб.}$$

$$З_п = 38,61 + 0,65 = 39,26 \text{ руб.}$$

*Затраты на эксплуатацию инструмента*

Затраты на эксплуатацию инструмента в базовой технологии вычисляем по формуле:

$$З_{и} = \frac{Ц_{и} + \beta_n \cdot Ц_n}{T_{ст} \cdot N_{год} \cdot (\beta_n + 1)} \cdot T_m \cdot \eta_{и}, \quad (14)$$

где  $Ц_{и}$  – цена единицы инструмента, руб.;

$\beta_n$  - число переточек;

$Ц_n$  – стоимость одной переточки;

$T_{ст}$  – период стойкости инструмента;

$T_m$  – машинное время;

$\eta_{и}$  - коэффициент случайной убыли инструмента,  $\eta_{и} = 0,98$ ;

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

В таблице 29 укажем инструмент, используемый в базовом тех. процессе и время работы инструмента.

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

Таблица 29 – Перечень инструмента базового технологического процесса

№ опер.	Наименование	T <sub>М</sub> , мин
005	Резец подрезной ГОСТ 18880-73	21,97
010	Резец расточной ГОСТ 18883-73	5,97
010	Резец канавочный ГОСТ 18884-73	2,5
015	Сверло ГОСТ 10903	0,4
015	Метчик М12 ГОСТ 17752	0,5
020	Фреза	1,79

Производим расчет затрат на эксплуатацию инструмента по базовому технологическому процессу (для стандартного инструмента) по формуле (14):

$$Z_{И} = \frac{956,1 + 8 \cdot 77}{60 \cdot 10000 \cdot 9} \cdot 21,97 \cdot 0,98 + \frac{855,3 + 9 \cdot 68}{60 \cdot 10000 \cdot 10} \cdot 5,97 \cdot 0,98 + \frac{1023 + 6 \cdot 92}{50 \cdot 10000 \cdot 7} \cdot 28,5 \cdot 0,98 + \frac{956,6 + 7 \cdot 84}{45 \cdot 10000 \cdot 8} \cdot 0,4 \cdot 0,98 + \frac{1106 + 6 \cdot 88}{50 \cdot 10000 \cdot 7} \cdot 0,5 \cdot 0,98 + \frac{1235 + 11 \cdot 81}{39 \cdot 10000 \cdot 12} \cdot 1,79 \cdot 0,98 = 386,412 \text{ руб.}$$

На основании опыта внедрения инструмента на ряде предприятий уральского региона предлагается вычислять затраты на эксплуатацию прогрессивного инструмента по формуле [16]:

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

где  $Z_{эи}$  - затраты на эксплуатацию сборного инструмента, руб.;

$C_{пл}$  - цена сменной многогранной пластины, руб.;

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

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

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

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

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

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

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

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

$N$  - количество вершин сменной многогранной пластины, шт.

(для круглой пластины рекомендуется принимать  $N = 6$ );

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

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

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

В таблицу 30 внесем параметры инструмента.

Инва. N подл.	Подпись и дата	Взам. инв. N	Инва. N дубл.	Подпись и дата
---------------	----------------	--------------	---------------	----------------

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

Таблица 30 – Параметры прогрессивного инструмента

Операция	Инструмент	Машинное время, мин	Цена единицы инструмента, руб.	Суммарный период стойкости ин-та, мин	Затраты на переточку инструмента, руб.	Коэффициент убыли	Итого затраты, руб.
1	2	3	4	5	6	7	8
005	Резец подрезной ГОСТ 18880-73	9	580	90	68	0,9	58
010	Резец MWLNR 2525M08 Пластина WNMG 080408-MF1 TS2000	8	1743 385	180	-	0,90	81,24
	Резец GX24-3E400N04 0-UF4 WSM33	3,2	2026 530	180	-	0,90	45,4
	Резец A25R-PWLNR08	1,3	1560 480	180	-	0,90	14,73
	Сверло 303DS-10.5-40-A12	2,5	1100	90	-	0,90	30,55
	Фреза Ф10 Z=3 S1000.86X LW 010-02.06 Пластина BHMХ 060204R.S 52	1,2	977	240	-	0,90	4,89

*Затраты на оснастку*

Затраты на оснастку вычисляем по формуле [16]:

$$Z_{\text{осн}} = \frac{C_p \cdot H_{\text{прс}} \cdot C_{\text{прс}} \cdot N_{\text{ам}}^{\text{прс}}}{N_{\text{год}} \cdot 100}, \quad (15)$$

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

где  $C_p$  – принятое количество оборудования, ( $C_p = 1$  шт.);

$N_{прс}$  – количество приспособлений на единицу оборудования, ( $N_{прс} = 1$ );

$C_{прс}$  – стоимость приспособлений, ( $C_{прс1} = 25563$  руб.)

$N_{ам}^{прс}$  – норма амортизационных отчислений на приспособления, 66%;

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

Производим расчет затраты на оснастку по формуле (15):

$$Z_{осн} = \frac{1 \cdot 1 \cdot 25563 \cdot 66}{10000 \cdot 100} = 16,87 \text{ руб.}$$

Результаты расчетов технологической себестоимости годового объема выпуска детали сводим в таблицу 31.

Таблица 30 – Технологическая себестоимость обработки детали

Статьи затрат	Сумма, руб. Базовый вариант	Сумма, руб. Проектируемый вариант
Заработная плата с начислениями	323,63	149,39
Затраты на технологическую электроэнергию	3,51	1,25
Затраты на содержание и эксплуатацию оборудования	22,21	39,26
Затраты на эксплуатацию оснастки	84,35	16,87
Затраты на инструмент	386,41	234,81
Итого	820,11	411,44

### *Определение годовой экономии от изменения техпроцесса*

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

$$Э_{год} = (C_б - C_{пр}) \cdot N_{год},$$

где  $C_б$ ,  $C_{пр}$  – технологическая себестоимость одной детали по базовому и проектируемому вариантам соответственно, руб.;

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

Инва. N подл. | Подпись и дата | Взам. инв. N | Инв. N дубл. | Подпись и дата

$$\text{Э}_{\text{год.}} = (820,11 - 411,44) \cdot 10000 = 4086700 \text{ руб.}$$

### *Анализ уровня технологии производства*

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

Удельный вес каждой операции определяется по формуле:

$$Y_{\text{оп}} = \frac{T^t}{T} \cdot 100\% , \quad (16)$$

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

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

Производим расчеты удельного веса операции по формуле (16) по базовому варианту:

$$Y_{\text{оп}}(16K20) = \frac{0,85}{1,21} \cdot 100\% = 70,2\%;$$

$$Y_{\text{оп}}(2M55) = \frac{0,17}{1,21} \cdot 100\% = 14,1\%;$$

$$Y_{\text{оп}}(6P12) = \frac{0,19}{1,21} \cdot 100\% = 15,7\%;$$

По проектируемому варианту:

$$Y_{\text{оп}}(16K20) = \frac{0,15}{0,42} \cdot 100\% = 35,7\%;$$

$$Y_{\text{оп}}(\text{СТХ}) = \frac{0,27}{0,42} \cdot 100\% = 64,3\%.$$

### *Доля прогрессивного оборудования*

Доля прогрессивного оборудования определяется по его стоимости в общей стоимости использования оборудования и по количеству. Удельный вес по количеству прогрессивного оборудования определяется по формуле [15]:

$$Y_{\text{пр}} = \frac{C_{\text{пр}}}{C_{\Sigma}} \cdot 100\% , \quad (17)$$

Инва. N подл.	Подпись и дата
Взам. инв. N	Инва. N дубл.
Подпись и дата	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.634 ПЗ	Лист
						74

где  $C_{пр}$  – количество единиц прогрессивного оборудования,  $C_{пр}=1$  шт.;

$C_{\Sigma}$  – общее количество использованного оборудования,  $C=2$  шт.

$$Y_{пр} = \frac{1}{2} \cdot 100\% = 50\%.$$

Определим производительность труда на программных операциях:

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

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

$K_{вн}$  – коэффициент выполнения норм;

$t$  – штучно-калькуляционное время, мин.

Производительность труда в усовершенствованном техпроцессе:

$$B_{пр.} = \frac{1685 \cdot 1,2 \cdot 60}{25,2} = 4814,3 \text{ шт} / \text{чел.год}$$

Производительность труда в базовом техпроцессе:

$$B_{б.} = \frac{1685 \cdot 1,2 \cdot 60}{72,6} = 1671,1 \text{ шт} / \text{чел.год}$$

Рост производительности труда:

$$\Delta B = \frac{B_{пр} - B_{б.}}{B_{б.}} \cdot 100\%,$$

где  $B_{пр}$ ,  $B_{б.}$  – производительность труда соответственно проектируемого и базового вариантов.

$$\Delta B = \frac{4814,3 - 1671,1}{1671,1} \cdot 100\% = 188,1\%$$

В таблице 32 представлены технико-экономические показатели проекта.

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

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

Таблица 32 - Технико-экономические показатели проекта

Наименование показателей	Ед. изм.	Значения показателей		Изменение показателей
		базовый вариант	проектный вариант	
Годовой выпуск деталей	шт.	10000	10000	0
Количество видов оборудования	шт.	5	2	-3
Количество рабочих	чел.	8	3	-5
Сумма инвестиций	т. руб.	-	10800	+ 13414,5
Трудоёмкость обработки одной детали	н/ч	1,21	0,42	-0,79
Технологическая себестоимость одной детали	руб.	820,11	411,44	-
Доля прогрессивного оборудования	%	-	50	+50
Производительность труда	шт/чел. год	1671	4814	3143
Рост производительности труда	%	-	188	+188
Средний коэффициент загрузки оборудования		0,64	0,6	
Годовой экономический эффект	тыс. руб.		4086,7	+4086,7
Срок окупаемости	года		2,64	

**ВЫВОДЫ:**

При переходе на новый технологический процесс механической обработки детали, предприятию еще необходимо учесть затраты на переобучение персонала.

Предлагаемый технологический процесс уменьшает себестоимость обработки детали, количество оборудования и рабочих обслуживающих данное оборудование, снижает затраты на электроэнергию, также и более

Инва. N подл. | Подпись и дата | Взам. инв. N | Инв. N дубл. | Подпись и дата

короткий производственный цикл по сравнению с вариантом, условиями которого является применение универсального оборудования. Можно сделать

вывод, что спроектированный технологический процесс является более эффективным по сравнению с технологическим процессом, построенным на использовании универсальных станков, и является более выгодным по сравнению с предыдущим вариантом.

При внедрении данного технологического процесса предполагается получение годового экономического эффекта за счет снижения текущих расходов порядка четырех миллионов восьмидесяти шести тысяч рублей и срок окупаемости нового оборудования 2,64 года.

Инв. N подл.	Подпись и дата	Взам. инв. N	Инв. N дубл.	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ДП 44.03.04.634 ПЗ

Лист  
77

## 5. МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### 5.1. Вводная часть

В методической части дипломного проекта рассмотрен и проанализирован профессиональный стандарт «Оператора-наладчика обрабатывающих центров с ЧПУ», проанализирован учебный план по переподготовке рабочих в Региональном межотраслевом центре дополнительного профессионального образования ПАО "МЗиК", разработан план занятия и методическое обеспечение к занятию.

В настоящее время изменения коснулись самого характера образования. Использование современного оборудования и уникальных возможностей интеллектуальных программ обучения позволяет изменить стиль обучения и резко сократить сроки овладения профессиональными знаниями. Это относится в полной мере и к обучению программированию на стойке Siemens и составлению обучающих программ для обработки деталей на станке с ЧПУ. Таким образом, разработка методики интенсивного обучения программированию, включающая в себя технологию создания обучающих программ, является актуальной и может быть полезной для того, "чтобы повысить производительность научного познания".

Важное место в программном обеспечении современных станков с ЧПУ занимают системы программирования. Основное их назначение - освободить программиста от необходимости работать на языке машинных команд. При обучении программированию применяются тренажеры и демо – программы обучения.

Системы программирования - это универсальные средства работы с информацией. С их помощью можно решать вычислительные задачи, обрабатывать тексты, получать графические изображения, осуществлять

Инва. N подл.	Подпись и дата
Взам. инв. N	Инва. N дубл.
Подпись и дата	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.634 ПЗ	Лист
						78

хранение и поиск данных и т.д., в общем, делать все, что делают средства прикладного программного обеспечения - специализированные исполнители.

В основу методики обучения профессиональному программированию в обучающей программе было положено представление о программисте как о специалисте широкого профиля. Разрабатывая управляющие программы, они могут раскрыть в себе разнообразные качества: технолога, оператора, программиста.

Для обучения используется технология структурного программирования "сверху - вниз". Ее достоинством является то, что она позволяет сформировать у слушателей курсов алгоритмический стиль мышления, необходимый при изучении практически всего курса программирования и составления управляющих программ. Эта технология программирования представляет собой процесс пошагово разбиения алгоритма на все более мелкие части с целью получить такие элементы, для которых можно легко написать конкретные предписания.

Обучение рабочих ведется в Региональном межотраслевом центре дополнительного профессионального образования, который является структурным подразделением ПАО "МЗИК". Центр ДПО расположен в административном здании предприятия с общей площадью более 1000 м<sup>2</sup>.

Основной целью деятельности Центра ДПО является подготовка новых рабочих и повышение квалификации кадровых рабочих, руководителей, специалистов и других служащих предприятия на основе системы непрерывного дополнительного профессионального образования, а также обучение, повышение квалификации работников предприятия Уральского и Сибирского регионов для развития их кадрового ресурса в условиях инновационного развития и технологического перевооружения.

Подготовка и обучение ведется по следующим направлениям:

- организация обучения и обучение по договорам с предприятиями

ОПК и другими организациями;

Интв. N подл.	Подпись и дата	Взам. интв. N	Интв. N дубл.	Подпись и дата
---------------	----------------	---------------	---------------	----------------

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.634 ПЗ	Лист
						79

- обучение (профподготовка) лиц, стоящих на учете в центрах занятости;

- организация и проведение стажировки, практики студентов и выпускников начальных, средних и высших учебных заведений;

- организация обучения и обучение собственного персонала.

Публичное акционерное общество «Машиностроительный завод имени М.И. Калинина, г. Екатеринбург» - Региональный межотраслевой центр дополнительного профессионального образования (Центр ДПО) - отдел 391 (ПАО "МЗИК") имеет Лицензию Министерства общего и профессионального образования Свердловской области рег. № 17791 от 10.08.2015 г. на осуществление образовательной деятельности.

Обучение ведут высококвалифицированные и опытные преподаватели, руководители практики, мастера производственного обучения, инструкторы производственной практики. Учебный центр поддерживается постоянная связь со службой занятости населения.

Для обеспечения качественного процесса обучения - Центр ДПО имеет учебно-материальную базу в составе: учебные кабинеты; лаборатории; компьютерный класс; два интерактивных класса (токарный и фрезерный); высокотехнологичное современное оборудование в цехах предприятия, привлекаемое к учебному процессу в соответствии с порядком использования производственного и технологического оборудования предприятия в образовательном процессе; учебно-методический кабинет; техническую библиотеку, читальный зал; кабинеты для сотрудников Центра, помещение для преподавателей; медицинский пункт; столовую; бытовые и другие помещения.

Инва. N подл.	Подпись и дата	Взам. инв. N	Инва. N дубл.	Подпись и дата
---------------	----------------	--------------	---------------	----------------

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.634 ПЗ	Лист
						80

Все помещения оборудованы в соответствии с действующими правилами и санитарными нормами.

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

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

Проанализируем профессиональный стандарт «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ» утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 4 августа 2014г. № 530н.

Согласно профессиональному стандарту в таблице 32 приведем описание трудовых функций оператора-наладчика обрабатывающих центров с ЧПУ.

Таблица 33 – Описание трудовых функций профессионального стандарта

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	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

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

для обработки простых и средней сложности деталей; обработка простых и сложных деталей		Настройка технологической последовательности обработки и режимов резания, подбор режущих и измерительных инструментов и приспособлений по технологической карте	A/02.2	2
--	--	---	--------	---

Окончание таблицы 33

1	2	3	4	5
		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
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	B/01.3	3
		Программирование станков с числовым программным управлением (ЧПУ)	B/02.3	3
		Установка деталей в приспособлениях и на столе станка с выверкой их в различных плоскостях	B/03.3	3
		Обработка отверстий и поверхностей в деталях по 7–8 квалитетам	B/04.3	3
Наладка и регулировка на холостом ходу и в рабочем режиме	4	Наладка обрабатывающих центров для обработки отверстий и поверхностей в	C/01.4	4

Интв. N подл. | Подпись и дата | Взам. интв. N | Интв. N дубл. | Подпись и дата

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

обрабатывающих центров с программным управлением для обработки деталей и сборочных единиц с разработкой программ управления; обработка сложных деталей	деталей по 6 качеству и выше		
	Обработка отверстий и поверхностей в деталях по 6 качеству и выше	C/02.4	4

Проанализируем обобщенную трудовую функцию – «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» представленную в таблице 34.

Таблица 34 - Анализ трудовых функций

Наименование	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	Код	A	Уровень квалификации	3
Возможные наименования должностей	Наладчик обрабатывающих центров (5-й разряд) 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				
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				
Дополнительные характеристики					

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

Наименование классификатора	код	Наименование базовой группы, должности (профессии) или специальности
ОКЗ	7223	Станочники на металлообрабатывающих станках, наладчики станков и оборудования
ЕТКС	§44	Наладчик станков и манипуляторов с программным управлением 5-й разряд
ОКНПО	010703	Наладчик станков и манипуляторов с программным управлением

В рамках анализируемой обобщенной трудовой функции, обучаемый должен уметь выполнять следующие трудовые функции представленные в таблице 35.

Таблица 35 – Трудовые функции

Наладка обрабатывающих центров для обработки отверстий в деталях и поверхностей деталей по 7–8 квалитетам	В/01.3
Программирование станков с числовым программным управлением (ЧПУ)	В/02.3
Установка деталей в приспособлениях и на столе станка с выверкой их в различных плоскостях	В/03.3
Обработка отверстий и поверхностей в деталях по 7–8 квалитетам	В/04.3

Проанализируем трудовую функцию – «Программирование станков с числовым программным управлением (ЧПУ)». Данная трудовая функция должна быть сформирована на 3-ом уровне (подуровне) квалификации. Анализ приведен в таблице 36.

Таблица 36 – Анализ трудовой функции «Программирование станков с числовым программным управлением (ЧПУ)»

Наименование	Программирование станков с числовым программным управлением (ЧПУ)	Код	В/02.3	Уровень (подуровень) квалификации	3
Трудовые действия	Корректировка чертежа изготавливаемой детали				
	Выбор технологических операций и переходов обработки				
	Выбор инструмента				
	Расчет режимов резания				
	Определение координат опорных точек контура детали				
Необходимые умения	Составление управляющей программы				
	Программировать станок в режиме MDI (ручной ввод данных)				

Инва. N подл. | Подпись и дата | Взам. инв. N | Инв. N дубл. | Подпись и дата

### 5.3. Анализ учебного плана переподготовки рабочих по профессии «Оператор станков с ЧПУ» в Региональном межотраслевом центре дополнительного профессионального образования ПАО "МЗИК"

Программа переподготовки и повышения квалификации 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 технического черчения и чтения чертежей, основ теории резания металлов, современного режущего инструмента, основ технологии обработки деталей, основ программирования и устройства обрабатывающих центров, наладку и настройку станка.

Срок обучения по профессии оператор станков с ЧПУ – 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 теоретическим вопросам, выполнению 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 - 4-ий разряд

Срок обучения - 2 месяца

Таблица 37 - Учебный план переподготовки операторов станков 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	4	4	-	

Инва. N подл. | Подпись и дата | Взам. инв. N | Инв. N дубл. | Подпись и дата

	и пожарная безопасность				
2	Техническое черчение и чтение чертежей	8	4	4	Чертеж
3	Основы резания металлов и режущий инструмент	12	8	4	Задание по подбору РИ
4	Технология обработки деталей	12	4	8	Разработка ТП на обработку детали

Окончание таблицы 37

1	2	3	4	5	6
5	Классификация систем ЧПУ	4	4	-	Опрос
6	Основы программирования станков и обрабатывающих центров с ЧПУ	14	4	10	Разработка УП
7	Устройство обрабатывающих центров и станков с ПУ	6	2	4	Опрос
8	Наладка обрабатывающих центров с ЧПУ	12	4	8	Задание по наладке станка
9	Самостоятельное выполнение работ	72	-	72	Задание по наладке станка и обработке УП
	<b>Итого:</b>	144	34	110	

Проведем сравнение учебного плана с требованиями профессионального стандарта «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ, данный сравнения сведем в таблицу 38.

Таблица 38 – Сравнения учебно-тематического плана с требованиями профессионального стандарта

Учебно-тематический план	Профессиональный стандарт
Инструктаж по безопасности труда при работе на станках с ЧПУ и пожарная безопасность	Техника безопасности при работе на станке с ЧПУ Программировать станок в режиме MDI (ручной ввод данных)
Техническое черчение и чтение чертежей	Корректировка чертежа изготавливаемой детали
Основы резания металлов и режущий инструмент	Выбор инструмента
	Расчет режимов резания
Технология обработки деталей	Выбор технологических операций и переходов обработки
Классификация систем ЧПУ	Органы управления и стойки ЧПУ станка
Основы программирования станков и обрабатывающих центров с ЧПУ	Определение координат опорных точек контура детали
	Составление управляющей программы
	Системы графического программирования
Устройство обрабатывающих	Коды и макрокоманды стоек ЧПУ в соответствии с международными стандартами
	Органы управления и стойки ЧПУ станка

Инва. N подл. | Подпись и дата | Взам. инв. N | Инв. N дубл. | Подпись и дата

центров	Изменять параметры стойки ЧПУ станка
Наладка обрабатывающих центров с ЧПУ	Программировать станок в режиме MDI (ручной ввод данных)
	Режимы работы стойки ЧПУ
	Изменять параметры стойки ЧПУ станка
Самостоятельное выполнение работ	Программировать станок в режиме MDI (ручной ввод данных)
	Составление управляющей программы
	Корректировать управляющую программу в соответствии с результатом обработки деталей

Реализуемый учебный план соответствует профессиональным стандартам и может быть реализован в учебном центре ПАО «МЗиК».

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

Данная тема изучается в течении 14 часов.

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

Разработка учебно-тематического плана учебных занятий по теме «Основы программирования станков и обрабатывающих центров с ЧПУ»

На изучение данной дисциплины учебным планом выделено 14 часа, 4 из которых отведено на лекции и 10 часа – на практические занятия.

Таблица 39 - Учебно-тематический план

№	Наименование тем	Виды занятий		
		теоретическое	практическое	Всего часов
<b>Теоретическое обучение</b>				
1	<b>Тема 1. Общее ознакомление с панелью управления</b> Панель оператора. Функциональные клавиши. Стандартная клавиатура. Особенности панели управления FANUC. Элементы клавиатуры панели оператора. Панель управления станком. Режимы. Управление подачей. Управление перемещением. Управление вращением шпинделя. Управление программой. Сброс программы, программные клавиши. Отображение каналов. Аварийный останов.	1	-	2

Инва. N подл. | Подпись и дата | Взам. инв. N | Инв. N дубл. | Подпись и дата

2	<b>Тема 2. Управление программой</b> Типы файлов. Управляющий файл. Основной дисплей программы. Выбор заготовка\программа. Редактирование программы. Создание каталога обрабатываемых деталей. Создание программы детали или данных для обрабатываемой детали. Выбор обрабатываемой детали\программы для выполнения. Запуск, останов и прерывание программы. Корректировка программы. Поиск кадра. Условия поиска, редактор для файлов.	1	1	2
3	<b>Тема 3. Разработка управляющей программы</b> Программирование фрезерной обработки. Программирование токарной обработки. Программирование обработки при помощи циклов. Разработка управляющей программы для обработки простых деталей.	2	9	11

Для разработки методики проведения занятия по дисциплине выберем из тематического плана тему № 3 «Разработка управляющей программы» и разработаем методическое обеспечение для этого занятия.

Тема занятия: Программирование фрезерной обработки

Цели:

Дидактическая: Формирование знаний у слушателей о программировании фрезерной обработки.

Развивающая: развивать у обучаемых логическое мышление и познавательную самостоятельную активность, технический кругозор;

Воспитывающая: воспитывать у обучаемых дисциплину, внимательность, аккуратность, самостоятельность.

Тип урока: комбинированный

Метод обучения: рассказ, беседа, демонстрация слайдов

Оснащение урока: ноутбук, мультимедиапроектор, экран, слайды

Таблица 40 - Модель деятельности преподавателя и слушателей на занятии

№ этапа	Наименование этапа урока	Деятельность преподавателя	Время (мин)	Деятельность учащихся
1	Организационная часть	Приветствие Проверка присутствующих	5	Приветствуют преподавателя. Участвуют в переключке
2	Сообщение темы и цели урока	Сообщает тему, цели урока.	5	Слушают, записывают тему урока.
3	Мотивация	Рассказывает о важности темы	5	Слушают.
4	Актуализация	Задаёт вопросы	15	Отвечают на вопросы,

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

	опорных знаний			дополняют друг друга.
5	Объяснение нового учебного материала	Преподаватель, рассказывает новый материал, по ходу рассказа демонстрирует слайды	40	Слушают, конспектируют, изучают слайды.
6	Закрепление новых знаний	Задаёт вопросы	15	Отвечают на вопросы, дополняют друг друга.
7	Домашнее задание	Повторить пройденный материал.	5	Записывают.

### Актуализация опорных знаний

Вопросы:

1. Назовите основные типы и группы станков с ЧПУ?.
2. Назовите основные движения в станках с ЧПУ?
3. Как располагаются оси на вертикально-фрезерном станке?
4. Где расположена нулевая точка фрезерного станка?
5. Что такое управляющая программа?

*План изложения нового материала*

1. Фрезерование контура детали, режущий инструмент.
2. Параметры цикла CYCLE 72

Презентация к занятию приведена в Приложении В, конспект урока в приложении Б.

В методической части дипломного проекта был проанализирован профессиональный стандарт по профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ», проанализирован учебный план переподготовки рабочих в Региональном межотраслевом центре дополнительного профессионального образования ПАО "Машиностроительный завод им. М.И. Калинина», а также разработан урок теоретического обучения с применением электронной презентации. Занятие

Инва. N подл.	Подпись и дата
Взам. инв. N	Подпись и дата
Инв. N дубл.	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.634 ПЗ	Лист 89

разработано для слушателей проходящих переподготовку по рабочей профессии Оператор станков с ЧПУ».

После изучения теоретических основ слушатели курсов приступают к практическим самостоятельным занятиям. В процессе выполнения работы получают навыки, необходимые при решении широкого круга задач, и осваивают технологические приемы разработки больших программ.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В выпускной квалификационной работе был усовершенствован технологический процесс механической обработки детали «Заглушка» в условиях серийного производства.

Предлагаемый технологический процесс обеспечивает экономические показатели выпуска продукции высокого качества, в условиях применения на предприятии современного оборудования и режущего инструмента.

При разработке проекта были учтены требования к материалу детали, к точности и шероховатости поверхностей.

Замена универсального оборудования позволила увеличить производительность труда и снизить себестоимость продукции. На комплексную операцию была разработана управляющая программа

В методической части проанализирован профессиональный стандарт «Оператора-наладчика обрабатывающих центров», учебный план и рассмотрены вопросы связанные с переподготовкой персонала.

Поставленные задачи выпускной квалификационной работы решены, цели достигнуты.

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

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

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Горбачевич А. Ф., Шкред В. А., Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учебное пособие для машиностроительных спец. вузов – 5-е изд., переработка и дополнение – М.: ООО ИД «Альянс», 2007.-256 с.

2. Должиков В. П. Основы программирования и наладки станков с ЧПУ: Учебное пособие. – Томск: Изд. ТПУ, 2005. – 112с.

3. Должиков В. П. Разработка технологических процессов механообработки в мелкосерийном производстве: Учебное пособие. – Томск: Изд-во. ТПУ, 2003. – 324с.

4. Козлова Т. А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учеб. пособие-Екатеринбург: Издательство Урал. Гос. проф.- пед. университета 2012.- 169 с.

5. Козлова Т. А. Нормирование механической обработки: Учеб. пособие / Т. А. Козлова, Т. В. Шестакова. Екатеринбург: Изд-во Рос. гос. проф.-пед. ун-та, 2013. 137с.

6. Методические указания к выполнению практической работы. «Оформление технологической документации» по дисциплине «Технология

Инва. N подл.	Подпись и дата	Взам. инв. N	Инва. N дубл.	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

машиностроения». Екатеринбург, ГОУ ВПО «Рос. гос. проф.-пед. ун-т», 2009. 41с.

7. Могильников В. А. Технология производства. Технологический анализ чертежа детали: методические указания к практическим занятиям, контрольно-курсовым и контрольным работам для студентов машиностроительных специальностей / В. А. Могильников. – Тула: изд-во ТулГУ, 2009. – 18 с.

8. Панов А. А., Аникин В. В. Обработка металлов резанием: Справочник технолога. Машиностроение: 2004. – 526с.

9. Справочник технолога – машиностроителя / Под ред. А. Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова 6-е изд., перераб и доп.-М.: машиностроение, 2005.-Т.1-656 с., ил.

10. Справочник технолога – машиностроителя / Под ред. А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова 6-е изд., перераб и доп.-М.: машиностроение, 2005.-Т.2-612 с., ил.

11. Технология машиностроения [Текст]. Учеб для вузов [Гриф МО РФ] /Л.В.Лебедев и др.- М.: Изд. Центр «Академия», 2006. - 527 с.

12. Технология машиностроения[Текст]: В 2 кн. Кн.1. Основы технологии машиностроения: учеб.пособ. для вузов/ Э.Л. Жуков, И.И. Козарь, С.Л. Мурашкин и др.; Под ред. С.Л. Мурашкина. – 2-ое изд., доп. – М.: Высш. шк., 2008. – 278 с.

13. Технология машиностроения [Текст]: В 2 кн. Кн.2. Производство деталей машин.: учеб.пособ. для вузов/ Э.Л. Жуков, И.И. Козарь, С.Л. Мурашкин и др.; Под ред. С.Л. Мурашкина. – 2-ое изд., доп. – М.: Высш. шк., 2008. – 296 с.

14. Технология машиностроения. Лабораторный практикум [Электронный ресурс]: учебное пособие для вузов [Гриф УМО] / [А. В. Коломейченко и др.]. - Электрон.текстовые дан. - Санкт-Петербург; Москва; Краснодар: Лань, 2015. - 266 с. - (Режим доступа:<http://e.lanbook.com/view/book/67470>)

Инва. N подл.	Подпись и дата	Взам. инв. N	Инва. N дубл.	Подпись и дата
---------------	----------------	--------------	---------------	----------------

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

ДП 44.03.04.634 ПЗ

Лист  
92

15. Техничко-экономические расчёты в выпускных квалификационных работах (дипломных проектах): Учеб. пособие / Авт. –сост. Е. И. Чучкалова, Т. А. Козлова, В. П. Суриков. Екатеринбург: Изд-во ГОУ ВПО «Рос. гос. проф.-пед. ун-т» , 2013. 66 с.

16. Эрганова, Н. Е. Практикум по методике профессионального обучения[Текст]: учеб. пособие для вузов / Н. Е. Эрганова, М. Г. Шалунова, Л. В. Колясникова. - 2-е изд., пересмотр. и доп. - Екатеринбург: Издательство РГПШУ, 2011. - 88 с.

17. Электронный каталог «СКИФ-М», Инструмент для фрезерования и сверления, 2015 г.

18. Электронный каталог «Seco», Фрезерование, 2015 г.

19. Электронный каталог «КОМЕТ», Сверление, 2015 г.

20. <http://www.splav.kharkov.com>

21. <http://www.studfiles.ru/preview/5897571/page:20/>

22. <http://ru.dmgmori.com/продукты/фрезерные-станки/универсальные-фрезерные-станки-для-обработки-по-5-осям-5-сторонам/dmu-p-duoblock/dmu-80-p-duoblock-4-generation>

23. <http://www.irlen.ru/catalog/stanki-s-chpu/vertikalno-frezernye/leadwell-v-it/>.

24. <http://www.sib.perytone.ru/metal/309/1953/>

25. [http://metallischekiy-portal.ru/marki\\_metallov/search/](http://metallischekiy-portal.ru/marki_metallov/search/)

Инва. N подл.	Полишь и лата	Взам. инв N	Инва. N дубл.	Полишь и лата
---------------	---------------	-------------	---------------	---------------

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

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Перечень графического материала

Название	Формат
Чертеж детали	1 лист А1
Чертеж заготовки	1 лист А1
Иллюстрации технологического процесса	2 лист А1
Фрагмент управляющей программы	1 лист А1

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ДП 44.03.04.634 ПЗ

## ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Конспект урока по теме «Разработка управляющей программы»,  
тема занятия «Программирование фрезерной обработки»

### Основные виды и предназначение фрез

Фреза – многолезвийный режущий инструмент, выполненный в виде тела вращения, на образующей которого и (или) на торце расположены зубья. Работа его осуществляется при помощи поступательно-вращательных движений. Непосредственно сама фреза является исходной частью вращения, которое соприкасается с поверхностью заготовки в процессе обработки. Главное движение при фрезеровании – вращение фрезы. Для этого инструмента характерно наличие большого количества разновидностей рабочей поверхности. Самыми распространенными считаются торцевые, отрезные, шпоночные, дисковые, пазовые, концевые и угловые фрезы. Предназначены для обработки плоскостей, пазов, прорезей, уступов, фасонных и винтовых поверхностей, нарезания резьб и т.д.

Точность обработки – 7...9 квалитеты.

Шероховатость обработанной поверхности -  $R_a=1,25$  мкм.

### Основные критерии выбора фрезы

Инд. N подл.	Подпись и дата	Взам. инв. N	Индв. N дубл.	Подпись и дата
--------------	----------------	--------------	---------------	----------------

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

Чтобы выбрать наиболее подходящий тип инструмента, необходимо придерживаться следующих критериев:

- Разнообразие и объем выполняемых работ
- Качество требуемой отделки (первичная или вторичная обработка)
- Качество обрабатываемого металла (мягкость, толщина)
- Геометрическая форма поверхности (отверстия, пазы, плоская плита)
- Заданная точность размеров

При выборе фрезы, чтобы избежать быстрой поломки, некачественной заточки и неточности параметров инструмента обратить внимание на:

- Принцип работы механизма. Немаловажно при выборе режущего инструмента учесть и качество самого станка, к нему подбираются подходящие насадки.

- Соответствие внутреннего крепления. Помимо качества непосредственно рабочей внешней поверхности, важно соответствие внутреннего отверстия и наличие шпона, для плотного прилегания детали к основанию вращательного механизма.

- Диаметр и структура. Размер фрезы влияет на стоимость и удобство работы с инструментом. По типу структуры фрезы разделяют на: монолитные и сборные.

- Качество заточки. Чем лучше заточен инструмент, тем выше качество оформленного среза и меньше время тратится на его выполнение.

- Материал режущей детали. Важное качество используемого материала инструмента, независимо от типа конструкции выбранной фрезы. Благодаря высокому показателю температуры закалки особой популярностью пользуются твердосплавные фрезы.

Помимо главных критериев подбора инструмента необходимо учесть и некоторые нюансы, которые могут возникнуть в процессе обработки:

- ✓ вибрирование

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.634 ПЗ	Лист 96

- ✓ сильное нагревание (вплоть до температуры каления), как самого инструмента, так и оформляемых деталей
- ✓ завивание стружки
- ✓ усадка материала
- ✓ появление наростов при формировании деталей из пластичного, мягкого металла.

### **Классификация фрез**

*Фрезы классифицируются по следующим признакам:*

По технологическому признаку различают фрезы для обработки следующих поверхностей:

- 1) плоскостей;
- 2) пазов и шлиц;
- 3) фасонных поверхностей;
- 4) зубчатых колес и резьб;
- 5) тел вращения;
- 6) для разрезки материала.

По конструктивному признаку различают следующие типы:

- 1) по направлению зуба: с прямыми, с наклонными, с винтовыми и с разнонаправленными зубьями.
- 2) по конструкции зуба: с остроконечными, с затылованными зубьями.
- 3) по внутреннему устройству: цельные, со вставными зубьями, сборные (разборные) головки.
4. по способу крепления: фрезы с отверстием (насадные); концевые (хвостовые) с цилиндрическим или коническим хвостовиком.

### **Виды фрез**

- **Дисковые** (пазовые, прорезные, отрезные) фрезы

Применение:

- ✓ обрезки заготовок;

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

- ✓ прорезания пазов;

## Дисковая фреза

- ✓ выборки металла;
- ✓ снятия фасок и т.д.

Режущие элементы дисковых фрез (рис.9) могут располагаться как с одной, так и с двух сторон. В зависимости от вида обработки (от предварительной до финишной) меняется размер фрезы и ее зубьев. Твердосплавные дисковые фрезы работают в самых сложных условиях при высокой вибрации и невозможности эффективно выводить стружку из области резания.

- **Торцевые фрезы**

Применение:

- ✓ обработка

вертикально-

Торцевая часть рабочей, ось обрабатываемой режущих кромок



плоских поверхностей на фрезерных станках

фрезы (рис.10) является вращения перпендикулярна плоскости детали. Вершины зубьев являются

профилирующими и формируют обработанную поверхность. Торцевые режущие кромки являются вспомогательными.

Главную работу резания выполняют боковые режущие кромки,

Инва. N подл.	Подпись и дата
Взам. инв. N	Инва. N дубл.
Подпись и дата	Подпись и дата

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

## Торцевая фреза

расположенные на наружной поверхности. Большое количество зубьев на участке

соприкосновения металла добиться высокой обработки и работы



с



деталью из позволяет скорости плавности инструмента.

фрезы

Применение:  
✓ обработка горизонтально-



### • Цилиндрические

плоских поверхностей на фрезерных станках

Цилиндрические фрезы (рис. 11) могут быть как с прямыми, так и с винтовыми зубьями. Фрезы с прямыми зубьями используют для обработки узких плоскостей, а вторые работают плавнее и потому получили универсальное применение. Осевые усилия, возникающие при определенных

Инва. N подл.	Подпись и дата
Взам. инв. N	Инва. N дубл.
Подпись и дата	Подпись и дата

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



Цилиндрическая фреза

Фреза типа



«кукуруза»

режимах работы фрез с винтовыми зубьями, достигают значительной величины. В этих случаях применяют сдвоенные инструменты, зубья которых расположены с разным направлением наклона. Благодаря этому решению возникающие в процессе резания осевые усилия уравниваются. К этому типу также относятся рашпильные фрезы типа «кукуруза», с их помощью обрабатывают уступы и прорезают канавки.

- **Концевые фрезы**

Применение:

- ✓ обработка открытых пазов
- ✓ обработка уступов с перпендикулярными поверхностями
- ✓ обработка контурных поверхностей
- ✓ обработка замкнутых профильных углублений и отверстий в плоских заготовках.

Инв. N подл.	Подпись и дата	Взам. инв. N	Инв. N дубл.	Подпись и дата
--------------	----------------	--------------	--------------	----------------

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

Концевая  
образная фреза



фреза Т-

Концевые фрезы выполняются торцово-цилиндрическими и имеют режущие участки как на торце, так и на цилиндре. Главные режущие кромки удаляют припуск (они расположены на цилиндре), а вспомогательные (расположены на торце фрезы) зачищают обработанную поверхность. Ось вращения  $U$  концевых фрез расположена перпендикулярно к обрабатываемой поверхности. Разновидностью концевых фрез являются шпоночные фрезы и фрезы для обработки Т-образных пазов.

Концевые фрезы делятся по следующим признакам:

- ✓ монолитные или припаянными режущими элементами;
- ✓ с коническим или цилиндрическим хвостовиком;
- ✓ для конечной обработки металла (мелкие зубцы) или для грубой (крупные зубцы).

- **Червячные фрезы**

Применение:

- ✓ нарезания зубчатых прямозубых, косозубых и шевронных цилиндрических колёс
- ✓ нарезания зубьев червячных колёс с различными видами зацепления

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

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

## Червячная фреза

Обработка выполняется методом обката за счет точечного касания заготовки инструментом. Червячные фрезы подразделяются по следующим параметрам:

- ✓ цельные, составные или сборные;
- ✓ черновые, получистовые, чистовые
- ✓ правые или левые (направление витков);
- ✓ много- или однозаходные;
- ✓ с нешлифованными или со шлифованными зубьями.

## ПРИЛОЖЕНИЕ В

Презентация к занятию «Программирование фрезерной обработки»

Инв. N подл.	Подпись и дата	Взам. инв N	Инв. N дубл.	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ДП 44.03.04.634 ПЗ

Лист  
102



## Программирование фрезерной обработки

**Фрезерование** – процесс механической обработки с вращательным главным движением резания при постоянном радиусе траектории многолезвийного инструмента (фрезы) и хотя бы одним движением подачи, направленным перпендикулярно оси главного движения резания.

Стандартная схема фрезерования осуществляется при перемещении стола с закрепленной на нем заготовкой. Традиционное фрезерование применяют при обработке горизонтальных, вертикальных и наклонных плоскостей, пазов и канавок различного профиля, изготовлении зубчатых колес.

Инов. N подл.	Подпись и дата	Взам. инв. N	Инов. N дубл.	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата



Основные узлы фрезерного станка

### Концевые фрезы

Применение:

- обработка открытых пазов
- обработка уступов с перпендикулярными поверхностями
- обработка контурных поверхностей
- обработка замкнутых профильных углублений и отверстий в плоских заготовках.



Инов. N подл.	Подпись и дата	Взам. инв. N	Инв. N дубл.	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ДП 44.03.04.634 ПЗ

Циклы фрезерования – это установленные процессы для фрезерования плоскостей, контуров, пазов и карманов. Их вызов происходит как подпрограмма с установленным названием и списком параметров.

Цикл фрезерования	Обозначение	Особенности параметрирования
Плоское фрезерование	CYCLE 71	Фрезерование различных плоских поверхностей
Контурное фрезерование	CYCLE 72	Контурное фрезерование деталей
Фрезерование продольных отверстий на окружности	LONGHOLE	Фрезерование продольных отверстий расположенных на одной окружности. В отличие от паза, ширина продольного отверстия определяется через диаметр инструмента.
Фрезерование пазов на окружности	SLOT1	Фрезерование пазов, которые расположены на одной окружности. Продольная ось пазов центрирована радиально
Фрезерование круговых пазов	SLOT2	Фрезерование круглых пазов, расположенных на одном радиусе
Фрезерование прямоугольного кармана	POCKET3	Фрезерование внутреннего прямоугольного кармана. Врезная подача всегда начинается в центре выемки и выполняется вертикально из этой точки
Фрезерование кругового кармана	POCKET4	Фрезерование внутреннего кругового кармана. Врезная подача всегда начинается в центре выемки и выполняется вертикально из этой точки
Фрезерование прямоугольного выступа	CYCLE76	Фрезерование наружного прямоугольного выступа.
Фрезерование кругового выступа	CYCLE77	Фрезерование наружного кругового выступа
Резьбофрезерование	CYCLE90	Нарезание наружной или внутренней резьбы фрезой. При резьбофрезеровании траектория основывается на винтовой интерполяции.
Фрезерование карманов с или без островков	CYCLE73	Фрезерование карманов с островками и без островков с помощью циклов 74 и 75.

#### Цикл контурного фрезерования - CYCLE 72

**Назначение.** Циклом CYCLE 72 программируется контурная обработка деталей. Цикл используется для черновой и чистовой обработки.

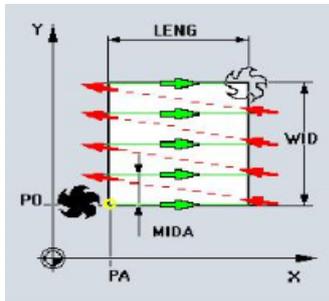
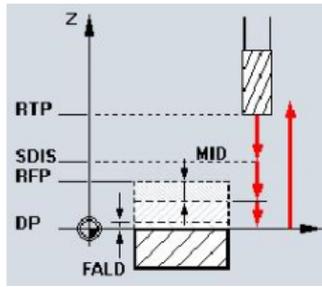
**Программирование.** В управляющей программе **CYCLE 72** записывается отдельным кадром: CYCLE 72 (RTR, RFP, SDIS, DP, MID, FAL, FALD, FFP1, FFD, VARI, FDP1).

**Создание CYCLE 72.** Для создания CYCLE 72 необходимо:

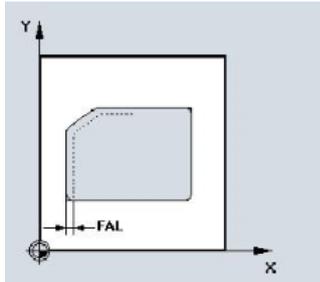
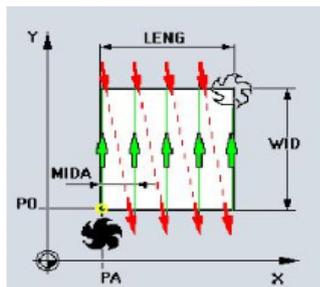
- установить курсор в чистой строке блока управляющей программы;
- нажать в горизонтальном ряду кнопку **Milling (H4)**;
- нажать в вертикальном ряду кнопку **Path milling (V3)**.

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата



Retract plane	RTP	
Ref. plane	RFP	
Safety dist.	SDIS	1.000
Depth	DP	abs
Operation		Roughing
Infeed depth	MID	
Fin. allow.	FAL	
Fin. allow.	FALD	
Feedr. surface	FFP1	
Feedr. depth	FFD	
Intern. paths		G1
Retract		RTP
Radius comp.		off
Approach path		2-dimensional
Approach path		Straight
Length, radius	LP1	10.000
Retract. feed.	FF3	120.000
Retract path		2-dimensional
Retract path		Straight



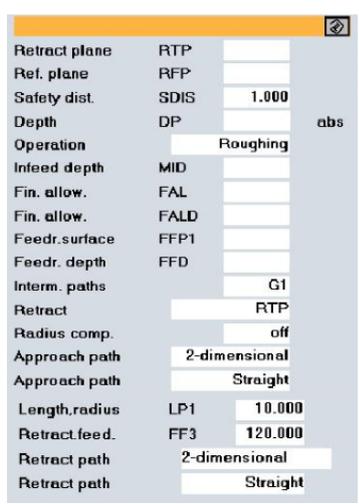
Retract plane	RTP	
Ref. plane	RFP	
Safety dist.	SDIS	1.000
Depth	DP	abs
Operation		Roughing
Infeed depth	MID	
Fin. allow.	FAL	
Fin. allow.	FALD	
Feedr. surface	FFP1	
Feedr. depth	FFD	
Intern. paths		G1
Retract		RTP
Radius comp.		off
Approach path		2-dimensional
Approach path		Straight
Length, radius	LP1	10.000
Retract. feed.	FF3	120.000
Retract path		2-dimensional
Retract path		Straight

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

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

ДП 44.03.04.634 ПЗ

Индв. N подл.	Взам. инв N	Индв. N дубл.	Подпись и дата
---------------	-------------	---------------	----------------



Retract plane	RTP	
Ref. plane	RFP	
Safety dist.	SDIS	1.000
Depth	DP	
Operation		Roughing
Infeed depth	MID	
Fin. allow.	FAL	
Fin. allow.	FALD	
Feedr. surface	FFP1	
Feedr. depth	FFD	
Interm. paths		G1
Retract		RTP
Radius comp.		off
Approach path		2-dimensional
Approach path		Straight
Length, radius	LP1	10.000
Retract. feed.	FF3	120.000
Retract path		2-dimensional
Retract path		Straight

**Описание параметров CYCLE 72**

*RTR* - плоскость отвода. После обработки цикла инструмент выйдет на заданную высоту

*RFP* – базовая плоскость. Точка начала фрезерования по высоте

*SDIS* – безопасное расстояние. Расстояние до которого инструмент перемещается на быстром ходу и останавливается, затем перемещение осуществляется на рабочей подаче

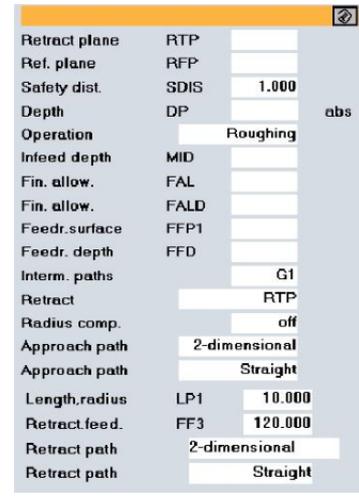
*DP* – глубина фрезерования относительно базовой плоскости RFP

*Operation* – вид обработки (черновая, чистовая)

*MID* – максимальная глубина подачи при фрезеровании за один проход

*FAL*- припуск черновой по краю контура

*FALD* – припуск чистовой обработки в глубине *FFP1* – величина подачи для обработки плоскости



Retract plane	RTP	
Ref. plane	RFP	
Safety dist.	SDIS	1.000
Depth	DP	
Operation		Roughing
Infeed depth	MID	
Fin. allow.	FAL	
Fin. allow.	FALD	
Feedr. surface	FFP1	
Feedr. depth	FFD	
Interm. paths		G1
Retract		RTP
Radius comp.		off
Approach path		2-dimensional
Approach path		Straight
Length, radius	LP1	10.000
Retract. feed.	FF3	120.000
Retract path		2-dimensional
Retract path		Straight

*FFD* – величина подачи для врезания на глубину

*Interm. paths* – движение к стартовой точке для первого фрезерования

*Retract* – плоскость отвода

*Radius comp.* – фрезерование вдоль контура с функцией G40/G41/G42

*Approach path* – путь подхода по координатам

*Approach path* – путь подхода (по прямой или по радиусу)

*LP1* – путь или радиус подвода (расстояние между внешним краем инструмента и стартовой точкой контура). Значение должно быть больше нуля.

*FF3* – величина подачи отвода для промежуточных позиционирований в плоскости

*Retract path* – путь отвода по координатам

*Retract path* – путь отвода (по прямой или по радиусу)

Пример программы  
 T1 D1  
 M6  
 G54 S1500 F150 M3 M8  
**CYCLE72 («Contur», 5,0,2,-10,2,0,0,150,100,11,41,2,5,0,2,5)**  
 G0 Z100 M9  
 M30  
 Подпрограмма «Contur»  
 G1 X50 Y25  
 Y-25 RND=8  
 X-100 RND=8  
 Y25 RND=8  
 X50 RND=8  
 M17

Лист раздаточного материала

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ДП 44.03.04.634 ПЗ

Лист  
108



Комплект технологической документации

Инв. N подл.	Подпись и дата	Взам. инв N	Инв. N дубл.	Подпись и дата	<p style="text-align: center;">ДП 44.03.04.634 ПЗ</p>	
						Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		110

Инв. N подл.	Подпись и дата	Взам. инв N	Инв. N дубл.	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ДП 44.03.04.634 ПЗ

Инв. N подл.	Подпись и дата	Взам. инв N	Инв. N дубл.	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ДП 44.03.04.634 ПЗ

Инв. N подл.	Подпись и дата	Взам. инв N	Инв. N дубл.	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ДП 44.03.04.634 ПЗ

Инв. N подл.	Подпись и дата	Взам. инв N	Инв. N дубл.	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата

ДП 44.03.04.634 ПЗ

Управляющая программ

wwp

T1 D1

G90 G54 G18 G95

G96 S750 lims=2000 M4

G0 X25 Z0

G1 X-0.2 F0.15

G0 X25 Z1

CYCLE95("CONTUR",1,0.2,0.3,0,0.1,0.08,0.05,9,0,0,1)

wwp

T2 D2

G90 G54 G18 G95

G96 S180 lims=2000 M4

CYCLE93(19.962,-6,4.2,3.753,0,0,0,0.2,0.2,0.2,0,0,1,0,1,0)

G0 X 25 Z14

CYCLE93(19.962,-14,4.2,3.753,0,0,0,0.2, 0.2,0.2,0.2,0,0,1,0,1,0)

wwp

T3 D1

G90 G54 G17 G95

G97 S180 M3

G0 X0 Z5 F0.2

CYCLE82(5,0,2,-5,,0)

wwp

T4 D1

G90 G54 G17 G95

G97 S180 lims=2000 M3

G0 X0 Z5 F0.2

CYCLE83(5,0,2,-30,, -15,,5,5,,1,0,3,2,1,5,)

wwp

T5 D1

G90 G54 G18 G95

G96 S200 lims=1500 M4

CYCLE95("CONTUR1",1,0.2,0.3,0,0.1,0.08,0.05,11,0,0,1)

WWP

Инд. N подл.	Взам. инв N	Индв. N дубл.	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.634 ПЗ	Лист
						115

wwp

t1 d1

g54 g18 g90 g0

g96 s250 lims=2500 m4

CYCLE95("contur3",1.5,0,0,0,0.15,0.1,0.05,9,0,0,2)

wwp

t2d2

g54 g18 g90 g0

g96 s250 lims=2500 m4

CYCLE95("contur4",1.5,0,0,0,0.15,0.1,0.05,11,0,0,2)

wwp

t3d1

g 54 g18 g90 g0

g96 s250 lims=2500 m4

x0z5

CYCLE84(5,0,2,-18,,0,3,,1,0,1,1,3,1,0,0,,)

wwp

t4d1

m6

g54g64g90g94

g18

spos=0

setms(2)

s2=1000 m2=3

transmit

diamof

g17

g0

Инва. N подл.	Подпись и дата	Взам. инв N	Инва. N дубл.	Подпись и дата
---------------	----------------	-------------	---------------	----------------

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

x15 z5

f100

MCALL CYCLE82(5,-5,2,-12,0,)

otv: ;\*RO\*

G18 G0 Z = AC(6) X = AC(13.5) ;\*RO\*

Z = AC(-6) X = AC(13.5) ;\*RO\*

Z = AC(-8) X = AC(-12.5) ;\*RO\*

Z = AC(8) X = AC(12.5) ;\*RO\*

ENDLABEL: ;\*RO\*

t5d1

M6

MCALL CYCLE83(5,-5,2,-12,-8,,2,0,,1,0,3,2,0,0,)

Otv1: ;\*RO\*

G18 G0 Z = AC(6) X = AC(13.5) ;\*RO\*

Z = AC(-6) X = AC(13.5) ;\*RO\*

Z = AC(-8) X = AC(-12.5) ;\*RO\*

Z = AC(8) X = AC(12.5) ;\*RO\*

ENDLABEL: ;\*RO\*

MCALL

trafoof

diamon

setms(1)

g0 x400 z600

t5d1

g54g64g90g94

g18

spos=0

setms(2)

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.634 ПЗ	Лист
						117

s2=1000 m2=3

transmit

diamof

g17

g0

x15 z5

f100

CYCLE72("contur5",5,-4,2,-10,2,0,0,20,30,11,41,1,5,20,1,)

trafoof

diamon

setms(1)

wwp

m30

WWP

N1000 G0 G18 G40 G500 G90 G95 X400 Z600 S300 T0 D0 M4 M9

N1010 M17

contour

G18 G90 DIAMON ;\*GP\*

G0 Z0 X0 ;\*GP\*

G1 X19.962 CHR=.5 ;\*GP\*

Z-18 ;\*GP\*

X37 ;\*GP\*

M17

contour3

G18 G90 DIAMON ;\*GP\*

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

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.634 ПЗ	Лист
						118

G0 Z0 X15.1 ;\*GP\*

G1 Z-2 ;\*GP\*

X12.1 ;\*GP\*

Z-18 ;\*GP\*

X2.5 ;\*GP\*

m17

contour 4

G18 G90 DIAMON ;\*GP\*

G0 Z0 X15.1 ;\*GP\*

G1 Z-2 ;\*GP\*

X12.1 ;\*GP\*

Z-18 ;\*GP\*

X2.5 ;\*GP\*

m17

contour 5

G17 G90 DIAMOF ;\*GP\*

G0 X0 Y18.5 ;\*GP\*

G1 X13 CHR=3 ;\*GP\*

Y-17.5 CHR=3 ;\*GP\*

X-13 CHR=3 ;\*GP\*

Y18.5 CHR=3 ;\*GP\*

X0 ;\*GP\*

m17

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

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