

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 \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_ Н.В.Бородина

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2018г.

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА МЕХАНИЧЕСКОЙ  
ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ «ВСТАВКА ВЕРХНЯЯ»

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

Идентификационный код: 533

Исполнитель:

студент группы ЗТО-405С

А.В. Черников

Руководитель:

к.т.н., доцент

Г.Н. Мигачева

Екатеринбург 2018

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

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА МЕХАНИЧЕСКОЙ  
ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ «ВСТАВКА ВЕРХНЯЯ»

**Выпускная квалификационная работа**

по направлению 44.03.04. Профессиональное обучение (по отраслям),  
профиля подготовки «Машиностроение и метериалообработка»  
профилизация «Технология и оборудование машиностроения»

Идентификация код ВКР: 533

Екатеринбург 2018

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
1. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ И ИХ АНАЛИЗ.....	7
1.1. Служебное назначение детали.....	7
1.2. Технические требования, предъявляемые к детали.....	8
1.3. Характеристика материала детали «Вставка верхняя».....	8
1.4. Анализ технологичности конструкции детали «Вставка верхняя».....	9
2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ.....	11
2.1. Выбор типа производства.....	11
2.2. Выбор метода получения заготовки.....	11
2.3. Определение размеров заготовки.....	12
2.4. Расчетно-аналитический метод определения припуска .....	13
2.5. Выбор технологических баз .....	17
2.6. Разработка технологического процесса.....	20
2.7. Выбор оборудования.....	22
2.8. Выбор режущего инструмента.....	27
2.9. Выбор средств технического контроля .....	30
2.10. Расчет и назначение режимов резания .....	33
2.11. Расчет норм времени.....	35
2.12. Разработка фрагмента управляющей программы для станка с ЧПУ.....	37
3. ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ.....	42
3.1. Определение количества технологического оборудования.....	44
3.2. Определение капитальных вложений.....	46
3.3. Расчет технологической себестоимости детали.....	46
3.3.1. Затраты на заработную плату основных и вспомогательных рабочих..	47
3.3.2. Затраты на электроэнергию.....	51
3.3.3. Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования.....	52
3.3.4. Затраты на эксплуатацию инструмента.....	55

3.4. Анализ уровня технологии производства.....	57
4. МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	59
4.1. Система переподготовки персонала.....	57
4.2. Анализ учебной документации.....	58
4.2. Составление перспективно-тематического плана.....	61
4.3. Занятие теоретического обучения.....	63
4.4. План-конспект урока.....	69
4.5. Итоговая аттестация.....	73
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	77
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	78
ПРИЛОЖЕНИЕ А. Лист задания по дипломному проектированию.....	81
ПРИЛОЖЕНИЕ Б. Перечень листов графических документов.....	82
ПРИЛОЖЕНИЕ В. Комплект технологической документации.....	83

## ВВЕДЕНИЕ

На сегодняшний день, машиностроение является главной отраслью промышленного производства, влияющая на развитие других сфер хозяйственной деятельности и отражающая уровень научно-технического состояния и обороноспособности страны. Машиностроение - особый межотраслевой комплекс с уникальными стадиями технологического процесса. Весь процесс производства можно условно разделить на три стадии.

1. На первой - делают заготовки будущих деталей из самых разнообразных материалов: чугуна, стали, цветных металлов, пластмасс, стекла, резины и др.

2. На второй - обрабатывают заготовки; в результате получают детали для сборки машин и механизмов.

3. На третьей, завершающей стадии производства готовые детали поступают на сборку.

В данном дипломном проекте сосредоточено внимание на 1 стадии процесса производства.

Целью дипломного проекта является разработка технологического процесса механической обработки детали «Вставка верхняя», которая является верхней половиной комплекта штампов, служащих дляковки заготовки детали «Диск роторный». Дипломный проект, разработан на современном оборудовании с ЧПУ, что даёт возможность значительно сократить время на обработку, добиться высоких показателей качества с наименьшими затратами.

									Лист
									5
Изм.	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата					

Задачами дипломного проекта являются:

- Проанализировать служебное назначение, технические требования и технологичность конструкции детали «Вставка верхняя»;
- Выбрать тип производства, метод получения заготовки и технологические базы;
- Разработать технологический процесс обработки детали, выбрать оборудование, инструмент и средства контроля;
- Разработать управляющую программу обработки детали для станка с ЧПУ.

									Лист
									6
Изм.	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.533 ПЗ				

## 1. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ И ИХ АНАЛИЗ.



Рисунок 1 – 3D модель детали «Вставка верхняя»

### *1.1. Служебное назначение детали*

Деталь «Вставка верхняя» является пуансоном комплекта штампов, которая служит для получения поковки детали «Роторный диск».

Деталь «Вставка верхняя» используется только совместно с деталью «Вставка нижняя» образуя комплект штампов для горячей штамповки. Горячая штамповка комплектующих получила широкую сферу применения. С ее помощью можно изготовить большое количество взаимозаменяемых поковок (имеющих одинаковые габариты и формы). Также данный метод металлообработки успешно используют для производства деталей сложных форм, включая комплектующие с минимальными допусками и припусками.

Посредством данного метода можно изготовить обширный ассортимент деталей различного назначения: цапфы, шатуны, рычаги, ключи,

									Лист
									7
Изм.	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.533 ПЗ				

шестерни, вилки, валики, коленчатые валы и т. д. Штамповка горячая подходит для производства деталей практически любых форм.

Кузнечные штампы, как правило, сделаны из высоколегированной и инструментальной стали. Штампы должны быть ударопрочными, износостойкими, сохранять прочность при высоких температурах и обладать способностью противостоять циклов быстрого нагрева и охлаждения.

### *1.2. Технические требования, предъявляемые к детали*

1. Фигуру вставки обработать Ra 0,63; остальные Rz 40.
2. Неуказанные допуски  $\pm 0,5$  мм.
3. Термообработать HRC 44...46.

### *1.3 Характеристика материала детали «Вставка верхняя»*

Таблица 1 – Марка стали

Марка	5ХНМ ГОСТ 5950-2000
Заменитель	5ХНВ, 5ХГМ, 4ХМФС, 5ХНВС, 4Х5В2ФС
Классификация	Сталь инструментальная штамповая
Применение	Молотовые штампы паровоздушных и пневматических молотов с массой падающих частей свыше 3 т, прессы штампы и штампы машинной скоростной штамповки при горячем деформировании легких цветных сплавов, блоки матриц для вставок горизонтально-ковочных машин.

Таблица 2 – Химический состав сплава (в %)



C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Mo	Cu
0,5-0,6	0,1-0,4	0,5-0,8	1,4-1,8	до 0,03	до 0,03	0,5-0,8	0,15-0,3	до 0,03

Таблица 3 - Механические свойства при T = 20°C

Сортамент	Размер	$\sigma_B$	$\sigma_T$	$\delta$	$\psi$	КСИ	Термообработка	Твердость
	р							
Сталь	100 - 200	1570	1420	9	35	340	Закалка 850°C, масло, отпуск 460° - 520°C	241

#### 1.4 Анализ технологичности конструкции детали «Вставка верхняя»

Деталь представляет собой тело вращения с тремя ступенями. На торце меньшего диаметра выполнена фигура детали «Роторный диск». Шероховатость поверхности фигуры Ra 0,63. На торце большего диаметра выполнена центральное отверстие для центровки вставки при установке в пресс. На периферии вставки выполнены 4 отверстия для перемещения и кантовки детали. Шероховатость всех остальных поверхностей, кроме фигуры Rz 40. Точность выполнения размеров фигуры по Н7. Требования предъявляемые к точности выполнения остальных размеров не высокие. Требования к расположению поверхностей и отверстий нет.

Под технологичностью конструкции понимается свойство обеспечивать возможность изготовления детали методом высокопроизводительной технологии с минимальным припуском, с минимальной трудоемкостью, себестоимостью производства без снижения эксплуатационных качеств машин.

Основным направлением обеспечения технологичности конструкции деталей является следующие:

1. Стандартизация и унификация узлов и их элементов.

2. Выбор материала и заготовки: конструкция должна обеспечивать применение наиболее экономических видов заготовок.
3. Уменьшение объема механической обработки:
  - а) использование точных заготовок;
  - б) уменьшение размеров обрабатываемых поверхностей за счет минимальных припусков.
4. Упрощение механической обработки за счет:
  - а) удобства выхода инструмента;
  - б) замены глубоких отверстий сквозными.
5. Применение производительной технологии.

Деталь имеет сложную конфигурацию, т.е. имеет большой перепад диаметров.

Определим коэффициент использования материала по формуле:

$$K_{и.м} = \frac{M_d}{M_z},$$

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

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

$$K_{им} = \frac{M_{детали}}{M_{загот.}} = \frac{1540}{2112,5} = 0,73.$$

В целом на основании выполненного анализа и расчетных показаний, деталь может считаться технологичной, и ее изготовление возможно на универсальных и специальных станках с высокой производительностью. На отдельных ответственных операциях требуется специализированная оснастка для обеспечения требуемой точности.

## 2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ.

### 2.1. Выбор типа производства

Определение типа производства производится в зависимости от годового объема выпуска и массы детали.

Таблица 4 - Зависимость типа производства от объема годового выпуска и массы детали

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

В соответствии с таблицей 4, при массе детали 1540 кг и годовом объеме выпуска 2 шт., определим тип производства как единичное.

### 2.2. Выбор метода получения заготовки

Заготовка для детали «Вставка верхняя» – поковка, полученная методом свободной ковки.

Свободная ковка представляет собой процесс обработки металла давлением в горячем состоянии, в результате которого необходимо изменение формы и размеров заготовки достигается прерывным воздействием бойками молота или пресса.

Перед тем как попасть на свободную ковку, заготовка нарезается из круглого проката. Затем болванку нагревают в газовой печи до красна. Потом кузнец достает заготовку из печи, специальным ухватом, и перемещает на молот, где уже и происходит процесс ковки.

После того, как заготовка остынет, она обязательно проходит контроль и прием ОТК.

Поковки должны отвечать требованиям чертежа готового изделия, с учетом припусков на механическую обработку и допусков на ковку.

На поверхности поковок не допускаются трещины, закаты, заковы, плены, песочины и волосовины. В поковках, подлежащих механической обработке на заводе заказчика, эти дефекты допускаются, если глубина их, определяемая контрольной вырубкой или зачисткой, не превышает 75% припуска. Местные дефекты разрешается удалять путем вырубки или зачистки на глубину, не превышающую 40% припуска.

### 2.3. Определение размеров заготовки

1) Масса поковки (расчетная)

$$M_{\text{пр}} = M_{\text{д}} \times K_{\text{р}} = 1,6 \times 1540 = 2464 \text{ кг}$$

$M_{\text{пр}}$  – расчетная масса поковки

$M_{\text{д}}$  – масса детали

$K_{\text{р}}$  – расчетный коэффициент

2) Класс точности – Т4

3) Группа стали – М2

4) Степень сложности – С1

5) Конфигурация поверхности разъема штампа – П (плоская)

6) Исходный индекс – 16

7) Припуски и кузнечные напуски

Основные припуски на размеры (на сторону):

Ø900 Rz 40 – 3 мм

высота 414,1 Ra 0,63 – 4,1 мм

8) Размеры поковки и их допускаемые отклонения.

									Лист
									12
Изм.	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата					

### 8.1 Размеры поковки

$$900 + 3 \times 2 = 906 \text{ Принимаем } 906 \text{ мм}$$

$$414,1 + 4,1 \times 2 = 422,3 \text{ Принимаем } 430 \text{ мм}$$

8.2. Радиус закругления наружных углов 8 мм

8.3. Допускаемые отклонения размеров:

$$\varnothing 906^{+4,2}_{-2,1}$$

$$\text{Высота } 430^{+3,7}_{-1,9}$$

8.4. Допуск размеров не указанных на чертеже поковки, принимаются равными 1,5 допуска соответствующего размера поковки с равными допускаемыми отклонениями.

8.5. Допуск радиусов закругления – 1 мм

### 2.4. Расчетно-аналитический метод определения припуска

Рассчитать припуски на механическую обработку высоту фигуры  $34,1 \text{ h}7(-0,025)$ .

Технический маршрут обработки:

1. черновое точение;
2. получистовое точение;
3. чистовое точение;

Заготовка – поковка.

Суммарная пространственная погрешность  $\Delta_{\Sigma}$ :

Для заготовки:

$$\Delta_{\Sigma} = \sqrt{\Delta_{\text{кор}}^2}$$

$\Delta_{\text{кор}} = 1,1 \text{ мм}$  - отклонение от перпендикулярности

$$\Delta_{\Sigma} = 1,1 \text{ мм} = 1100 \text{ мкм}$$

Для черногого подрезания:

$$\Delta_{\text{черн}} = K_y \times \Delta_{\Sigma}$$

									Лист
									13
Изм.	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата					

$K_y = 0,06$  - коэффициент уточнения

$$\Delta_{\text{черн}} = 0,06 \times 1100 = 66 \text{ мкм}$$

Для термообработки:

$$\Delta_{\text{терм}} = \frac{0,001 \times n_k \times L}{0,1 \times d + 0,3}$$

$n_k = 1$  – коэффициент, зависящий от термообработки.

$$d = 900 \text{ мм}$$

$$L = 34,1 \text{ мм}$$

$$\Delta_{\text{терм}} = \frac{0,001 \times 1 \times 34,1}{0,1 \times 900 + 0,3} = 0,4 \text{ мкм}$$

Для получистового подрезания:

$$\Delta_{\text{пчист}} = \sqrt{\Delta_{\text{терм}}^2 + \Delta_{\text{черн}}^2}$$

$$\Delta_{\text{пчист}} = \sqrt{0,4^2 + 66^2} = 66 \text{ мкм}$$

Для чистового подрезания:

$$\Delta_{\text{чист}} = K_y \times \Delta_{\text{пчист}}$$

$K_y = 0,04$  - коэффициент уточнения

$$\Delta_{\text{чист}} = 0,04 \times 66 = 2,64 \text{ мкм}$$

Погрешность установки при закреплении в планшайбе  $\varepsilon_y = 100 \text{ мкм}$

Минимальный расчетный припуск для каждой технологической операции:

$$z_{\text{min}} = Rz_{i-1} + h_{i-1} + \Delta_{i-1} + \varepsilon_{i-1}$$

где  $Rz_{i-1}$  – шероховатость предшествующей операции

$h_{i-1}$  – дефектный слой предшествующей операции

$\Delta_{i-1}$  – суммарная пространственная погрешность на предшествующей операции

$\varepsilon_{i-1}$  – погрешность базирования на предшествующей операции

Для черного подрезания:

$$z_{\text{min}} = 100 + 100 + 1100 + 100 = 1400 = 1,4 \text{ мм}$$

Для получистового подрезания:

									Лист
									14
Изм.	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата					

$$z_{\min} = 50 + 50 + 66 + 100 = 266 = 0,27 \text{ мм}$$

Для чистового подрезания:

$$z_{\min} = 25 + 25 + 66 + 100 = 216 = 0,22 \text{ мм}$$

Максимальный расчетный припуск для каждой технологической операции:

$$z_{\max} = z_{\min} + ITD_{i-1} + ITD_i$$

$ITD_{i-1}$  – поле допуска на получаемый размер на предшествующей операции

$ITD_i$  – поле допуска на получаемый размер на выполняемой операции

Для чернового подрезания:

$$z_{\max} = 1,4 + 2,8 + 0,62 = 4,82 \text{ мм}$$

Для получистового подрезания:

$$z_{\max} = 0,27 + 0,62 + 0,25 = 1,14 \text{ мм}$$

Для чистового подрезания:

$$z_{\max} = 0,22 + 0,25 + 0,025 = 0,5 \text{ мм}$$

Номинальные межоперационные припуски:

Для чистового подрезания:

$$z_{\text{чист}} = z_{\min \text{ чист}} + es_d + ei_{\text{пчист}} = 0,22 + 0 + 0,25 = 0,47 \text{ мм}$$

Для получистового подрезания:

$$z_{\text{пчист}} = z_{\min \text{ пчист}} + es_{\text{чист}} + ei_{\text{черн}} = 0,27 + 0 + 0,62 = 0,89 \text{ мм}$$

Для чернового подрезания:

$$z_{\text{черн}} = z_{\min \text{ черн}} + es_{\text{пчист}} + ei_3 = 1,4 + 0 + 1,9 = 3,3 \text{ мм}$$

Операционные размеры:

Чистовое подрезание:

$$L_4 = L_d = 34,1 (-0,025)$$

Получистовое подрезание:

$$L_3 = L_d + z_{\text{чист}} = 34,1 + 0,47 = 34,57 \text{ мм}$$

$$\text{Принимаем } L_3 = 34,6_{-0,025} \text{ мм}$$

									Лист
									15
Изм.	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата					

Черновое подрезание:

$$L_2 = L_3 + z_{\text{чист}} = 34,6 + 0,89 = 35,49 \text{ мм}$$

Принимаем:  $L_2 = 35,5_{-0,62} \text{ мм}$

Заготовка:

$$L_1 = L_2 + z_{\text{черн}} = 35,5 + 3,3 = 38,8 \text{ мм}$$

Принимаем  $L_1 = 39 \text{ мм}$

Таблица 5 – межоперационные припуски и допуски

Маршрут обработки	Элементы припуска, мкм				Расчетный		Допуск Т <sub>д</sub> , мкм	Предельный размер, мм		Предельный припуск, мкм	
	Rz	h	Δ	ε	припуск z <sub>i</sub> , мкм	min размер, мм		L <sub>max</sub>	L <sub>min</sub>	z <sub>min</sub>	z <sub>max</sub>
Поковка	100	100	1100	100	-	39	2800	40,9	38,1	-	-
Черновое подрезание	50	50	66	100	3,3	35,5	620	35,5	34,88	1,4	4,82
Получистовое подрезание	25	25	66	100	0,89	34,6	250	34,6	34,35	0,27	1,14
Чистовое подрезание	3,2	5	2,64	100	0,47	34,1	25	34,1	33,85	0,22	0,5



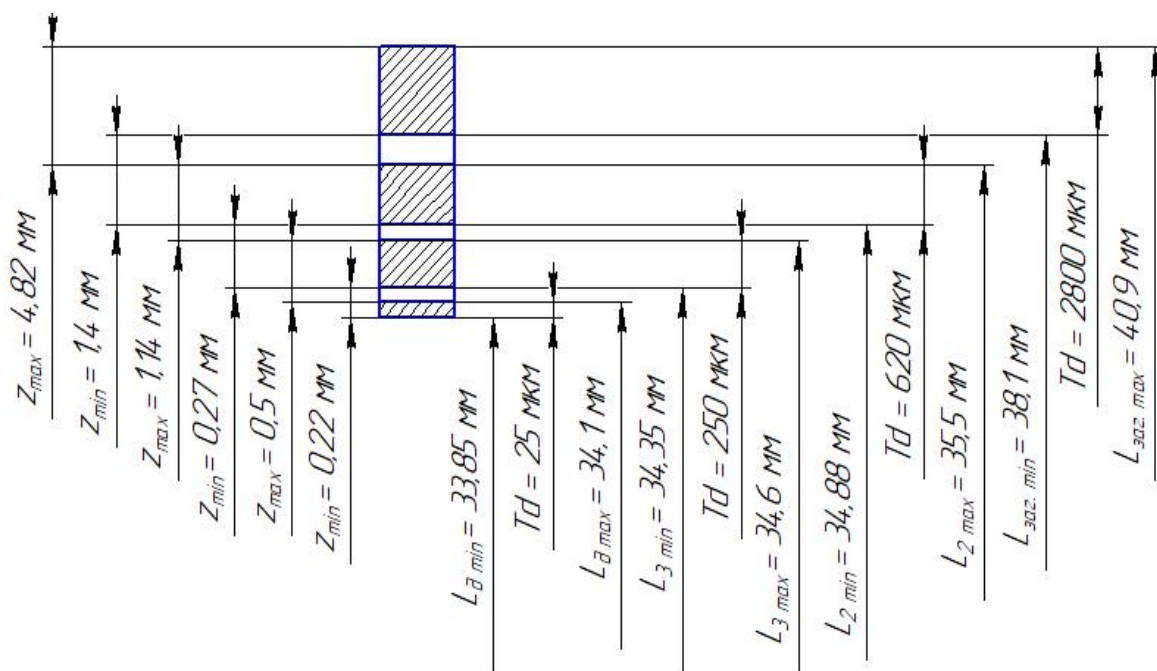


Рисунок 2 – Схема графического расположения припусков допусков на обработку поверхности 34,1h7 (-0,025)

## 2.5. Выбор технологических баз

Выбор технологических баз в значительной степени определяет точность линейных размеров относительного положения поверхностей, получаемых в процессе обработки, выбор режущих и измерительных инструментов, станочных приспособлений, производительность обработки.

Исходными данными для выбора баз являются: чертеж детали со всеми необходимыми техническими требованиями; вид и точность заготовки; условия расположения и работы детали.

Базирование решает задачи взаимной ориентации деталей и узлов при обработке заготовок на станках.

Основные принципы назначения технологических баз:

Технологические базы - базы, используемые для определения положения заготовки или изделия при изготовлении.

Основные принципы базирования заготовок:

1. При высоких требованиях к точности обработки необходимо выбирать такую схему базирования, которая обеспечивает наименьшую погрешность установки.

2. Для повышения точности деталей и собранных узлов необходимо применять принцип совмещения баз - совмещать технологическую, измерительную, сборочную базу.

3. Целесообразно соблюдать принцип постоянства баз, т.е. использовать на всех основных операциях одни и те же базы. При перемене баз в ходе технологического процесса точность обработки снижается из-за погрешности взаимного расположения и применявшихся ранее технологических баз.

Выделяют основные и вспомогательные базы, черновые и чистовые.

К черновым базам относят поверхности, которые используются на первых операциях, когда отсутствуют обработанные поверхности.

В первую очередь обрабатываются на токарно-карусельном станке торец (лишает деталь трёх степеней свободы), и наружная цилиндрическая поверхность (лишает деталь двух степеней свободы). Черновой базой при этом является необработанный торец и цилиндрическая поверхность. Схема чернового базирования показана на рисунке 3.

Чистовая база – это обработанная поверхность, на которую устанавливается деталь при чистовой обработке поверхностей. В нашем случае чистовыми базами являются обработанный торец (лишает деталь трех степеней свободы), и наружная цилиндрическая поверхность (лишает деталь 2-х степеней свободы). Схема чистового базирования показана на рисунке 4.

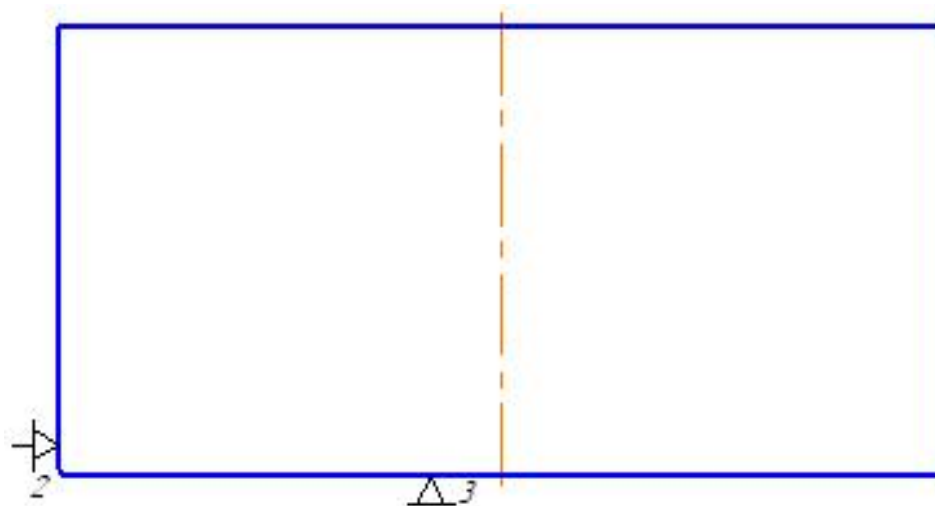


Рисунок 3 – Черновое базирование детали

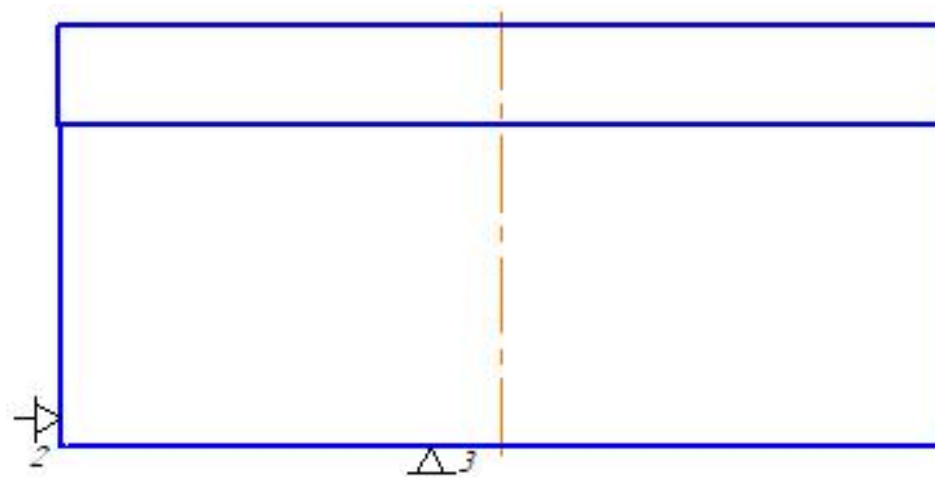


Рисунок 4 – Чистовое базирование детали

## 2.6. Разработка технологического процесса

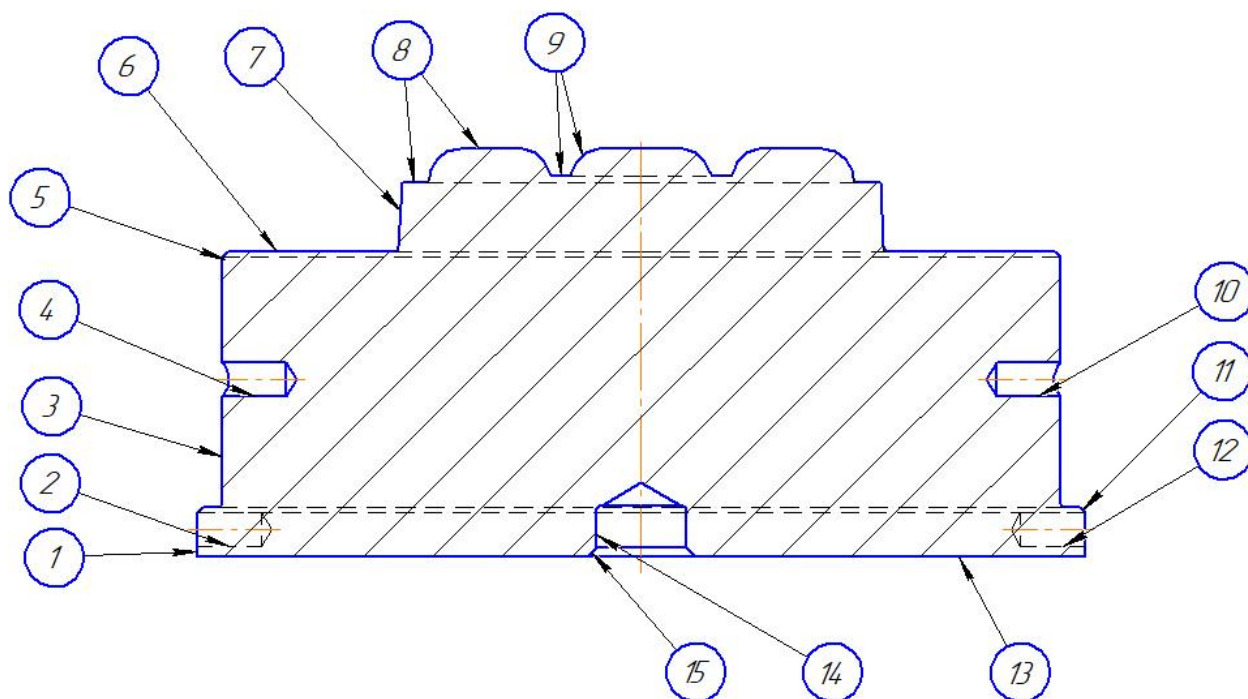


Рисунок 5 – Эскиз обрабатываемой детали

### 1. Выбор методов обработки поверхностей

На рисунке 4 обозначены обрабатываемые поверхности.

- диаметр 1, 3, 7 – точение черновое, чистовое;
- фаска 5, 11 – точение однократное;
- плоскость 6, 8, 9, 13 – подрезание черновое, получистовое, чистовое;
- отверстия 2, 4, 10, 12 – сверление;
- отверстие 14 – сверление, растачивание;
- фаска 15 – растачивание;

2. Технологический процесс механической обработки детали «Вставка верхняя» представлен в таблице 6.



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

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

#### Операция 005

Токарно-карусельный станок 1М553 позволяет производить токарную обработку деталей больших диаметров относительно небольшой высоты. Наиболее характерными деталями, обрабатываемыми на карусельном станке, являются маховики, заготовки зубчатых колес, диски турбин, бандажи и т. п.

#### Виды обработки:

- Обтачивание и растачивание цилиндрических и конических поверхностей
- Протачивание торцовых поверхностей
- Прорезку канавок и отрезку
- Сверление, зенкерование и развёртывание центральных отверстий

#### Принцип работы:

Обрабатываемая деталь закрепляется на планшайбе, которой сообщается вращательное движение в горизонтальной плоскости. Режущие инструменты закрепляются в верхних суппортах.. Верхний поворотный суппорт используется для обработки наружных и внутренних конических поверхностей. Верхний суппорт имеет пятипозиционную револьверную

									Лист
									22
Изм.	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.533 ПЗ				

головку, в которой закрепляются инструменты, предназначенные главным образом для обработки отверстий.

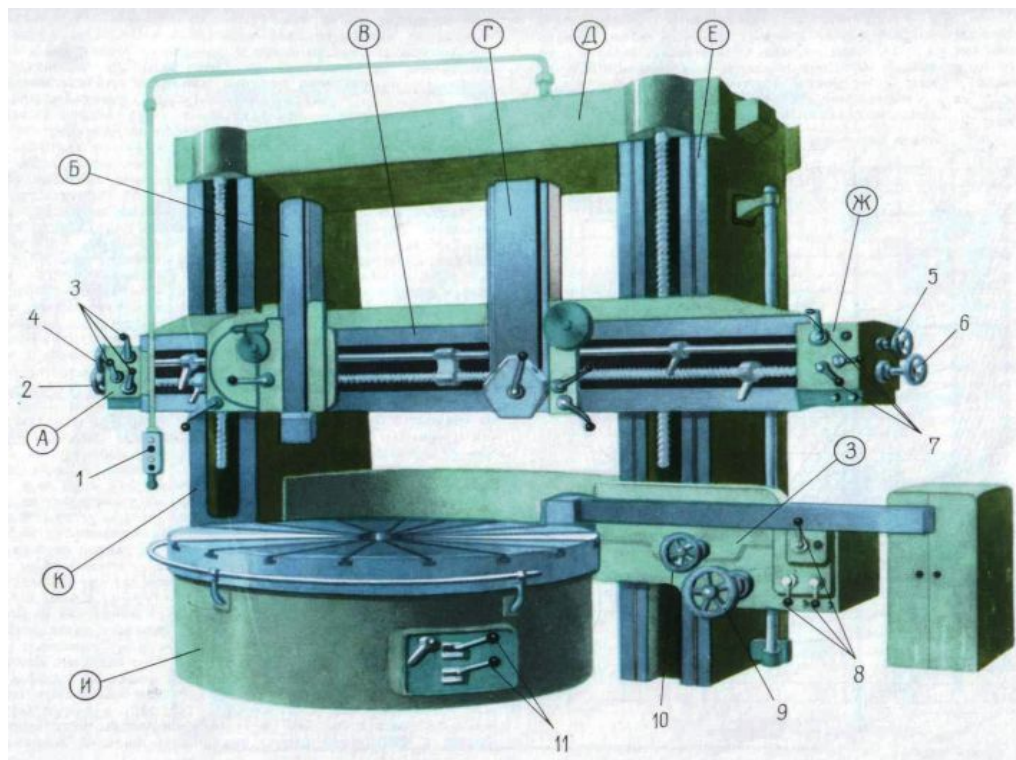


Рисунок 6 – Токарно-карусельный станок 1М553

Таблица 7 – Технические характеристики станка

Наибольший диаметр обрабатываемой детали, мм	2100
Наибольшая высота обрабатываемой детали, мм	1600
Частота вращения планшайбы, мин-1	2,2 – 80
Пределы величин подачи суппортов, мм/об	0,2 – 9
Наибольшая масса обрабатываемой детали, кг	10000
Мощность электродвигателя главного движения, кВт	40
Габаритные размеры станка (Д x Ш x В), мм	4345 x 4980 x 4480
Масса станка, кг	31000

Операция 010

Горизонтальный сверлильный центр BO110 предназначен для обработки габаритных и тяжелых деталей. Можно обрабатывать детали фланцевого, корпусного и плоскостного типа, используя для этого режущий инструмент различного назначения (сверла, развертки, зенкеры и прочее).

Принцип работы:

Тяжёлая станина из высококачественного серого чугуна и широкими направляющими для оптимальных результатов при всех сверлильных и фрезерных работах. Большого размера техн. ход по всем осям и высокая допуская нагрузка стола позволяют обработку крупногабаритных заготовок. Сервоприводы, большого диаметра шариковый винт и высококачественные направляющие обеспечивают высокую точность при высоких скоростях подачи. Конус шпинделя с автоматическим зажатием инструмента. Высокая точность обработки углов и простое управление при позиционировании заготовки благодаря пневматическому поворотному столу.

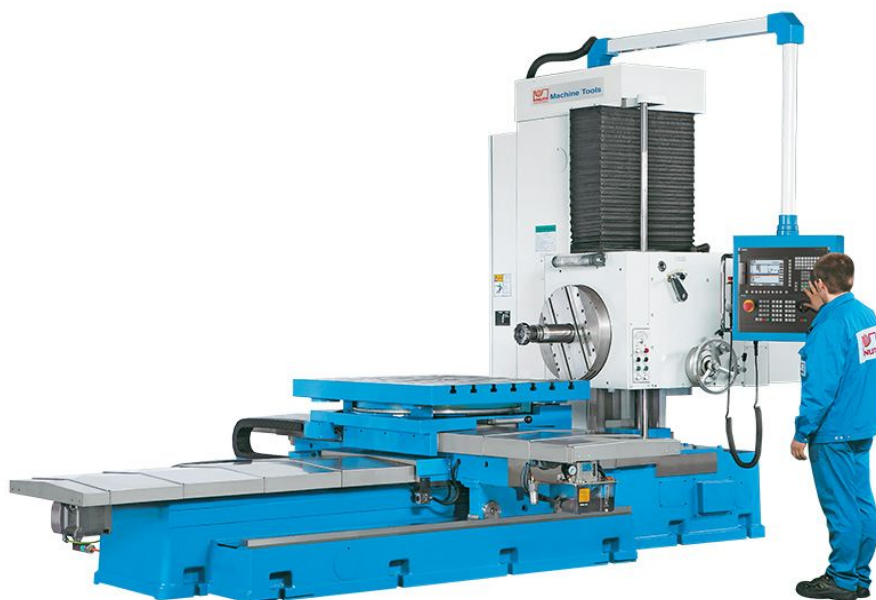


Рисунок 7 – Горизонтальный сверлильный центр BO110

Таблица 8 – Технические характеристики станка

					ДП 44.03.04.533 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		24







Рисунок 8 – Токарно-карусельный станок с ЧПУ 1А525МФ3

Таблица 9 – Технические характеристики станка

Наибольший диаметр обрабатываемой детали, мм	2500
Наибольшая высота обрабатываемой детали, мм	1600
Частота вращения планшайбы, мин-1	16 – 80
Пределы величин подачи суппортов, мм/об	0,04 – 16
Наибольшая масса обрабатываемой детали, кг	16000
Мощность электродвигателя главного движения, кВт	45
Габаритные размеры станка (Д x Ш x В), мм	5070 x 6340 x 5100
Масса станка, кг	35500

### 2.8. Выбор режущего инструмента

При выборе режущего инструмента для обработки детали в первую очередь руководствуемся технологией изготовления, используемым оборудованием, материалом детали и техническими требованиями. Деталь «Вставка верхняя» изготовлена из инструментальной штамповой стали 5ХНМ ГОСТ 5950-2000, для обработки этого материала рекомендуется использовать режущий инструмент, оснащенный пластинами из твердого сплава (например CNMG 12 04 08 материал ТК20), что позволяет вести обработку на повышенных режимах резания и без ущерба точности полученных размеров и шероховатости поверхности.

Учитывая все вышеперечисленные условия, используем для обработки детали в основном металлорежущий инструмент производства российского предприятия САНДВИК-МКТС.

Операция 005 Токарно-карусельная:

Поверхности 6, 7, 8, 13

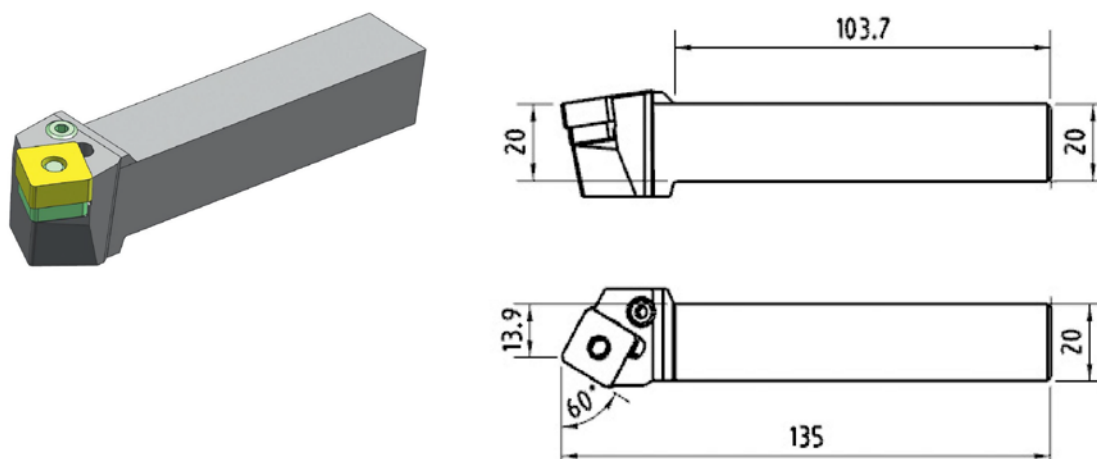


Рисунок 9 – Резец проходной Sandvik специальной конструкции с призматическим хвостовиком для наружной обработки 301 106342R1

Поверхности 1, 3

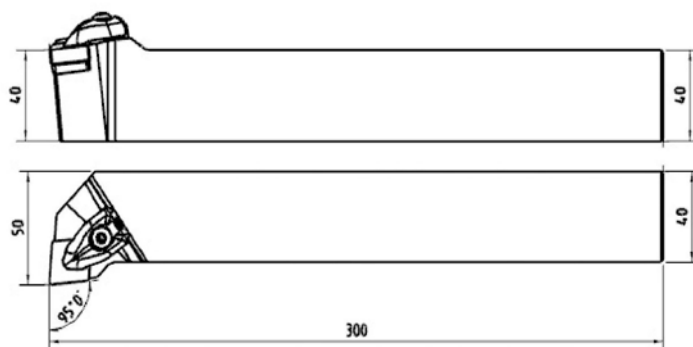
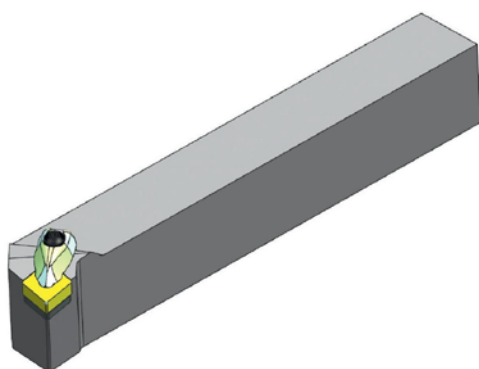


Рисунок 10 – специальный токарный резец Sandvik Coromant под стандартные ромбические твердосплавные пластины с удлиненным квадратным хвостовиком. Для наружного точения и внутреннего растачивания 301 101141R3

Поверхность 14

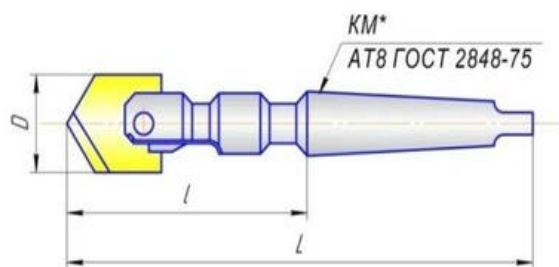


Рисунок 11 – Сверло перовое сборное с коническим хвостовиком

Конструкция сверла сборная, состоит из державки и сменной режущей пластины тип ВЕ по ГОСТ 25557-2006. Материал режущей пластины быстрорежущая сталь. Хвостовик-конус Морзе 5.

Предназначенный для сверления отверстий глубиной 1,5...2D. Параметры сверла:  $D = 80$  мм;  $L = 350$  мм;  $l = 194$  мм.

Изм.	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата

Операция 010 Горизонтально-сверлильная:

Поверхности 2, 4, 10, 12

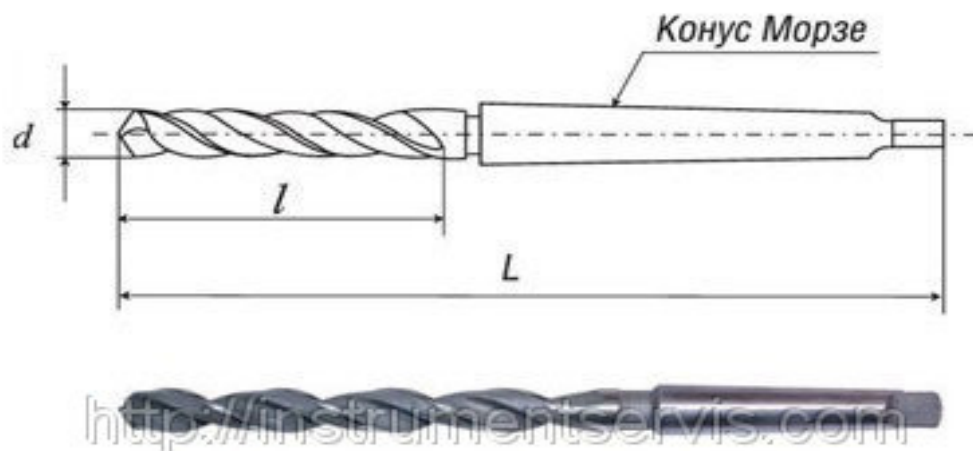


Рисунок 12 – Сверло спиральное коническим хвостовиком

Сверло спирально ГОСТ 10903-77, материал режущей части Р6М5.  
Параметры сверла:  $D = 35$  мм;  $L = 339$  мм;  $l = 190$  мм.

Операция 020 Токарно-карусельная с ЧПУ:

Поверхности 8, 13 обрабатываются проходным резцом Sandvik специальной конструкции с призматическим хвостовиком для наружной обработки 301 106342R1 (смотри операцию 005).

Поверхность 6, 7, 5, 11, 14, 15 обрабатываются специальным токарным резцом Sandvik Coromant с ромбической твердосплавной пластиной. Для наружного точения и внутреннего растачивания 301 101141R3 (смотри операцию 005).

Поверхность 9

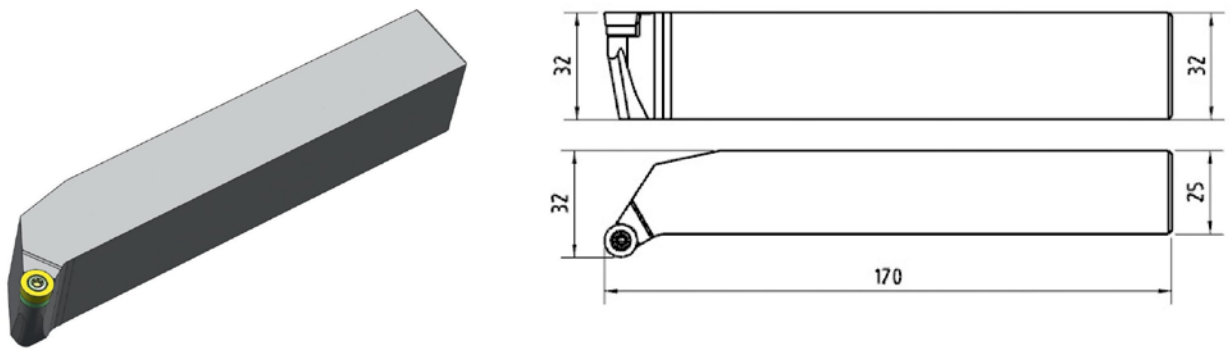


Рисунок 13 – резец Sandvik для наружной обработки 301 102112R2

### 2.9. Выбор средств технического контроля

Под контролем понимают нахождение соответствия размеров деталей техническим условиям и заданному допуску. Результатом контроля является заключение о том, в каком интервале находится измеряемое значение детали. Технический контроль - это проверка соответствия объекта установленным техническим требованиям. Объектами технического контроля являются: продукция, процессы ее создания, транспортирование, хранение, техническое обслуживание и ремонт, а также соответствующая техническая документация.

При выборе средств измерения главным требованием является качественный и быстрый контроль получаемых размеров, как в процессе обработки, так и по ее окончании.

Для окончательного контроля детали «Вставка верхняя» будет применена мобильная координатно-измерительная машина серии FARO FUSION.







В условиях единичного производства технические нормы времени и режимы резания на станочные работы устанавливаются методом технического расчета по нормативам режимов резания и нормативам времени, исходя из типового содержания операции.

Режимы резания для операции, выполненной на токарном станке с ЧПУ

Операция 020 Позиция I

Чистовое точение торца  $\varnothing 900 \pm 0,5$  мм в размер 54 мм.

1. Глубины резания:  $t = 4$  мм;
2. Выбор подачи:  $S_o = 0,7$  мм/об
3. Скорость резания:  $V_T = 93$  м/мин;

Поправочный коэффициент на скорость резания зависящий от геометрических параметров резца:  $K_{qv} = 0,9$ ;

$$V = 93 \times 0,9 = 84 \text{ (м/мин)}$$

4. Частота вращения:

$$n = \frac{1000 \times V}{\pi \times D} = \frac{1000 \times 84}{\pi \times 900} = 30 \text{ об/мин}$$

5. Мощность, потребная для резания:  $N_T = 7$  кВт

$N_d = 45$  кВт – мощность привода главного движения станка

Рассчитанное значение мощности не превышает мощности привода главного движения станка.

6. Основное время обработки:

$$T_o = \frac{L}{S_o \times n} \cdot i = \frac{458}{0,7 \times 30} \cdot 1 = 21,8 \text{ мин.}$$

где  $L$  – длина обработки

									Лист
									33
Изм.	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата					

$S_0$  – подача, 0,7 м/мин;

$n$  – число оборотов, об/мин;

$i$  – число проходов,  $i = 1$ .

$$L = l + l_{вр} + l_{пер} = 450 + 4 + 4 = 458 \text{ мм,}$$

$l$  – длина обрабатываемой поверхности, 450 мм;

$l_{вр}$  – величина на врезание,  $l_{вр} = 4$  мм;

$l_{пер}$  – величина перебега,  $l_{пер} = 4$  мм;

Все остальные результаты вычислений занесем в таблицу.

Таблица 10 – Режимы резания

№ операции	Название операции	№ перехода	Размер обрабатываемой поверхности, мм	Элементы режима резания			
				Глубина резания $t$ , мм	Частота вращения шпинделя $n$ , об/мин	Скорость резания $V$ , м/мин	Подача на оборот $S$ , мм/об
005	Токарно-карусельная	1	426	4	13	37	1,2
		2	Ø 900	3	10	28	1,2
		3	Ø 80	40	80	20	0,5
		4	422	4	13	37	1,2
		5	Ø 900	3	10	28	1,2
		6	Ø 856	4	17	46	1,1
		7	Ø 500	4	30	46	1,1
		8	Ø 437	4	33	46	1,1
010	Горизонтально-сверлильная	1	Ø 35	17,5	218	24	0,5
		2	Ø 35	17,5	218	24	0,5
		3	Ø 35	17,5	218	24	0,5
		4	Ø 35	17,5	218	24	0,5
020	Токарная с ЧПУ	1	54	4	30	84	0,7
		2	Ø 90,5	5,25	80	22	0,96
		3	50	4	29	82	0,7
			Ø 850	3	34	92	0,7
			310	4	31	82	0,7
			Ø 492,6	3,7	53	82	0,7

Окончание таблицы 10

1	2	3	4	5	6	7	8
			70	4	54	82	0,7
			Ø 431	3	68	92	0,7
			34,1	3,9	60	82	0,7
		4	30,2	4	80	36	0,35

## 2.11. Расчет норм времени

Определение норм времени на операции выполняемые на станках без ЧПУ и с ЧПУ, производится на основании данных отраслевых нормативов и по рекомендациям. При этом в состав норм входят следующие параметры:

Штучно-калькуляционное время:

$$H_{\text{вр}} = T_{\text{ш-к}} = T_{\text{ш}} + \frac{T_{\text{п-з}}}{n},$$

где  $T_{\text{ш}}$  – штучное время, мин.;

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

$n$  – размер партии деталей, шт.

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

Штучное время:

$$T_{\text{ш}} = T_{\text{о}} + T_{\text{в}} \left( 1 + \frac{a_{\text{тех}} + a_{\text{орг}} + a_{\text{отл}}}{100} \right),$$

для ЧПУ:

$$T_{\text{ш}} = (T_{\text{ца}} + T_{\text{в}}) \cdot \left( 1 + \frac{a_{\text{тех}} + a_{\text{орг}} + a_{\text{отл}}}{100} \right),$$

где  $T_o$  – основное время, мин.

$T_в$  – вспомогательное время, мин.

$T_{ц.а}$  – время цикла автоматической работы станка по программе, мин.

$a_{тех} + a_{орг} + a_{отл}$  – время на организационное и техническое обслуживание рабочего места, отдых и личные потребности, в процентах.

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

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

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

$l_{дет}$  – длина детали, мм;

$l_{вр}$  – длина врезания, мм;

$l_{пер}$  – длина перебега, мм;

$S$  – величина подачи, мм/об.;

$S_{мин}$  – минутная подача, мм/мин.;

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

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

Вспомогательное время:

$$T_в = T_{в.уст} + T_{в.оп.},$$

где  $T_{в.уст}$  – время на установку и снятие детали, мин.;

$T_{в\text{оп}}$  – время, связанное с переходом, мин.

Время цикла автоматической работы станка по программе определяется по формуле:

$$T_{ц,а} = T_о + T_{мв},$$

где  $T_{мв}$  – машинно-вспомогательное время по программе, мин.

Таблица 11 – Нормы времени

Номер и наименование операции	$T_о$ , мин	$T_в$ , мин		$a_{тех} + a_{орг} + a_{отл}$ , %	$T_{шт}$ , мин	$T_{п-з}$ , мин	$T_{ш-к}$ , мин
		$T_{в\text{уст}}$	$T_{в\text{оп}}$				
005 Токарно-карусельная	440,3	17,4	9,5	9,5	511,6	10	521,6
010 Горизонтально-сверлильная	2,6	14,5	9,5		29,1		39,1
020 Токарно-карусельная с ЧПУ	52	14,5	7		106,9		116,9

### 2.12. Разработка фрагмента управляющей программы для станка с ЧПУ

Числовым программным управлением (СЧПУ), с тем, чтобы ими в полной мере реализовывались заложенные в них функциональные возможности, необходимо создание специальных управляющих программ (УП). При создании таких программ используется язык программирования, известный среди специалистов как язык ISO 7 бит или язык G и M кодов. Различают три основных метода создания программ обработки для СЧПУ: метод ручного программирования, метод программирования

непосредственно на стойке ЧПУ и метод программирования с использованием САМ-систем.

G – подготовительные функции

M – вспомогательные функции

N – номер кадра

F – подача

S – обороты

T – инструмент

#### Метод ручного программирования

При ручном написании УП для станка с ЧПУ целесообразнее всего использовать персональный компьютер с установленным в его операционной системе текстовым редактором. Метод неавтоматизированного программирования строится на записи посредством клавиатуры ПК (либо, если в условиях производства наличие ПК не предусмотрено, то просто на листе бумаги) необходимых данных в виде G и M кодов и координат перемещения обрабатывающего инструмента.

Ручной способ программирования – занятие весьма кропотливое и утомительное. Однако любой из программистов-технологов обязан хорошо понимать технику ручного программирования вне зависимости от того, использует ли он ее в реальной действительности. Применяется ручной способ программирования главным образом в случае обработки несложных деталей либо по причине отсутствия необходимых средств разработки.

Отметим, что даже в случае использования САМ-системы как основного инструмента программирования весьма часто возникает необходимость в ручной коррекции УП по причине выявления ошибок на стадии верификации. Потребность в ручной коррекции управляющих

									Лист
									38
Изм.	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.533 ПЗ				



могла отделить в памяти одну программу от другой. Указание номеров для таких кадров не допускается.

O0001 (PAZ)

Следующая строка, настраивает систему ЧПУ на определенный режим работы с последующими кадрами УП. Иногда такие кадры называют строками безопасности, так как они позволяют перейти системе в некоторый стандартный режим работы или отменить ненужные функции.

N15 G21 G40 G49 G54 G80 G90

Кадры с N20 по N30 говорят станку о необходимости подготовки к обработке.

N20 M06 T01

N25 G43 H01

N30 M03 S1000

Кадры с N35 по N70 непосредственно отвечают за обработку детали.

N35 G00 X5 Y10

N40 G00 Z1.5

N45 G01 Z-2 F30

N50 G01 X5 Y5

									Лист
									40
Изм.	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата					



N55 G01 X9 Y5

N65 G01 X9 Y10

N70 G01 Z1.5

Окончание программы содержит кадры, предназначенные для останова шпинделя (кадр N75) и завершения программы (кадр N80):

N75 M05

N80 M30

Фрагмент управляющей программы разработан для операции 020, которая выполняется на токарно-карусельном станке с ЧПУ 1A525MФ3.

Приведем часть управляющей программы с примером расшифровки содержания кадра, разработанной на операцию 020 для детали «Вставка верхняя».

Таблица 12 – Фрагмент управляющей программы

Кодирование информации, содержание кадра	Расшифровка информации кадра
---	------------------------------



### 3. ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ.

В данном дипломном проекте производится разработка технологического процесса детали «Вставка верхняя» на участке механической обработки в условиях единичного производства с количеством выпускаемых готовых деталей 2 штуки в год.

#### 3.1. Определение количества технологического оборудования

Таблица 13 – Нормы времени по операциям

№ операции	Наименование операции	Модель оборудования	Штучно-калькуляционное время $T_{шт.к.}$ , мин
005	Токарно-карусельная	Токарно-карусельный станок 1М553	521,6
010	Горизонтально-сверлильная	Горизонтальный сверлильный центр ВО110	39,1
020	Токарно-карусельная с ЧПУ	Токарно-карусельный станок с ЧПУ 1А525МФ3	116,9

Количество технологического оборудования рассчитаем по формуле:

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

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

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

$F_{\text{об}}$  – действительный фонд времени работы оборудования, ч;

$k_{\text{вн}}$  – коэффициент использования оборудования,  $k_{\text{вн}} = 1,0$ ;

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

Действительный годовой фонд времени работы единицы оборудования рассчитаем следующим образом:

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

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

$k_p$  – коэффициент, учитывающий простой оборудования в ремонте, %.

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 (при трехсменной работе):

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

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

$$F_{об} = 5919 \times \left( 1 - \frac{9}{100} \right) = 5386,3 \text{ ч.}$$

Определяем количество технологического оборудования:

$$q^{005} = \frac{521,6 \times 2}{5386,3 \times 1,0 \times 0,85 \times 60} = 0,004 \text{ шт. Принимаем } q^{005} = 1 \text{ шт.};$$

$$q^{010} = \frac{39,1 \times 2}{5386,3 \times 1,0 \times 0,85 \times 60} = 0,0003 \text{ шт. Принимаем } q^{010} = 1 \text{ шт.};$$

$$q^{020} = \frac{116,9 \times 2}{5386,3 \times 1,0 \times 0,85 \times 60} = 0,0009 \text{ шт. Принимаем } q^{020} = 1 \text{ шт.};$$



### 3.3.1 Затраты на заработную плату основных и вспомогательных рабочих

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

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

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

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

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

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

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

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

где  $C_{т}$  – часовая тарифная ставка производственного рабочего, руб.;

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

$k_{мн}$  – коэффициент, учитывающий многостаночное обслуживание,

$$k_{мн} = 0,49;$$

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

$$k_{доп} = 1,1;$$

$k_{есн}$  – коэффициент, учитывающий страховые взносы,  $k_{есн} = 1,3$ ;

$k_{р}$  – районный коэффициент,  $k_{р} = 1,15$ .

									Лист
									46
Изм.	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата					

Численность станочников вычисляем по формуле:

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

где  $F_p$  – действительный годовой фонд времени работы одного рабочего, 1945 ч.;

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

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

$N_{год}$  – годовая программа выпуска деталей:  $N_{год} = 2$  шт.

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 – отпуск очередной. Отсюда количество рабочих часов станочника составляет 1945 ч.

$$Ч_{ст}^{005} = \frac{521,6 \times 2 \times 1}{1945 \times 60} = 0,009 \text{ чел.};$$

$$Ч_{ст}^{010} = \frac{39,1 \times 2 \times 1}{1945 \times 60} = 0,0007 \text{ чел.};$$

$$Ч_{ст}^{020} = \frac{116,9 \times 2 \times 1}{1945 \times 60} = 0,002 \text{ чел.};$$

Принимаем по одному рабочему-станочнику на каждую операцию, так как в условиях реального производства, цех изготавливает не только данную деталь, а имеет широкую номенклатуру выполняемых работ.

					ДП 44.03.04.533 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		47

Таблица 15 – Затраты на заработную плату станочников

Наименование операции	Часовая тарифная ставка, руб.	Т <sub>шт-к</sub> , мин	Заработная плата, руб.	Численность станочников, чел.	
				расчетная	принятая
Токарно-карусельная	152	521,6	1064,8	0,009	1
Горизонтально-сверлильная	152	39,1	69,4	0,0007	1
Токарно-карусельная с ЧПУ	182,5	116,9	249	0,002	1
Итого:		677,6	1383,2	0,0117	3

Определим затраты на заработную плату на годовую программу:

$$Z_{\text{пр}} = 1383,2 \times 2 = 2766,4 \text{ руб.}$$

Заработная плата вспомогательных рабочих рассчитываем по формуле:

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

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

$N_{\text{год}}$  – годовая программа выпуска деталей,  $N_{\text{год}} = 2$  шт.;

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

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

$$k_{\text{доп}} = 1,05;$$

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

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



Численность вспомогательных рабочих соответствующей специальности и разряда определяется по формуле:

$$Ч_{всп} = \frac{g_n \cdot n}{N},$$

где  $g_n$  – расчетное количество оборудования составляет,  $g_n = 0,0052$  шт.;

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

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

$$Ч_{нал} = \frac{0,0052 \times 3}{10} = 0,0016 \text{ чел.}$$

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

$$Ч_{трансп.} = 0,05 \times 0,0117 = 0,0006 \text{ чел.};$$

$$Ч_{контр.} = 0,07 \times 0,0117 = 0,0008 \text{ чел.}$$

Заработная плата вспомогательных рабочих:

$$З_{нал} = \frac{159,7 \times 1945 \times 0,0016 \times 1,15 \times 1,05}{2} = 300,05 \text{ руб.};$$

$$З_{трансп.} = \frac{95,5 \times 1945 \times 0,0006 \times 1,15 \times 1,05}{2} = 67,3 \text{ руб.};$$

$$З_{контр.} = \frac{121,6 \times 1945 \times 0,0008 \times 1,15 \times 1,05}{2} = 114,2 \text{ руб.}$$

Таблица 16 – Затраты на заработную плату вспомогательных рабочих

Специальность рабочего	Часовая тарифная ставка, руб.	Численность, чел.		Заработная плата, руб.
		расчетная	принятая	
Наладчик станков	215,7	0,0035	1	300,05
Транспортный рабочий	95,5	0,0006	1	67,3
Контролер ОТК	121,6	0,0008	1	114,2
Итого:			3	481,55

Определим затраты на заработную плату вспомогательных рабочих за год:

$$З_{всп} = 481,55 \times 2 = 963,1 \text{ руб.}$$

Рассчитаем затраты на заработную плату по формуле:

$$З_{зп} = З_{пр} + З_{всп} = 2766,4 + 963,1 = 3729,5 \text{ руб.}$$

Отчисления в социальный фонд.

Отчисления в социальный фонд страхования составляют 30% от фонда заработной платы.

$$3729,5 \times 0,3 = 1118,85 \text{ руб.}$$

### 3.3.2. Затраты на электроэнергию

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

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

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

$k_N$  – средний коэффициент загрузки электродвигателя по мощности,

$$k_N = 0,3;$$

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

$k_{од}$  – 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,  $k_w = 1,05$ ;

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

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

									Лист
									50
Изм.	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата					

$C_3$  – стоимость 1 кВт·ч электроэнергии,  $C_3 = 3,7$  руб.

Производим расчеты по формуле:

$$Z_3(005) = \frac{40 \times 0,3 \times 0,5 \times 1 \times 1,05 \times 521,6}{0,85 \times 1,02 \times 60} \times 3,7 = 233,7 \text{ руб};$$

$$Z_3(010) = \frac{11 \times 0,3 \times 0,5 \times 1 \times 1,05 \times 39,1}{0,9 \times 1,02 \times 60} \times 3,7 = 4,6 \text{ руб};$$

$$Z_3(020) = \frac{45 \times 0,3 \times 0,5 \times 1 \times 1,05 \times 116,9}{0,9 \times 1,02 \times 60} \times 3,7 = 55,7 \text{ руб};$$

Таблица 17 – Затраты на электроэнергию

Модель станка	Установленная мощность, кВт	$T_{шт-к}$ , ч	Затраты на электроэнергию, руб.
Токарно-карусельный станок 1М553	40	521,6	233,7
Горизонтальный сверлильный центр В0110	11	39,1	4,6
Токарно-карусельный станок с ЧПУ 1А525МФ3	45	116,9	55,7
Итого:			294

Затраты на электроэнергию за год:

$$Z_3 = 294 \times 2 = 588 \text{ руб.}$$

### 3.3.3. Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования

Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования рассчитывается по формуле:

$$Z_{об} = C_{ам} + C_{рем},$$

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

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

Амортизационные отчисления на каждый вид оборудования определяют по формуле:

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

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

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

$t$  – штучно-калькуляционное время, мин;

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

$$F_{об} = 5386,3 \text{ ч};$$

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

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

Амортизационные отчисления:

$$C_{ам}(005) = \frac{8450000 \times 0,08 \times 521,6}{5386,3 \times 0,85 \times 1,02 \times 60} = 1258,4 \text{ руб.};$$

$$C_{ам}(010) = \frac{6750000 \times 0,08 \times 39,1}{5386,3 \times 0,85 \times 1,02 \times 60} = 75,4 \text{ руб.};$$

$$C_{ам}(020) = \frac{19950000 \times 0,08 \times 116,9}{5386,3 \times 0,85 \times 1,02 \times 60} = 665,9 \text{ руб.};$$

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

Вычисления производим по формуле:

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

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

$t$  – штучно-калькуляционное время, мин;

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

Затраты на текущий ремонт оборудования:

$$C_{\text{рем}}(005) = \frac{8450000 \times 0,004}{521,3 \times 2} = 32,4 \text{ руб.};$$

$$C_{\text{рем}}(010) = \frac{6750000 \times 0,006}{39,1 \times 2} = 517,9 \text{ руб.};$$

$$C_{\text{рем}}(020) = \frac{19950000 \times 0,004}{116,9 \times 2} = 341,3 \text{ р.};$$

Таблица 18 – Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования

Модель станка	Стоимость, тыс. руб.	Кол-во, шт.	Норма амортизационных отчислений, %	T <sub>шт-к</sub> , мин.	Амортизационные отчисления, руб.	Затраты на ремонт, руб.
Токарно-карусельный станок 1М553	8450	1	8	521,3	1258,4	32,4
Горизонтальный сверлильный центр В0110	6750	1	8	39,1	75,4	517,9
Токарно-карусельный станок с ЧПУ 1А525МФ3	19950	1	8	116,9	665,9	341,3
Итого					1999,7	891,6

Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования:

$$Z_{\text{п}} = 1999,7 + 891,6 = 2891,3 \text{руб.}$$



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

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

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

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

Таблица 19 – Затраты на эксплуатацию инструмента

Операция	Инструмент	Машинное время, мин.	Цена единицы инстр., руб.	Суммарн. период стойкости инструмента, мин	Коэффициент убыли	Итого затраты, руб.
1	2	3	4	5	7	8
005	Резец проходной Sandvik Пластина CNMG – 61 Резец Sandvik Coromant Пластина CNMG – 86 Сверло перовое сборное Пластина 2000-1256	440,3	4075 1050 4505 1155 10950 4450	320	0,90	22,1
010	Сверло спиральное ГОСТ 10903-77	2,6	1250	180	0,90	3,1
020	Резец проходной Sandvik Пластина CNMG – 61 Резец Sandvik Coromant Пластина CNMG – 86 Резец Sandvik Пластина круглая RNMG	52	4075 1050 4505 1155 4505 360	320	0,90	1,6
Итого:						26,8

Таблица 20 – Технологическая себестоимость обработки детали

Статьи затрат	Сумма, руб.
Заработная плата с начислениями	3729,5
Затраты на технологическую электроэнергию	588
Затраты на содержание и эксплуатацию оборудования	2891,3
Затраты на инструмент	26,8
Итого:	7235,6

### 3.4. Анализ уровня технологии производства

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

Удельный вес каждой операции определяется по формуле:

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

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

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

Удельный вес операции:

$$Y_{\text{оп}} (005) = \frac{521,6}{677,9} \times 100\% = 76,94\% .$$

$$Y_{\text{оп}} (010) = \frac{39,1}{677,9} \times 100\% = 5,77\% .$$

$$Y_{\text{оп}} (020) = \frac{116,9}{677,9} \times 100\% = 17,24\% .$$

Доля прогрессивного оборудования

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

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

где  $g_{\text{пр}}$  – количество единиц прогрессивного оборудования,  $g_{\text{пр}} = 2$  шт.;



$g_{\Sigma}$  – общее количество использованного оборудования,  $g = 3$  шт.

$$Y_{\text{пр}} = \frac{2}{3} \times 100\% = 66,7\%.$$

Определим производительность труда на программной операции:

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

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

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

$t$  – штучно-калькуляционное время, мин.

Производительность труда в разработанном техпроцессе:

$$B_{\text{пр. (020)}} = \frac{1945 \times 1,2 \times 60}{116,9} = 1198 \text{ шт/чел.год}$$

Таблица 21 - Техничко-экономические показатели проекта

Наименование показателей	Ед. изм.	Значения показателей
Годовой выпуск деталей	шт.	2
Количество оборудования	шт.	3
Количество рабочих	чел.	3
Трудоёмкость обработки одной детали	н/ч	11,2
Технологическая себестоимость одной детали, в том числе: - затраты на инструмент - заработная плата рабочих	руб.	7235,6 26,8 3729,5
Доля прогрессивного оборудования	%	66,7
Производительность труда	шт/чел.год	1198
Коэффициент загрузки оборудования		0,0017

## 4. МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

### 4.1. Система переподготовки персонала

В проектируемом технологическом процессе детали «Вставка верхняя» обработка производится на токарно-карусельном и горизонтально-сверлильном станке с ЧПУ. Для проектирования данного технологического процесса необходима подготовка рабочих по профессии «Оператор станков с программным управлением».

Операторов станков с программным управлением готовят в учебных центрах предприятий, так же в специальных учебных заведениях обеспеченных всем необходимым оборудованием.

Обучающие центры создаются для того, чтобы получить единую образовательную систему, включающую в себя теорию и практику. Оператор станка с ЧПУ должен понять и осмыслить весь процесс создания изделия, начиная с разработки чертежей и программ, заканчивая образованием навыков работы операторов различных станков с программированием.

Переподготовка будет проходить в региональном межотраслевом центре дополнительного профессионального образования, который является структурным подразделением ПАО "Уралмашзавод"

Программа рассчитана на то, чтобы новые знания можно было сразу реализовать на практике. Это позволяет значительно сократить время на обучения непосредственно в цехах, возле оборудования. Студенты изучают азы программирования, такие понятия, как система координат, оси координат и управление ими, знакомятся со строением программы управления, интерполяцией, постоянными циклами, подготовительными и вспомогательными функциями. Современные станки с ЧПУ – сложные механизмы. Определение причин допущенного брака и устранение их требуют технического образа мышления у оператора-наладчика.

									Лист
									58
Изм.	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.533 ПЗ				



обработки деталей, требующих перестановок и комбинированного их крепления; обработка деталей средней сложности .

К трудовым функциям относится:

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

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

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»

									Лист
									60
Изм.	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.533 ПЗ				

Рассмотрю трудовую функцию «Наладка обрабатывающих центров для обработки отверстий в деталях и поверхностях деталей по 7–8 квалитетам» В/01.3.

К трудовым действиям относится:

- Трудовые действия по трудовой функции код А/01.2 «Наладка на холостом ходу и в рабочем режиме обрабатывающих центров для обработки отверстий в деталях и поверхностях деталей по 8–14 квалитетам»;
- Контроль с помощью измерительных инструментов точности и работоспособности позиционирования обрабатывающего центра с ЧПУ;
- Наладка обрабатывающих центров для обработки отверстий и поверхностей в деталях по 7–8 квалитетам (на основе знаний и практического опыта).

К необходимым умениям относится:

- Необходимые умения по трудовой функции код А/01.2 «Наладка на холостом ходу и в рабочем режиме обрабатывающих центров для обработки отверстий в деталях и поверхностях деталей по 8–14 квалитетам»;
- Использовать контрольно-измерительные инструменты;
- Налаживать обрабатывающие центры для обработки отверстий и поверхностей в деталях по 7–8 квалитетам.

К необходимым знаниям относится:

- Необходимые знания по трудовой функции код А/01.2 «Наладка на холостом ходу и в рабочем режиме обрабатывающих центров для обработки отверстий в деталях и поверхностях деталей по 8–14 квалитетам»

Другие характеристики - наличие II квалификационной группы по электробезопасности.

При повышении квалификации обучаемый уже имеет ранее полученные знания и умения. В учебных центрах или в учебных образовательных учреждениях дается новая информация, но прежде нужно

									Лист
									61
Изм.	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата					

проверить имеющиеся знания и умения у обучаемых. Поэтому в методической части дипломной работы я рассмотрю необходимые умения по трудовой функции код А/01.2 «Наладка на холостом ходу и в рабочем режиме обрабатывающих центров для обработки отверстий в деталях и поверхностей деталей по 8–14 квалитетам».

Нормативный срок освоения программы

- повышение квалификации рабочих – 324 часов при очной форме обучения.

#### *4.2. Составление перспективно-тематического плана*

Для составления перспективно-тематического плана, был выбран предмет «Выполнение работ на станках с программным управлением».

Сущность и задачи перспективно-тематического планирования

Перспективно-тематическое планирование учебного процесса по общепрофессиональным, профессиональным и специальным предметам - элемент подготовки преподавателя к занятиям.

Составление перспективно-тематического плана является результатом перспективной подготовки преподавателя к изучению темы.

Тематический план составляется, как правило, на весь учебный год и представляет собой планируемый образ обучения по всем крупным темам или разделам учебного курса.

В самом общем виде годовой тематический план представляет собой перечень тем всех занятий. Основная цель планирования — определить оптимальное содержание занятий и рассчитать необходимое для них время.

										Лист
										62
Изм.	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата						

Перспективно-тематическое планирование есть отражение в перспективно-тематическом плане системы уроков по теме, что позволяет развернуть ее содержание в строго логическом порядке, когда учебный материал каждого урока базируется на знаниях и умениях учащихся, полученных на предыдущих занятиях, являясь в то же время основой для последующих уроков. Тематический план по специальности «Оператор-наладчик станков с ЧПУ » представлен в таблице 22.

Таблица 22 - Тематический план по специальности «Оператор-наладчик станков с ЧПУ

					ДП 44.03.04.533 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		63







Таблица 23 - Тематический план раздела «Выполнение работ на станках с программным управлением»

Название темы	Общее кол-во часов	Теоретическое обучение	Практическое обучение
Общие сведения о системе ЧПУ	2	2	
Типы систем ЧПУ	2	2	
Основы программирования	4	4	
Программирование УП в ручном режиме MDA	4	2	2
Программирование УП циклами в режиме AUTO	4	2	2
Использование коррекции на инструмент	2		2
Привязка детали к системе координат станка в ручном режиме	4	2	2

Окончание таблицы 23



Таблица 24 – Тематический план по теме «Программирование УП в ручном режиме MDA»

№ урока	Тема урока	Учебная цель	Методы обучения	Формы организации (тип урока)	Межпредметные и внутрипредметные связи	Связь с производ. обуч.
1	Ознакомление с токарной стойкой ЧПУ системы Siemens. Ознакомление с основными G- кодами, разработка УП.	Образовательная : ознакомить с токарной стойкой ЧПУ системы Siemens. Развивающая: развить способности мыслить технически. Воспитательная: воспитать интерес к изучению темы обработки ЧПУ.	Вербальное объяснение ; Рисунки на доске ;Плакаты; Видео.	Комбинированный	Профессиональный модуль Производственное обучение	Имеется

Окончание таблицы 24

					ДП 44.03.04.533 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		68

2	Самостоятельный ввод УП в ручном режиме MDA и отработка её в симуляторе	<p>Образовательная : закрепить знания полученные при знакомстве с токарной стойкой ЧПУ.</p> <p>Воспитательная: воспитать интерес к пройденному материалу;</p> <p>Развивающая: развить навыки ввода УП без ошибок.</p>	<p>Вербальное объяснение ; Рисунки на доске;</p> <p>Симулятор токарной стойки ЧПУ</p>	Комбинированный	Профессиональный модуль Производственное обучение	Имеется
---	---	---	---	-----------------	---	---------

#### 4.3 Занятие теоретического обучения

Предмет: «Выполнение работ на станках с программным управлением».

Тема: «Программирование УП в режиме MDA».

Тема занятия: «Ознакомление с токарной стойкой ЧПУ системы Siemens, разработка УП.».

Тип занятия: комбинированное занятие.

Цели и задачи занятия:

**Знать:**

- Устройство токарной стойки ЧПУ системы Siemens;
- Основные команды системы ЧПУ Siemens ;

**Уметь:**

- Создавать и вводить УП в ручном режиме .

План проведения занятия представлен в таблице 25.

Таблица 25 – План проведения занятия

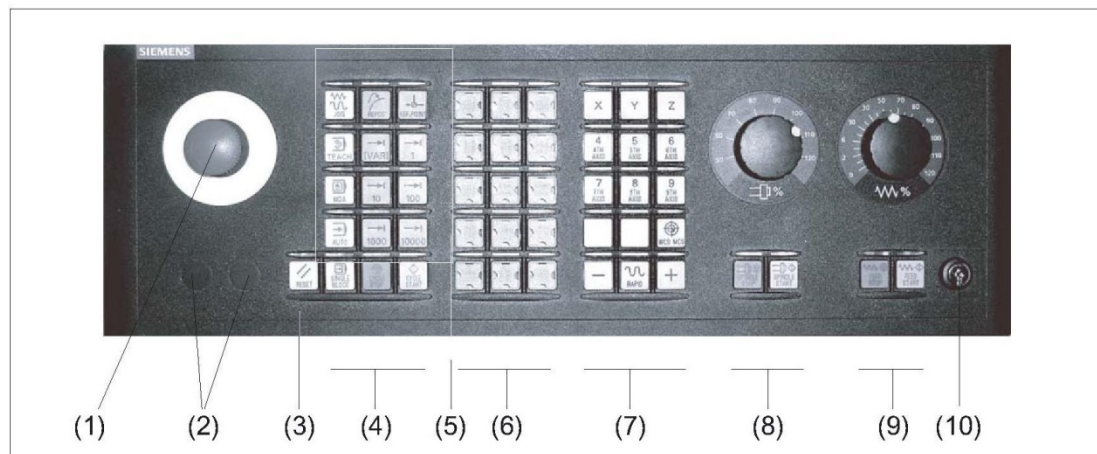
					ДП 44.03.04.533 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата		70











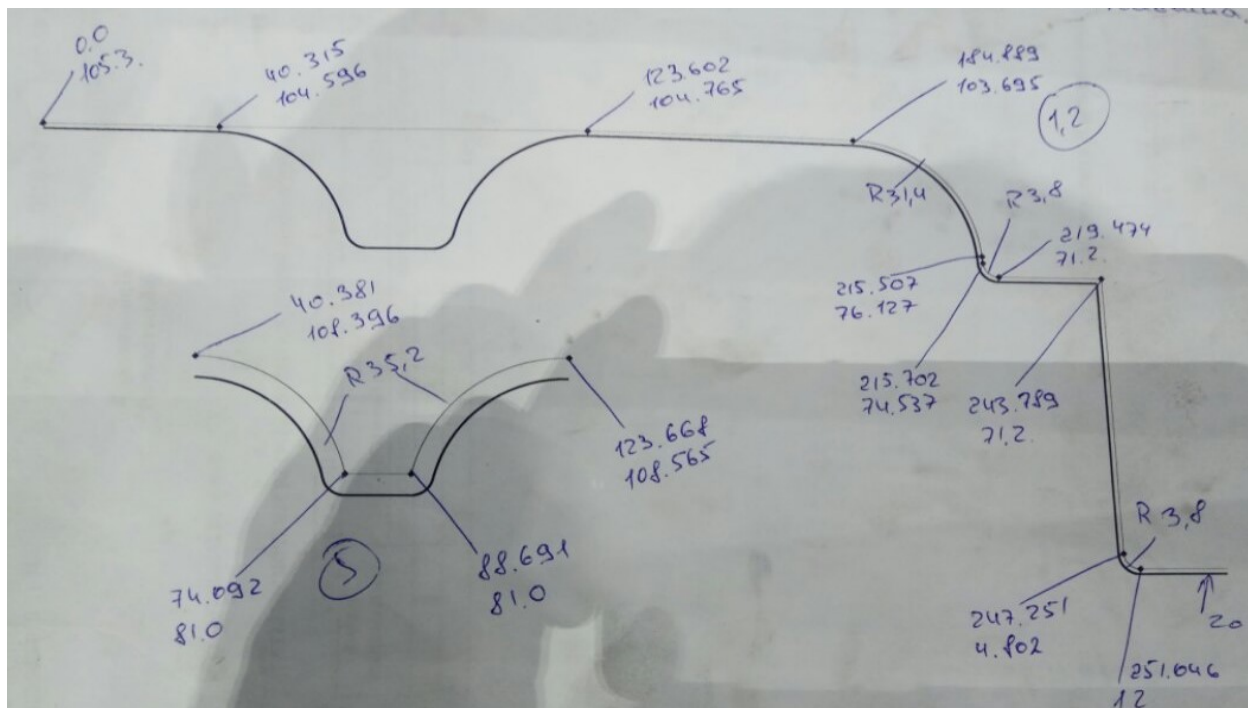
1. Кнопка аварийного выключения станка.
2. Место под индикацию.
3. Кнопка RESET- отменить обработку актуальной программа, удалить ошибку.
4. Программное управление:
  - SINGLE BLOCK – включить, выключить покадровый режим обработки;
  - CYCLE START- Запуск выполнения программы;
  - CYCLE STOP – Остановка выполнения программы.
5. Режимы работы, функции станка:
  - JOG- клавиша выбора режима работы станка.
  - TEACH IN – вспомогательный режим работы станка «Обучение»
  - MDA- выбрать режим работы «MDA»
  - AUTO – режим работы «Автоматика»
  - REPOS- репозиционирование , повторный повтор к контуру.
6. Клавиши пользователя.
7. Клавиши перемещения по осям X, Z.
8. Управление шпинделем и переключатели процентовки.
9. Управление подачей и переключение процентовки.

Программирование управляющих программ в режиме MDA





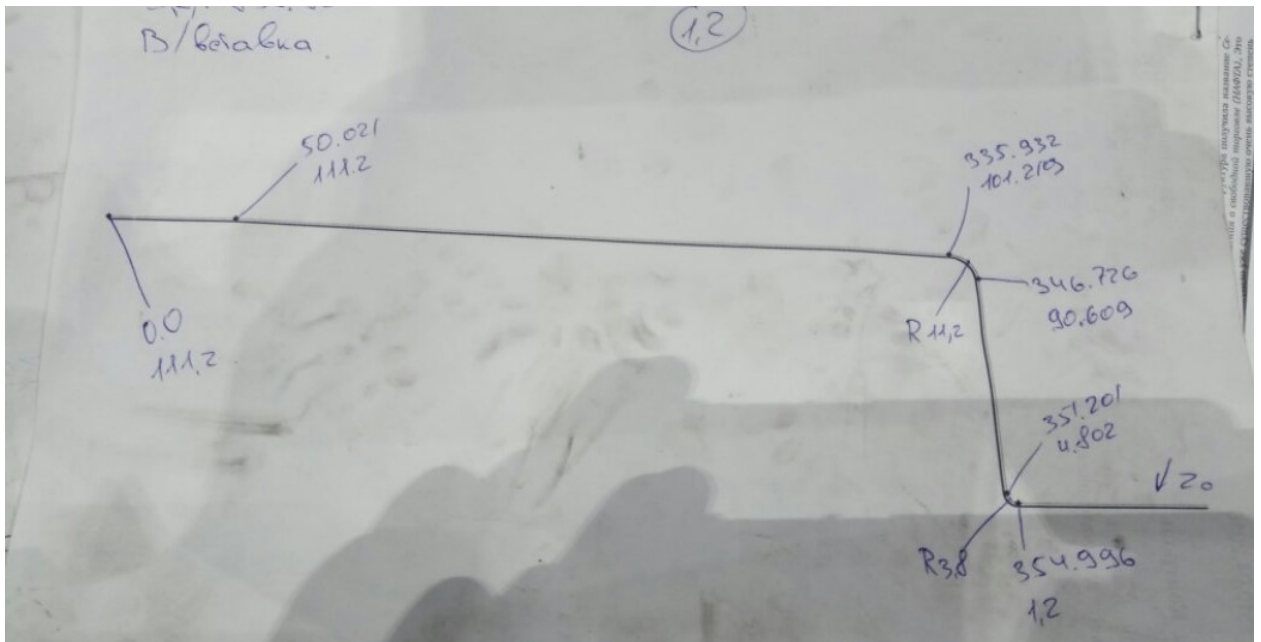
## Задание 1



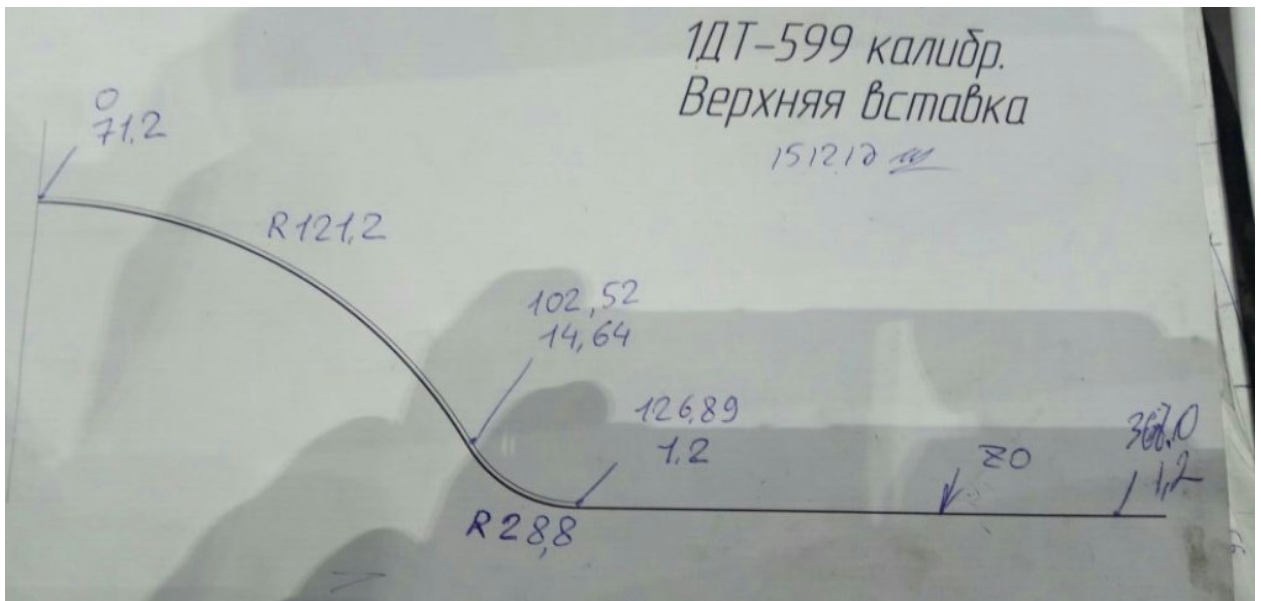
## Задание 2.

									Лист
									77
Изм.	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата					

ДП 44.03.04.533 ПЗ



### Задание 3.



Оценка знаний, умений и навыков по результату написания программы оценивается по визуальному контролю преподавателя.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Целью выпускной квалификационной работы являлась разработка технологического процесса механической обработки детали «Вставка верхняя».

В результате работы было проанализировано служебное назначение детали и ее технологичность. Выбран метод получения заготовки и технологические базы. Разработан технологический процесс, комплект документации. Выбрано оборудование, инструмент, режимы резания. Разработана управляющая программа. Произведены экономические расчеты.

В методической части выпускной квалификационной работы проанализирован профессиональный стандарт «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с числовым программным управлением». Разработан тематический план по теме «Программирование УП в ручном режиме MDA», разработан план проведения занятия теоретического обучения для переподготовки оператора-наладчика станков с ЧПУ.

									Лист
									79
Изм.	Лист	№ Докум.	Подп.	Дата	ДП 44.03.04.533 ПЗ				