

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

*СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА  
МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ «КОЛЕСО ЗУБЧАТОЕ»*

Выпускная квалификационная работа

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

Идентификационный код ВКР: 172

Екатеринбург

2019

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Российский государственный профессионально-педагогический  
университет»  
Институт инженерно-педагогического образования  
Кафедра инжиниринга и профессионального обучения в  
машиностроении и металлургии

К ЗАЩИТЕ ДОПУСКАЮ:  
Заведующий кафедрой ИММ  
\_\_\_\_\_ Б.Н. Гузанов  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА  
МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ «КОЛЕСО ЗУБЧАТОЕ»**

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

Идентификационный код ВКР: 172

Исполнитель:  
студент группы ЗТО-504

М.А. Щербаков

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

В.П. Суриков

Екатеринбург 2019

## АННОТАЦИЯ

Выпускная квалификационная работа содержит 120 листов печатного текста, 20 рисунков, 31 таблицы, 30 использованных источников, 4 приложений.

Ключевые слова: ПОКОВКА, РАСЧЕТ ПРИПУСКОВ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС, ОБРАБАТЫВАЮЩИЙ ЦЕНТР С ЧПУ, ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ, КОЛЕСО ЗУБЧАТОЕ, ПЕРЕПОДГОТОВКА РАБОЧИХ.

В выпускной квалификационной работе спроектирован технологический процесс механической обработки детали «Колесо зубчатое» в условиях среднесерийного производства.

Было выбрано современное, высокопроизводительное оборудование и инструменты. Рассчитаны режимы резания и технические нормы времени на изготовление детали. Разработана управляющая программа для обработки детали.

Рассчитаны экономические показатели для разработанного технологического процесса и себестоимость изготовления детали.

Проанализирован профессиональный стандарт «Оператора-наладчика обрабатывающих центров», проанализирован учебный план и разработано методическое обеспечение к занятию по теме «Общие сведения о системе управления ЧПУ Siemens 840D sl»

					<i>ДП 44.03.04.172.ПЗ</i>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ документа</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>		<i>Щербаков М.А.</i>			<i>СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ  «КОЛЕСО ЗУБЧАТОЕ» Пояснительная записка</i>	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Пров.</i>		<i>Суриков В.П.</i>					2	120
<i>Н. контр</i>		<i>Суриков В.П.</i>				<i>ФГАОУ ВО РГПУ, ИИПО, Каф. ИММ, группа ЗТО-504</i>		
<i>Зав. каф.</i>		<i>Гузанов Б.Н.</i>						

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>ВВЕДЕНИЕ И ЗАДАЧИ ПРОЕКТА</b> .....	6
<b>1. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ</b> .....	8
1.1. Служебное назначение и техническая характеристика детали.....	8
1.2. Анализ технологичности конструкции детали .....	10
1.3. Определение типа производства .....	13
1.5. Анализ заводского технологического процесса .....	16
1.6. Выбор исходной заготовки и метода получения .....	19
1.7. Экономическое обоснование выбора заготовки .....	21
1.8. Выбор технологических баз.....	23
1.9. Разработка технологического процесса.....	24
1.10.Экономическое обоснование выбора варианта технологического маршрута обработки детали «Колесо» .....	26
1.11.Выбор средств технологического оснащения.....	30
1.12.Выбор режущего инструмента.....	36
<b>2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РАСЧЕТЫ</b> .....	46
2.1. Расчет припусков .....	46
2.2. Точность механической обработки .....	49
2.3. Расчет режимов резания .....	49
2.4. Расчет технических норм времени .....	55
<b>3. РАЗРАБОТКА УПРАВЛЯЮЩЕЙ ПРОГРАММЫ</b> .....	60
<b>4. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ</b> .....	64
4.1 Определение капитальных вложений .....	66
4.2 Определение капитальных вложений в оборудование .....	68

					<b>ДП 44.03.04.172 ПЗ</b>	Лист
						4
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

4.3. Расчет технологической себестоимости детали .....	68
4.4. Анализ уровня технологии производства.....	79
<b>5. МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ .....</b>	<b>81</b>
5.1. Анализ рабочей программы .....	84
5.2. Разработка занятия.....	91
5.3. Разработка методики проведения занятия.....	94
5.4. Разработка методического обеспечения для проведения занятия .....	110
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	114
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ .....	115
ПРИЛОЖЕНИЕ А – Перечень листов графических материалов.....	119
ПРИЛОЖЕНИЕ Б – Комплект технологической документации .....	120

					<b>ДП 44.03.04.172 ПЗ</b>	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		5

## ВВЕДЕНИЕ И ЗАДАЧИ ПРОЕКТА

Машиностроение является одной из важнейших отраслей промышленности, которая обеспечивает другие отрасли оборудованием, техникой, вспомогательными инструментами. Его развитие пребывает в тесной взаимосвязи с научно-техническим прогрессом.

Для современного машиностроения характерно повышение требований к техническому уровню, качеству и надежности изделий, сокращение сроков морального старения средств техники. Это приводит к необходимости постоянного сокращения сроков проектирования при одновременном совершенствовании конструкций новых машин и технологии их изготовления, внедрения новых материалов, более точных методов расчета.

Показателем высокого уровня машиностроения является гибкое автоматизированное производство (ГАП) изделий, основанное на комплексной автоматизации технологического процесса (ТП) и таких операций производственного процесса, как контроль качества, диагностика технологического оборудования, складирование и транспортировка, а также процедур и операций проектирования и технологической подготовки производства. В связи с этим ТП реализуется в ГАП с помощью роботизированного технологического оборудования — гибких производственных модулей (робот—станок, робот—пресс, и т.д.). Управление ГПМ осуществляется с помощью сменяемых программ, при этом широко используются микропроцессоры. Проектирование объектов в ГАП выполняют с помощью САПР и АСТПП.

Характерным является применение материало-, трудо- и энергосберегающей технологий, станков с ПУ, гибких производственных систем, в которых технологическое оборудование и системы его обеспечения

					<b>ДП 44.03.04.172 ПЗ</b>	Лист
						6
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

функционируют в автоматическом режиме и обладают свойством автоматизированной переналадки в пределах установленного класса изделий и диапазонов их характеристик.

Применение промышленных роботов позволяет повысить производительность оборудования, улучшить условия и безопасность труда рабочих, уменьшить влияние субъективного фактора и повысить качество за счет оптимизации и автоматизации технологических процессов.

Темой данного дипломного проекта является совершенствование технологического процесса механической обработки детали «Колесо зубчатое».

Целью дипломного проекта являлось совершенствование технологического процесса механической обработки «Колесо зубчатое».

Исходя из цели, были поставлены задачи:

1. Проанализировать исходные данные;
2. Определить способ получения заготовки в новом технологическом процессе;
3. Разработать операцию механической обработки детали;
4. Разработать управляющую программу на операцию;
5. Экономически обосновать проектируемый технологический процесс;
6. Разработать методическую часть.

					ДП 44.03.04.172 ПЗ	Лист
						7
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

# 1. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

## 1.1. Служебное назначение и техническая характеристика детали

Колесо зубчатое является базовой деталью, которая устанавливается на вал редуктора, образуя зубчатую пару, точность относительного положения которых должна обеспечиваться как в статическом состоянии, так и в процессе эксплуатации.

Данная деталь представляет собой косозубое зубчатое колесо, которое работает в редукторе погрузочного крана.

«Колесо» (рисунок 1) воспринимает высокие динамические знакопеременные нагрузки. В связи с особыми условиями эксплуатации, к таким изделиям предъявляются следующие требования: высокие характеристики прочности, выносливости, твердости, износостойкости. Кроме того, материал колеса должен обеспечивать возможность работы с ударными нагрузками.

Основными поверхностями колеса являются посадочный диаметр осевого отверстия под вал ( $\text{Ø}68\text{H}7$ ) и шпоночные пазы ( $10\text{P}9$ ). Эти поверхности должны быть обработаны с высокой точностью и высокими требованиями шероховатости, так как от них зависят правильность сборки и последующая работа всей сборочной единицы. А также оба торца ступицы с высоким качеством поверхности и допуском на торцевое биение относительно оси не более 10 мкм.

Второстепенными являются ширина зубчатого венца  $52\text{h}12$  и диаметр вершины зубьев  $\text{Ø}196\text{H}11$ . Эти поверхности должны быть обработаны с менее высокими требованиями шероховатости, так как они непосредственно не участвуют в работе зубчатой передачи редуктора.

Все размеры и требования шероховатости должны соответствовать требованиям чертежа. Все технические требования по ГОСТ 2.316 – 2008.

					<b>ДП 44.03.04.172 ПЗ</b>	Лист
						8
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		



Исходя из служебного назначения и условий работы, для изготовления детали выбирается материал 30ХГТ ГОСТ 4543-71. Это легированная конструкционная сталь. Данный материал применяется в машиностроении, авиастроении и станкостроении.

Рекомендуется применять такую сталь для изготовления валов, осей, зубчатых колес, фланцев и других деталей, работающих при температуре 200°С, рычагов, толкателей, ответственных сварных конструкций, работающих при знакопеременных нагрузках.

Данная сталь обладает высокой прочностью в сочетании с повышенными специальными свойствами при достаточном уровне пластичности и стойкости против хрупкого разрушения.

Химический состав стали 30ХГТ и ее механические свойства представлены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1 – Химический состав стали 30ХГТ ГОСТ 4543 в процентах

C	Si	Mn	S	P	Cr	Ti
0,23 - 0,35	0,17 - 0,37	0,8 – 1,1	до 0,035	до 0,035	1-1,3	0.03-0.09

Таблица 2 – Механические свойства стали 30ХГТ ГОСТ 4543

$\sigma_T$ , МПа	$\sigma_B$ , МПа	$\sigma_5$ , %	$\psi$ , %	$\alpha_n$ , кДж/ м <sup>2</sup>	НВ · 10 <sup>-1</sup>	
					После нормализации и отпуска	После закалки и отпуска
685	835	13	9	590	163 - 240	216 - 265

Таким образом, данная сталь является оптимальным вариантом для изготовления детали «Колесо зубчатое», так как она обеспечивает необходимые эксплуатационные характеристики детали.

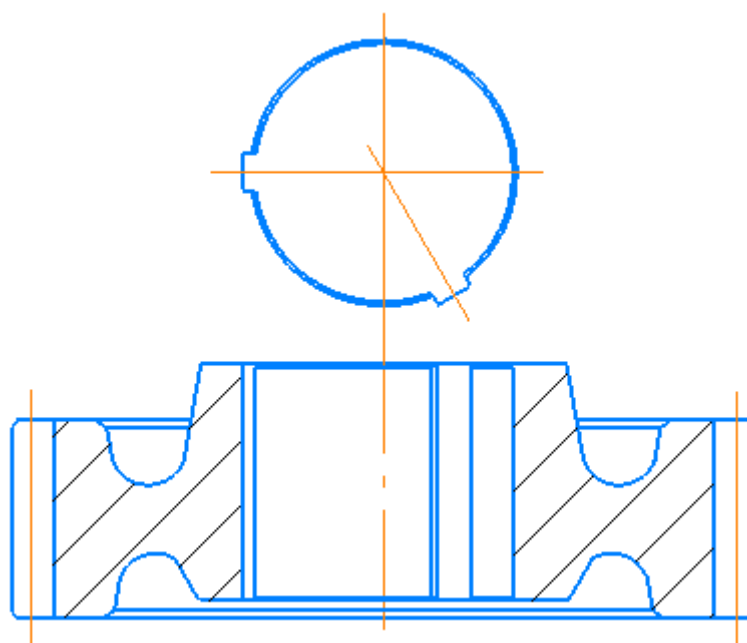


Рисунок 1 – Эскиз детали «Колесо зубчатое»

### 1.2. Анализ технологичности конструкции детали

Анализ технологичности конструкции изделия производится с целью повышения производительности труда, снижения затрат и сокращения времени на технологическую подготовку производства.

Оценка технологичности изделия осуществляется по качественным и количественным показателям.

Качественную оценку производят по различным параметрам, которые сведены в таблицу 3.

Таблица 3 - Оценка технологичности конструкции детали на качественном уровне

№	Признаки технологичности	Качественная оценка (+/-)
1	2	3
1	Конфигурация деталей и их материалы позволяют применять наиболее прогрессивные заготовки, сокращающие объем механической обработки. В качестве заготовки используется штамповка.	+

Продолжение таблицы 3

2	<p>При конструировании изделий используются простые геометрические формы, позволяющие применять высокопроизводительные методы производства. Предусмотрена удобная и надежная технологическая база в процессе обработки.</p> <p>Округлая форма детали свидетельствует о ее технологичности при получении заготовки, обработке, контроле. Наружная поверхность является соединением прямых линий и окружностей простой конфигурации, что позволяет легко подобрать режущий инструмент и шлифовать зубья.</p> <p>С точки зрения механической обработки зубчатое колесо нетехнологично, так как операция нарезания зубьев со снятием стружки производится в основном малопроизводительными методами. Деталь имеет 34 зуба с модулем <math>m=5</math> мм, которые могут быть нарезаны методом зубофрезерования одновременно на двух деталях, так как деталь имеет торцы с левой стороны.</p> <p>Не технологичны шпоночные пазы. Для их изготовления потребуется непроизводительный протяжной станки дорогостоящие протяжки.</p> <p>Деталь имеет хорошие базы, можно использовать при обработке отверстие, диаметром 68 мм, точный торец, а также наружную поверхность.</p>	<p>-</p> <p>+</p> <p>-</p> <p>-</p> <p>+</p>
3	<p>Обоснованы заданные требования к точности размеров и формы детали.</p> <p>Соответствуют ее служебному назначению и технологическим возможностям станка</p>	<p>+</p>

Окончание таблицы 3

4	Для снижения трудоемкости объема механической обработки предусмотрены допуски только по размерам посадочных поверхностей. Допуски предусмотрены на большинство поверхностей.	+
5	Использованы стандартизация и унификация деталей и их элементов. Деталь не содержит каких-либо специфических особенностей формы, поэтому может быть обработана непосредственно по типовому ТП	+
6	Обеспечена достаточная жесткость детали Вся конструкция колеса зубчатого является жесткой	-
7	Предусмотрена возможность удобного подвода жесткого и высокопроизводительного инструмента к зоне обработке детали. Обеспечен свободный вход и выход инструмента из зоны обработки Конфигурация детали позволяет использовать жесткий высокопроизводительный инструмент, обеспечен свободный вход и выход инструмента из зоны обработки	+
8	Учтена возможность одновременной установки нескольких деталей. Правый торец ступицы позволяет производить одновременную обработку деталей	+

Таким образом, на основании качественной оценки детали «Колесо зубчатое» можно сказать, что деталь является технологичной.

Количественная оценка технологичности детали производится с помощью коэффициентов:

– использования материала  $K_{им} = \frac{M_g}{M_з}$ ,

где  $M_g$  – масса детали, кг;

$M_з$  – масса заготовки, кг.

– точности обработки  $K_t = \frac{T_n}{T_0}$ ,

где  $T_n$  – число размеров необоснованной степени точности обработки, шт.;  
 $T_o$  – общее число размеров, подлежащих обработке, шт.

– шероховатости поверхностей  $K_{ш} = \frac{Ш_n}{Ш_o}$ ,

где  $Ш_n$  – число поверхностей детали необоснованной шероховатости, шт.;

$Ш_o$  – общее число поверхностей детали, подлежащих обработке, шт.

–  $K_{им} = \frac{7,8}{11,2} = 0,7$ ;

–  $K_T = \frac{3}{17} = 0,18$ ;

–  $K_{ш} = \frac{2}{12} = 0,17$ .

На основании выше изложенного считаю, что деталь «колесо зубчатое» достаточно технична, за исключением зубчатого венца; допускает применение высокопроизводительных режимов обработки; имеет достаточные по размерам и форме базовые поверхности для выполнения всех операций; поверхности вращения могут быть обработаны на многолезцовых, многошпиндельных полуавтоматах и станках с программным управлением

### 1.3. Определение типа производства

Тип производства – это классификационная категория производства, определяемая по признакам широты номенклатуры регулярности и объема выпуска изделий. Различают три типа производства: единичное, серийное, массовое (ГОСТ 14.004 – 83).

Единичное производство характеризуется малым объемом выпуска одинаковых изделий, повторное изготовление которых, как правило, не предусматривается.

Серийное производство характеризуется изготовлением изделий периодически повторяющимися партиями. Серийное производство является основным типом машиностроительного производства и условно подразделяется на крупно-, средне-, и мелкосерийное производство.

					ДП 44.03.04.172 ПЗ	Лист
						13
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

Массовое производство характеризуется большим объемом выпуска изделий, непрерывно изготавливаемых в течении продолжительного времени; на большинстве рабочих мест при этом выполняется одна рабочая операция.

На первом этапе проектирования тип производства ориентировочно определяется в зависимости от массы детали и объема выпуска по таблице 4 [с. 33, 6]. Для детали массой 7,8 кг и объемам выпуска 18000 шт/год, соответственно выпуск детали имеет среднесерийное производство.

Таблица 4 - Зависимость типа производства от объема 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

Определение количества станков:

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

где  $m_p$  – расчетное количество станков на операции, шт.;

$T_{шт}$  –штучное время, мин.;

$N$  – годовая программа выпуска деталей, шт.;

$F_n$  – действительный годовой фонд рабочего времени  $F_n = 4029$  ч (при двухсменной работе,

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

$\eta_{з.н.} = 0,75 - 0,85$  для среднесерийного и  $\eta_{з.н.} = 0,8 - 0,9$  для единичного и мелкосерийного производства.

Согласно ГОСТ 14.312 – 74, групповая форма организации производства характеризуется периодическим запуском деталей партиями, что является признаком мелкосерийного производства.

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

где  $a$  – периодичность запуска, в днях;

254 – количество рабочих дней в году.

$$n = \frac{18000 \cdot 3}{254} = 213 \text{ шт}$$

#### 1.4. Анализ исходных данных

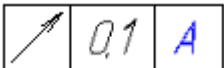
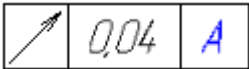
Исходными данными, согласно заданию, являются рабочий чертеж детали «Колесо зубчатое» со всеми необходимыми техническими требованиями и годовая программа выпуска деталей (18000 шт.).

В результате анализа чертежа можно сформулировать следующие основные технологические задачи, которые необходимо решить при обработке детали «Колесо»


##### 1. обеспечить точность ответственных размеров

- $\varnothing 68H7$  – по IT 7;
- 10P9 – по IT9;
- $\varnothing 196h11$  – по IT 11;
- Остальные размеры по IT 12-14;


##### 2. точность формы и расположения:

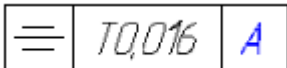
-  - допуск радиального биения поверхности  $\varnothing 196H11$  относительно базы A не более 0,1 мм;
-  - допуск радиального биения делительного диаметра  $\varnothing 186,69$  относительно базы A не более 0,04 мм;

					ДП 44.03.04.172 ПЗ	Лист
						15
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

-  - допуск торцевого биения торцов ступицы относительно базы А не более 0,01 мм;

### 3. точность взаимного расположения

-  - допуск параллельности паза 10P9 относительно базы А не более 0,016 мм;

-  - допуск симметричности паза 10P9 относительно базы А не более 0,016 мм

### 4. качество поверхностного слоя:

- шероховатость поверхности осевого отверстия  $\text{Ø}68\text{H}7$  -  $R_a = 1,25\text{мкм}$ ; шероховатость зубьев -  $R_a = 1,25\text{ мкм}$ ; поверхность торцов  $62\pm 0,1$   $R_a 1,25\text{мкм}$ .
- шероховатость поверхностей  $\text{Ø}196\text{H}11$ ,  $52\text{h}12$ , 10P9 -  $R_z = 20\text{ мкм}$ ;
- остальные поверхности -  $R_z = 320\text{ мкм}$ , неуказанная шероховатость  $R_z = 80\text{ мкм}$ .

Все технические требования, предъявляемые к данному типу изделий, соответствуют техническим требованиям, представленным на чертеже.

### 1.5. Анализ заводского технологического процесса

При разработке технологического процесса обработки заданной детали за основу принимается заводской технологический процесс, который необходимо проанализировать с точки зрения обеспечения качества продукции. В этом случае следует выяснить, правильно составлен заводской техпроцесс для выполнения требований чертежа и соблюдаются ли все требования техпроцесса в цехе.

					ДП 44.03.04.172 ПЗ	Лист
						16
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		



В заводском технологическом процессе заготовку получают методом проката, что является нерациональным, так как коэффициент использования материала  $K_{им} = 0,46$ .

Для механической обработки заготовки назначается базирование и припуски. Представленные фактические припуски на обработку в данном технологическом процессе соответствуют выбранному методу получения заготовки.

Выбор технологических баз определяет точность выполнения размеров, формы и взаимного расположения поверхностей. Поэтому на первой операции подготавливаются технологические базы для дальнейшей обработки заготовки. Для обработки ответственных размеров создаются исполнительные базы, которые будут отвечать за сборку детали.

Заданная точность детали достигается в соответствии с выбранным маршрутом обработки, в котором установлена верная последовательность операций, и назначенным оборудованием.

Параметры установленного оборудования соответствуют требованиям обеспечения точности и качества обработки детали «Колесо».

Кроме того, на точность и качество поверхности огромное влияние оказывают выбор режущего инструмента и определение режимов резания. В заводском технологическом процессе применяются высокопроизводительные режущие инструменты и новые марки материала.

Разработанный технологический процесс механической обработки детали «Колесо» позволяет обеспечить все технические требования, предъявляемые к чертежу детали, оптимально подобрано технологическое оборудование и технологическая оснастка [6].

В данной МК все точные и ответственные размеры обрабатываются в несколько этапов: черновая, чистовая и окончательная обработка. Термообработка выполняется до начала механической обработки.

					ДП 44.03.04.172 ПЗ	Лист
						17
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

Представленная технологическая документация (МОК, КГТП, ОК, КЭ) выполнены по ГОСТ 3.1118 – 82, ГОСТ 3.1404 – 86, ГОСТ 3.1105 – 84, но есть некоторые пропуски в заполнении граф по ГОСТ 3.1118 – 82, а именно: в маршрутно – операционной карте отсутствует полное описание переходов, не заполнены режимы резания, отсутствует штучное время.

Формулировки содержания переходов недостаточно корректны, но на каждую операцию разработан операционный эскиз по ГОСТ 3.1105-84:

- положения заготовки на эскизе соответствие действительному положению заготовки на станке при выполнении операции;
- принятые технологические базы соответствуют выбранным по ОК приспособлениям и обозначениям опор приспособления соответствует установочным устройствам и зажимам, а также правильному изображению этих обозначений по ГОСТ 3.1107-81.

Верно выбрана черновая база заготовки, которая крепится в трёхкулачковый самоцентрирующийся патрон со специальными кулачками. Оборудование и режущий инструмент и технологическая оснастка подобраны таким образом, чтобы обеспечить требуемые параметры точности и шероховатости при оптимальных режимах резания и с высокой производительностью труда.

В целом заводской технологический процесс механической обработки детали «Колесо» составлен рационально, верно подобрано оборудование и режущий инструмент. Для совершенствования операции и уменьшения числа рабочих ходов рационально использовать более экономичную заготовку и упростить сложные конструктивные элементы детали.

Заводской технологический процесс относится к среднесерийному типу производства, поэтому для условий крупносерийного производства необходимы следующие изменения: заменить способ получения заготовки, выбрать оборудование и режущие инструменты в соответствии с типом

					<b>ДП 44.03.04.172 ПЗ</b>	Лист
						18
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

производства, выбрать материал заготовки в соответствии со способом ее получения.

### 1.6. Выбор исходной заготовки и метода получения

Выбор заготовки для дальнейшей механической обработки является одним из важнейших этапов проектирования технологического процесса изготовления детали. От правильности выбора заготовки, установления ее форм, размеров, припусков на обработку, точности размеров и твердости материала в значительной степени зависит характер и число операций или переходов, трудоемкость изготовления детали, величина расхода материала и инструмента и стоимость изготовления детали.

Метод получения заготовки, обеспечивающий технологичность изготавливаемой из нее детали, при минимальной себестоимости последней считается оптимальным.

В заводском технологическом процессе «Колесо зубчатое» выполнено из проката. Поэтому 54% материала уходит в стружку. Это является нерациональным и предлагается в курсовом проекте выполнить заготовку горячей штамповкой (рис. 2).

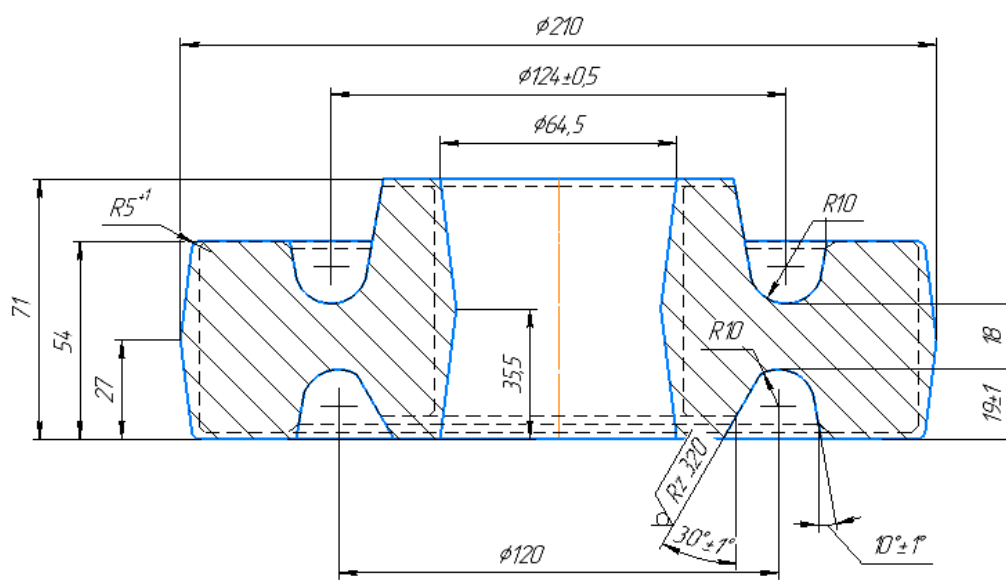


Рисунок 2 – Заготовка. Поковка

					ДП 44.03.04.172 ПЗ	Лист
						19
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

Преимущество штампованных заготовок заключается в том, что их можно изготовить максимально приближенными к заданной форме и размерам и, практически, любой конфигурации.

Поковки применяют для изготовления разного вида деталей сложной формы (корпусов, кронштейнов, стоек, фланцев и т.п.) для получения поволоков наиболее широко применяется горячая объемная штамповка.

Выбор того или иного метода зависит от материала детали, точности размеров и шероховатости поверхностей, от конфигурации, размеров и массы детали, а также от типа производства.

Штамповка экономически целесообразно при величине партии не менее 300 – 500 штук для мелких поволоков и 30 – 50 штук для крупных поволоков. Этим способом можно получать поковки массой 0,27 – 7 тонн. Параметр шероховатости Rz 200 мкм.

В рамках курсового проекта рассматривается поковка 2 класса точности.

Для снятия внутренних напряжений стальные поковки подвергаются отжигу, а для улучшения механических свойств – гомогенизации, нормализации и закалке.

Припуски и допуски на стальные поковки определяются по ГОСТ 7505-89 в зависимости от габаритных размеров, класса точности размеров, типа сплава и способа штамповки.

Поковки в целом характеризуются классом размерной точности (5 классов), группой стали (3 группы), степенью сложности (4 степени), конфигурацией штампа.

Нормы точности для данной поковки определяется по ГОСТ 7505-89. В проектируемом технологическом процессе поковка: класс размерной точности – Т2, группа стали М2, степень сложности – С2, конфигурация штампа – симметрично-изогнутая.

					ДП 44.03.04.172 ПЗ	Лист
						20
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

Масса поковки равна 11,2 кг. Припуски на обработку определяются по ГОСТ 7505-89. Дополнительные припуски, учитывающие смещение по плоскости разъема 0,25 мм, формовочные уклоны не более 2град. по ГОСТ 8479-70, радиусы не более 3 мм.

#### 1.7. Экономическое обоснование выбора заготовки

Для решения вопроса о целесообразности выбора определенного вида заготовки необходимо рассчитать технологическую себестоимость детали.

Расчет проводится в два этапа:

- а. Сравнение методов получения заготовки по коэффициентам использования материала.

По справочным таблицам ГОСТ 977-88, ГОСТ 21488-97 определяем массу заготовок:

масса поковки  $m_{шт} = 9,5$  кг,                      масса проката  $m_{пр} = 17$  кг.

Рассчитаем коэффициенты использования материала:

для поковки                       $K_{им} = \frac{m_d}{m_3} = \frac{7,8}{11,2} = 0,7;$

для проката                       $K_{им} = \frac{m_d}{m_3} = \frac{7,8}{17} = 0,46$

- б) Сравнение метода получения заготовки на основании расчета стоимости заготовки

$$C_3 = M \cdot C_m - M_o \cdot C_o + C_{з.ч.} \cdot T_{шт} \left( 1 + \frac{C_{ц}}{100} \right),$$

где  $M$  – масса исходного материала на одну заготовку, кг;

$C_m$  – оптовая цена на материал в зависимости от метода получения заготовки, р/кг;

$M_o$  – масса отходов материала, кг;

$C_o$  – цена 1 кг отходов, р (табл. 3.20 [с. 62, 6]);

$C_{з.ч.}$  – средняя часовая заработная плата основных рабочих по тарифу, р/чел. (табл. 3.20);

					ДП 44.03.04.172 ПЗ	Лист
						21
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

$T_{шт}$  – штучное время черновой обработки заготовки, ч [с. 164, 6];

$C_{ц}$  – цеховые накладные расходы.

$$C_{шт} = 11,2 \cdot 130 - 3,4 \cdot 29,8 + 0,503 \cdot 0,4 \cdot \left(1 + \frac{80}{100}\right) = 1355,04 \text{ р}$$

$$T_{шт} = 0,17 \cdot 41,86 \cdot 41 \cdot 10^{-3} \cdot 1,36 = 395,1 \cdot 10^{-3} \text{ ч}$$

$$C_{пр} = 17 \cdot 120 - 9,2 \cdot 29,8 + 0,503 \cdot 4,475 \left(1 + \frac{80}{100}\right) = 1768,55 \text{ р}$$

$$T_{пр} = 0,17 \cdot 254 \cdot 89 \cdot 10^{-3} \cdot 1,36 = 4756,7 \cdot 10^{-3} \text{ ч}$$

Экономический эффект при сопоставлении способов получения заготовок:

$$\mathcal{E}_3 = (C_{31} - C_{32})N,$$

где  $C_{31}, C_{32}$  – стоимости сопоставляемых заготовок, р;

$N$  – годовая программа, шт.,

$\mathcal{E}_3$  – экономический эффект, р.

$$\mathcal{E}_3 = (1768,55 - 1355,04) \cdot 18000 = 7443180 = 7,443 \text{ млн. р.}$$

Данные экономической оценки стоимости заготовки приведены в таблице 5.

Таблица 5 - Данные экономической стоимости по вариантам

Общие исходные данные	Наименования показателей	1-й вариант	2-й вариант
Масса детали – 7,8 кг; Годовая программа выпуска – 18000 шт.; Количество деталей в партии – 213 шт.; Тип производства – крупносерийный	Материал детали	30ХГТ	30ХГТ
	Вид заготовки	Поковка	Прокат
	Масса заготовки, кг	11,2	17
	Стоимость заготовок	1355,04	1768,55
	Стоимость стружки	29,8	29,8
	Коэффициент использования материала	0,7	0,46

Исходя из сопоставленных вариантов заготовок, предпочтительной является заготовка в виде поковки, так как коэффициент использования материала выше, а также обеспечивается меньшая технологическая себестоимость.

#### 1.8. Выбор технологических баз

Выбор баз является одним из важнейших вопросов при разработке технологического процесса деталей, т.к. правильным выбором баз в значительной степени обеспечивается точность обработки детали.

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

- 1) Принцип совмещения баз, когда в качестве технологических баз принимаются основные базы, т.е. конструктивные базы используются для определения положения детали в изделии;
- 2) Принцип постоянства баз, когда на всех основных операциях используют одни и те же базы;
- 3) Требования хорошей устойчивости и надежности установки заготовки.

На основе анализа технических требований к изделию и условий его эксплуатации выявляют конструкторские и сборочные базы детали и устанавливают технологические базы для всех предполагаемых операций ее обработки; одновременно с этим устанавливают последовательность обработки отдельных поверхностей [6].

					ДП 44.03.04.172 ПЗ	Лист
						23
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

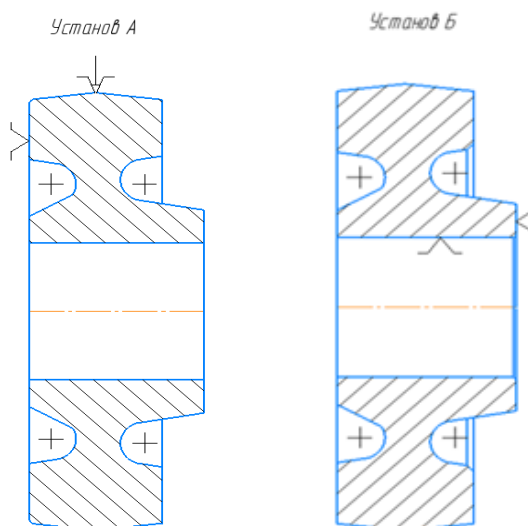


Рисунок 3 – Технологические базы

На представленной схеме базирования видно, что соблюдаются принципы постоянства и совмещения баз на операциях технологического процесса.

### 1.9.Разработка технологического процесса

Разработка технологического процесса представляет собой сложную комплексную задачу, для которой характерна многовариантность возможных решений. Выбор наилучшего решения для конкретных условий является важным условием повышения эффективности производства

Основными задачами обработки резанием является изготовление с заданной производительностью деталей требуемого качества из выбранных конструкторами материалов при минимально возможных производственных затратах. В зависимости от этих требований разрабатывается технологический процесс обработки, выбирается оборудование и режущий инструмент.

					ДП 44.03.04.172 ПЗ	Лист
						24
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		



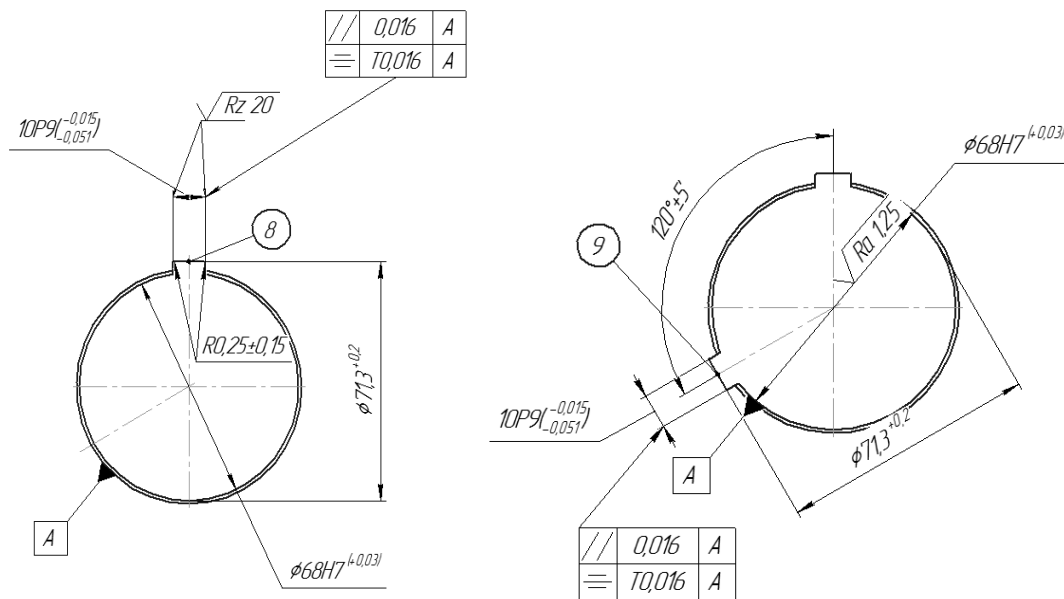
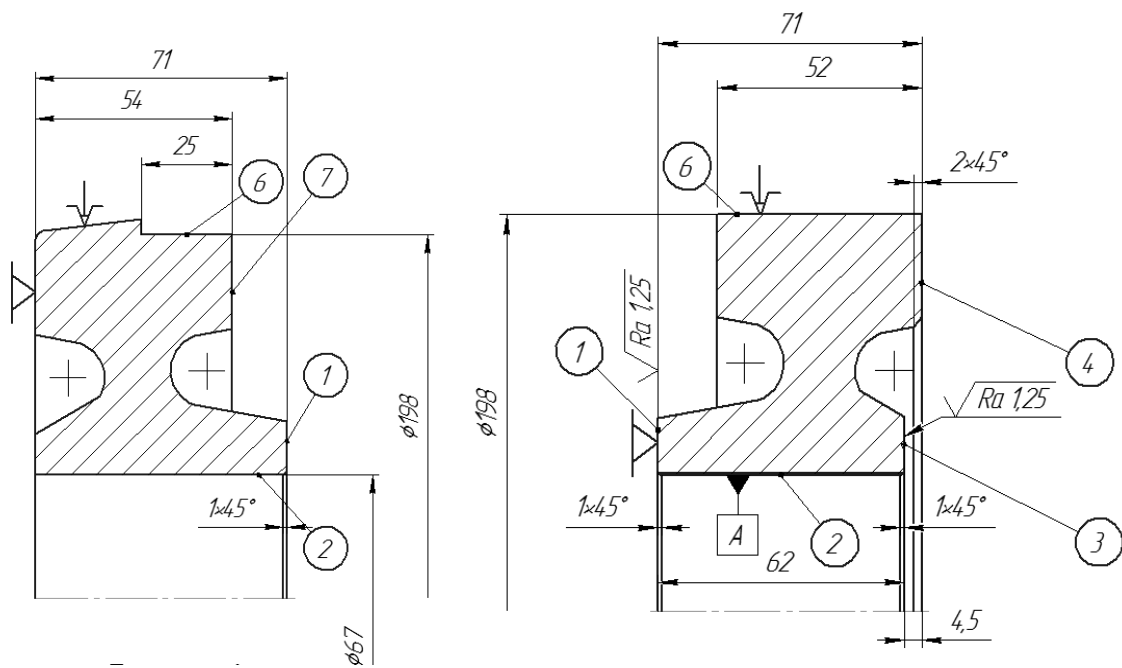


Рисунок 4 – Поверхности детали «Колесо зубчатое»

					ДП 44.03.04.172 ПЗ	Лист
						25
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

Таблица 6 – Технологический процесс механической обработки детали  
«Колесо зубчатое»

№	Операция	Оборудование	Наименование и содержание операции
010	Комплексная на ОЦ с ЧПУ	DMG MORI CTX beta 800 TC	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Установить деталь;</li> <li>2. Торцевать поверхности 1,7,6 предварительно;</li> <li>3. Торцевать поверхности 1,7,6 окончательно;</li> <li>4. Торцевать поверхности 1 тонкое точение;</li> <li>5. Расточить отверстие 2 предварительно;</li> <li>6. Протянуть шпоночный паз 8,9 предварительно</li> <li>7. Переустановить деталь;</li> <li>8. Обработать поверхности 6,4,3 предварительно;</li> <li>9. Обработать поверхности 6,4,3 окончательно;</li> <li>10. Обработать поверхность 3 тонкое точение;</li> <li>11. Расточить отверстие 2 окончательно;</li> <li>12. Расточить отверстие 2 тонкое точение</li> <li>13. Протянуть шпоночный паз 8,9 окончательно</li> <li>14. Фрезеровать зубья поверхность 5 окончательно;</li> <li>15. Шлифовать зубья поверхности 5;</li> </ol>

1.10. Экономическое обоснование выбора варианта технологического маршрута обработки детали «Колесо»

Для того, чтобы выбрать оптимальный вариант технологического маршрута, необходимо рассмотреть его экономическую целесообразность для крупносерийного производства. Критерием оптимальности является минимальные затраты на единицу продукции.

Технологическая себестоимость механической обработки:

$$C_0 = \frac{C_{п.з.} \cdot T_{шт}}{60 \cdot K_B},$$

где  $C_{п.з.}$  – часовые приведенные затраты, коп/ч;

$T_{шт}$  – штучное время на операцию, мин;

$K_B$  – коэффициент выполнения норм, равный 1,3 [с. 74, 6].

Часовые приведенные затраты:

$$C_{п.з.} = C_3 + C_{ч.з.} + E_n(K_c + K_3),$$

где  $C_3$  – основная и дополнительная зарплата с начислениями, P/ч;

$C_{ч.з.}$  – часовые затраты по эксплуатации рабочего места, P/ч;

$E_n$  – нормативный коэффициент экономической эффективности капитальных вложений (в машиностроении  $E_n = 0,15$ );

$K_c, K_3$  – удельные часовые капитальные вложения соответственно в станок и здание, P/ч.

$$C_3 = C_{т.ф.} \cdot 1,53 \cdot k,$$

где  $C_{т.ф.}$  – часовая тарифная ставка станочника соответствующего разряда, P/ч;

1,53 – суммарный коэффициент представляющий произведения коэффициентов выполнения норм, дополнительной зарплате, отчисления на соцстрах;

$k$  – коэффициент, учитывающий зарплату наладчика. Так как производство крупносерийное, то  $k = 1,1$ .

$$C_{ч.з.} = C_{ч.з.}^{б.у.} \cdot k_m,$$

где  $C_{ч.з.}^{б.у.}$  – практически скорректированные часовые затраты на базовом рабочем месте: для крупносерийного производства  $C_{ч.з.}^{б.у.} = 44,6$  р.;

$k_m$  – машинный коэффициент, показывающий, во сколько раз затраты, связанные с работой данного станка, больше, чем аналогичные расходы у базового станка.

					ДП 44.03.04.172 ПЗ	Лист
						27
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

$$K_c = \frac{6000 \cdot Ц \cdot m_n}{T_{шт} \cdot N},$$

где Ц – балансовая стоимость станка, руб;  
 $m_n$  – принятое число станков на операции;  
 N – годовая программа, шт.

$$K_з = \frac{F \cdot 75 \cdot 6000 \cdot m_n}{T_{шт} \cdot N},$$

где F – производственная площадь, занимаемая станком.

$$F = f k_f,$$

Где f – площадь станка в плане, м<sup>2</sup>;  
 $k_f$  – коэффициент, учитывающий дополнительную производственную площадь на проходы, проезды.

Годовой экономический эффект:

$$\mathcal{E}_r = \frac{(C'_0 - C''_0) \cdot N}{100},$$

где  $C'_0$  и  $C''_0$  - технологическая стоимость сравниваемых операций, руб. ;  
 N – годовая программа, шт.

### 1 вариант

*Операция 015 Токарно-винторезная*

Производственная площадь:

$$F = 9 \cdot 2,5 = 22,5 \text{ м}^2$$

Удельное капитальное вложение в здание:

$$K_з = \frac{22,5 \cdot 75 \cdot 6000 \cdot 1}{24,7 \cdot 18000} = 22,77 \text{ P/ч}$$

Удельное капитальное вложение в станок:

$$K_c = \frac{6000 \cdot 2100 \cdot 1}{24,7 \cdot 18000} = 28,34 \text{ P/ч}$$

					ДП 44.03.04.172 ПЗ	Лист
						28
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

Часовые затраты на эксплуатацию рабочего места:

$$C_{\text{ч.з.}} = 44,6 \cdot 2,8 = 124,88 \text{ P/ч}$$

Основная и дополнительная зарплата:

$$C_3 = 51,2 \cdot 1,53 \cdot 1,1 = 86,17 \text{ P/ч}$$

$$C_{\text{п.з.}} = 86,17 + 124,88 + 0,15(22,77 + 28,34) = 218,72 \text{ p/ч}$$

Технологическая себестоимость:

$$C_0 = \frac{218,72 \cdot 24,7}{60 \cdot 1,3} = 69,26 \text{ p}$$

## 2 вариант

*Операция 010      Комплексная на ОЦ*

$$F = 4 \cdot 3,5 = 14 \text{ м}^2$$

$$K_3 = \frac{14 \cdot 75 \cdot 6000 \cdot 1}{4,42 \cdot 18000} = 79,19 \text{ P/ч}$$

$$K_c = \frac{6000 \cdot 5480 \cdot 1}{4,42 \cdot 18000} = 413,27 \text{ P/ч}$$

$$C_{\text{ч.з.}} = 44,6 \cdot 1,6 = 71,36 \text{ P/ч}$$

$$C_3 = 70,5 \cdot 1,53 \cdot 1,1 = 118,65 \text{ P/ч}$$

$$C_{\text{п.з.}} = 118,65 + 71,36 + 0,15(79,19 + 413,27) = 263,9 \text{ P/ч}$$

$$C_{01} = \frac{263,9 \cdot 4,42}{60 \cdot 1,3} = 14,96 \text{ p}$$

Результаты определения технологической себестоимости по отличающимся операциям сопоставляемых вариантов представлены в таблице 7.

					ДП 44.03.04.172 ПЗ	Лист
						29
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

Таблица 7 - Сравнение вариантов техпроцесса

Наименование позиций	1 вариант	2 вариант
Вид заготовки	Прокат	Поковка
Стоимость заготовки ( $C_3$ ), коп.	86,17	118,65
Отличающиеся операции механической обработки:		
Операция 015		
Технологическая себестоимость $C_0$ , руб.	69,26	14,96
Остальные операции по обоим вариантам одинаковы		
Технологическая себестоимость обработки по вариантам ( $\sum C_0, \sum C'_0$ )	155,43	131,61

Годовой экономический эффект:

$$\varepsilon_r = \frac{(155,43 - 131,61) \cdot 18000}{100} = 4287,6 \text{ р}$$

Согласно результатам сравнения обоих вариантов, следует отдать предпочтение второму варианту техпроцесса, так как себестоимость обработки будет меньше и выше производительность с меньшим затраченным временем.

#### 1.11. Выбор средств технологического оснащения

Выбор оборудования является важным шагом на пути создания ТП. При выборе нужно неизбежно учитывать полученные значения режимов резания, возможность оборудования обеспечить данные режимы (число оборотов шпинделя, подачу), мощность привода. Нужно учесть так размеры обрабатываемой детали, возможность доступа инструмента к обрабатываемой поверхности. Большое значение имеет точность и жесткость оборудования. Выбор модели станка прежде всего определяется его возможностью обеспечить точность размеров и формы, а также качество поверхности изготовления детали.

Также следует учитывать соответствие станка габаритам обрабатываемых деталей, устанавливаемых по принятой схеме обработки, соответствие станка по производительности заданному масштабу производства, соответствие станка по мощности, наименьшая себестоимость обработки.

После сравнения станков на функциональное назначение, технические и рабочие характеристики с теми характеристиками и показателями, которые необходимо получить в результате обработки колеса зубчатого, был сделан выбор станочного оборудования.

В области токарной обработки на станках с ЧПУ компания DMG MORI предлагает целый ряд металлообрабатывающих станков различных размеров, различной конструкции и комплектации. Все токарные станки, токарные центры и автоматические токарные станки имеют модульную блочную конструкцию с высокотехнологичными компонентами, такими как линейные приводы для максимальной динамики, револьверная головка со встроенным прямым приводом инструмента, шпиндели compactMASTER для максимальной свободы действий в рабочей зоне и предельной производительности процесса, а также инструментальные магазины с системой быстрой смены инструмента для сокращения времени простоя и максимальной производительности.

Для обработки колеса зубчатого используем станок с ЧПУ DMG MORI CTX beta 800 TC, который представляет собой максимально маневренный станок в сфере токарно-фрезерной обработки. Станок представлен в новом общем дизайне, с улучшенной функциональностью и стойкостью к повреждениям.

Токарно-фрезерные обрабатывающие центры серий CTX TC, NT — это оборудование премиум-класса для универсальной токарной обработки. Они позволяют выполнять как 6-стороннюю токарную обработку, так и 5-осевое фрезерование за один установ.

					ДП 44.03.04.172 ПЗ	Лист
						31
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

Кроме того, эти гибкие высокопроизводительные металлообрабатывающие станки отличаются такими уникальными компонентами, как динамичные линейные приводы, стабильная ось В, быстрая револьверная головка, применяемая в качестве держателя инструментов[22].

Преимущества СТХ beta 800 ТС:

- Комплексная токарно-фрезерная обработка посредством сверхкомпактного токарно-фрезерного шпинделя с частотой вращения до 20 000 об/мин, мощностью 33 кВт и крутящим моментом 120 Нм;
- Ход по оси Y длиной  $\pm 100$  мм для внецентренной обработки;
- Угол поворота оси В  $\pm 110^\circ$  для максимальной гибкости.

Дисковый или цепной инструментальный магазин для сокращения вспомогательного времени:

- Дисковый магазин на 24 инструмента в стандартном исполнении;
- Цепной магазин на 48 или 80 инструментов в качестве опции;
- Инструменты длиной до 300 мм и диаметром до 125 мм.



Рисунок 5 – Пример обработки

					ДП 44.03.04.172 ПЗ	Лист
						32
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		



Комплексная 6-сторонняя обработка главным шпинделем с крутящим моментом до 700 Нм и опциональным противошпинделем:

- Встроенные приводы шпинделя с крутящим моментом до 700 Нм для максимально эффективного разрезания;
- Противошпиндель с частотой вращения до 6000 об/мин, крутящим моментом 170 Нм и диаметром отверстий шпинделей 65 мм в качестве опции.

Точность:

- Высокая точность в микрометровом диапазоне;
- Точность позиционирования до  $< 6$  мкм и точность воспроизведения до  $< 2$  мкм;
- Измерительные линейки на линейных осях подвижной стойки (X1/Y1/Z1)
- Измерительные линейки на оси Z3 (противошпиндель/задняя бабка) в качестве опции;
- Шпиндели с жидкостным охлаждением и охлаждаемые двигатели осей X/Y/Z.

					ДП 44.03.04.172 ПЗ	Лист
						33
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		



Рисунок 6 – Токарно-фрезерные обрабатывающий центр DMG MORI  
CTX beta 800 TC

Таблица 8 – Технические характеристики станка

Параметр	Значение
1	2
<b>Рабочая зона</b>	
Макс. диаметр точения	500 мм
Макс. длина точения	800 мм
Макс. расстояние от главного шпинделя до задней бабки (без патрона)	1 020 мм
<b>Главный шпиндель</b>	

Окончание таблицы 8 – Технические характеристики станка

1	2
Встроенный мотор-шпиндель с осью С (0,0001°)	5 000 об/мин
Мощность (длительность включения 100 %)	33 кВт (АС)
Крутящий момент (длительность включения 100 %)	580 Нм
Макс. внутренний диаметр зажимной втулки	102 мм
Противошпиндель (опция)	
Встроенный мотор-шпиндель с осью С (0,0001°)	6 000 об/мин
Мощность (длительность включения 100 %)	12 кВт (АС)
Крутящий момент (длительность включения 100 %)	170 Нм
Токарно-фрезерный шпиндель	
Макс. частота вращения токарно-фрезерного шпинделя	20 000 об/мин
Крутящий момент (длительность включения 100 %)	87 Нм
Ось В	
Диапазон перемещения оси В	220°
Инструментальный магазин	
Макс. количество позиций инструмента	80 позиций
Макс. диаметр инструмента	120 мм
Верхний суппорт для токарно-фрезерного шпинделя	
Ход по осям X/Y/ Z	480 [+470, -10] / ±100 / 845 мм
Ускоренный ход по осям X/Y/ Z	36 / 40 / 40 м/мин
Размеры станка	
Занимаемая площадь в базовой комплектации с транспортером для стружки, без внутренней подачи СОЖ	10,2 кв.м.

### 1.12. Выбор режущего инструмента

Важным фактором повышения эффективности производства является режущий инструмент, доля которого в себестоимости металлообработки составляет 3-5%, но от выбора, которого существенно, до нескольких раз, зависят показатели технологического процесса. В области выбора инструмента оптимальный путь к повышению производительности – выбор современного инструмента и правильное его использование. Все инструменты, выбираемые по системе ISO, оптимизированы для основных групп обрабатываемых материалов и видов операций.

Они изначально предназначены для работы с высокой производительностью. Система ISO обеспечивает несложный и быстрый выбор наилучшего сочетания геометрии режущих кромок и марки инструментального материала для конкретной операции, инструмент выбираем по каталогу фирмы «SANDVIK» и «Garant» [7],[8]. При выборе режущего инструмента в первую очередь руководствуемся технологией изготовления, используемым оборудованием, материалом детали и техническими требованиями. Колесо зубчатое изготовлено из стали 30ХГТ ГОСТ 1583-93, для обработки этого материала рекомендуется использовать режущий инструмент, оснащенный пластинами из твердого сплава, что позволяет вести обработку на повышенных режимах резания и без ущерба точности полученных размеров и шероховатости поверхности.

Размеры инструмента должны быть оптимальными:

- При торцовом фрезеровании диаметр фрезы должен быть в 1,2-1,5 раза больше ширины фрезерования для полного перекрытия обрабатываемой поверхности;
- При контурном фрезеровании диаметр концевой фрезы должен обеспечивать достаточную жёсткость и возможность получения заданных размеров радиусов;

					ДП 44.03.04.172 ПЗ	Лист
						36
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

- При контурном фрезеровании диаметр концевой фрезы должен обеспечивать достаточную жёсткость и возможность получения заданных размеров радиусов;

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

Материал инструмента должен соответствовать обрабатываемому материалу.

В данном случае материал детали – сплав алюминия.

Инструмент выбирается по материалам:

- твердости обрабатываемого материала;
- необходимого качества поверхности детали;
- стойкости, режущих свойств и прочности инструмента.
- размера и допуска на обрабатываемый размер;
- цены инструмента.

Средства технического контроля выбираем с учётом:

- требований к точности измеряемого размера;
  - достоверности контроля;
  - стоимости и трудоёмкости изготовления средства;
- требования техники безопасности и удобства работы.

					ДП 44.03.04.172 ПЗ	Лист
						37
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

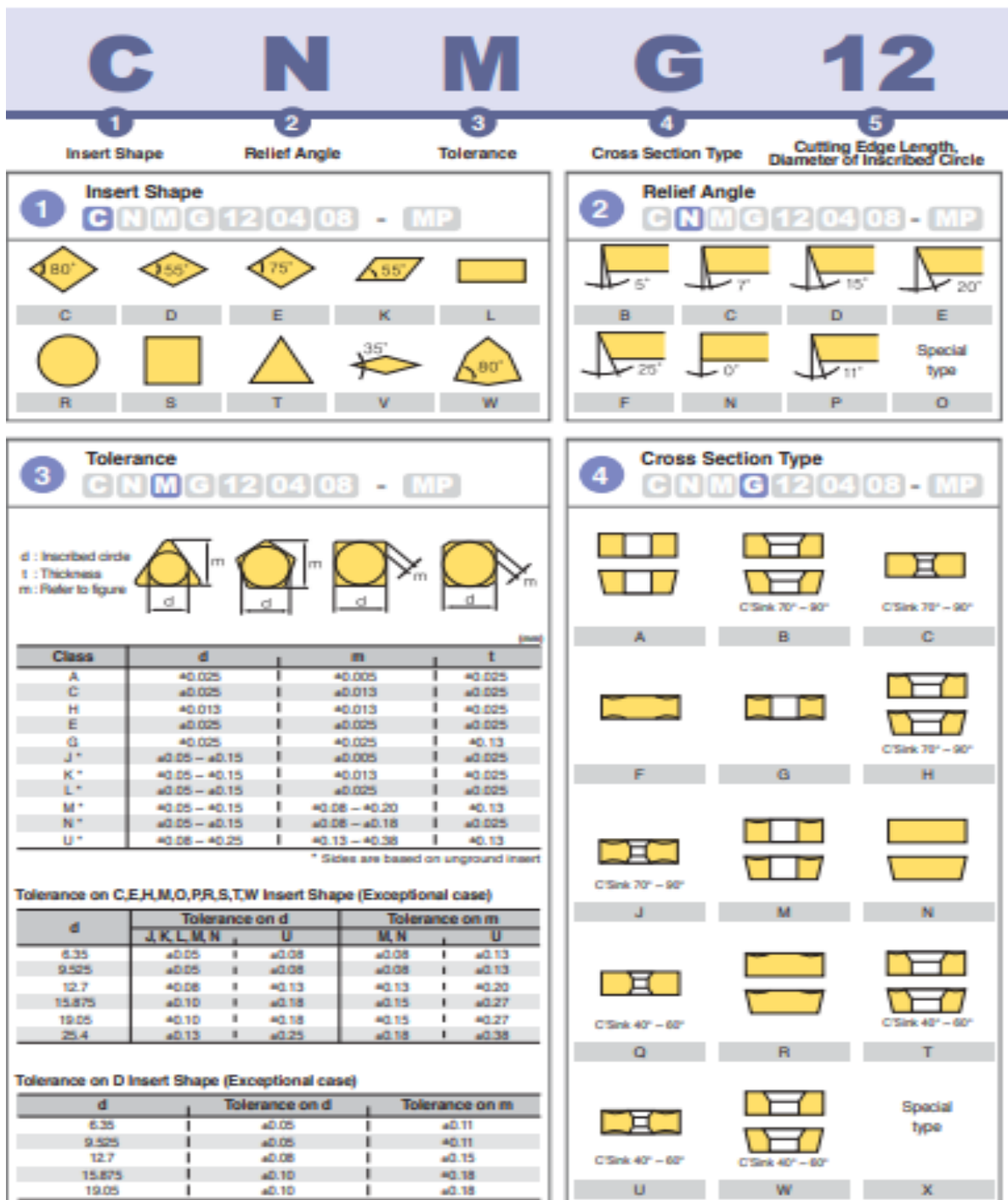


Рисунок 7 – Система обозначения токарных СМП по ISO

# 04

# 08

# -

# MP

6

7

8

Height of Cutting Edge

Nose Radius (Nose R)

Chip Breaker for Turning

**5 Cutting Edge Length, Diameter of Inscribed Circle**  
**C N M G 12 04 08 - MP**

Symbol										Inch	IC d(mm)
C	N	M	G	12	04	08	-	MP			
03	04	03	06	03	-	02	1.2(5)	3.97			
04	05	04	08	04	08	53	1.5(6)	4.76			
05	06	05	09	05	09	03	1.8(7)	5.56			
-	-	-	-	06	-	-	-	6.00			
06	07	06	11	06	11	04	2	6.35			
08	09	07	13	07	13	05	2.5	7.94			
-	-	-	-	08	-	-	-	8.00			
09	11	09	16	09	16	06	3	9.525			
-	-	-	-	10	-	-	-	10.00			
11	13	11	19	11	19	07	3.5	11.11			
-	-	-	-	12	-	-	-	12.00			
12	15	12	22	12	22	08	4	12.70			
14	17	14	24	14	24	09	4.5	14.29			
16	19	15	27	15	27	10	5	15.875			
-	-	-	-	16	-	-	-	16.00			
17	21	17	30	17	30	11	5.5	17.46			
19	23	19	33	19	33	13	6	19.05			
-	-	-	-	20	-	-	-	20.00			
22	27	22	38	22	38	15	7	22.225			
-	-	-	-	25	-	-	-	25.00			
25	31	25	44	25	44	17	8	25.40			
32	38	31	54	31	54	21	10	31.75			
-	-	-	-	32	-	-	-	32.00			

( ) Symbol for small size insert

**6 Height of Cutting Edge**  
**C N M G 12 04 08 - MP**

Metric	Symbol	Inch	Height of Cutting Edge(t)	
			mm	Inch
01		1/2	1.59	1/16
10		1.125	1.79	9/128
T1		1.2	1.98	5/64
02		1.5(3)	2.38	3/32
T2		1.75	2.78	7/64
05		2	3.18	1/8
T3		2.5	3.97	5/32
04		3	4.76	3/16
05		3.5	5.56	7/32
06		4	6.35	1/4
07		5	7.94	5/16
09		6	9.52	3/8
11		7	11.11	7/16
12		8	12.70	1/2

( ) Symbol for small size insert

**7 Nose Radius (Nose R)**  
**C N M G 12 04 08 - MP**

Symbol		Corner Radius	
Metric	Inch	Metric	Inch
01	0	0.1	0.004
02	0.5	0.2	0.008
04	1	0.4	1/64
06	2	0.6	1/32
12	3	1.2	3/64
16	4	1.6	1/16
20	5	2.0	5/64
24	6	2.4	3/32
26	7	2.6	7/64
32	8	3.2	1/8
00	-	Round insert(Inch)	
MP	-	Round insert(Metric)	

**8 Chip Breaker for Turning**  
**C N M G 12 04 08 - MP**

**Negative Insert Chip Breaker**

**Positive Insert Chip Breaker**

Рисунок 8 – Система обозначения токарных СМП по ISO

Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата
------	------	-------------	---------	------

ДП 44.03.04.172 ПЗ

Для точения:

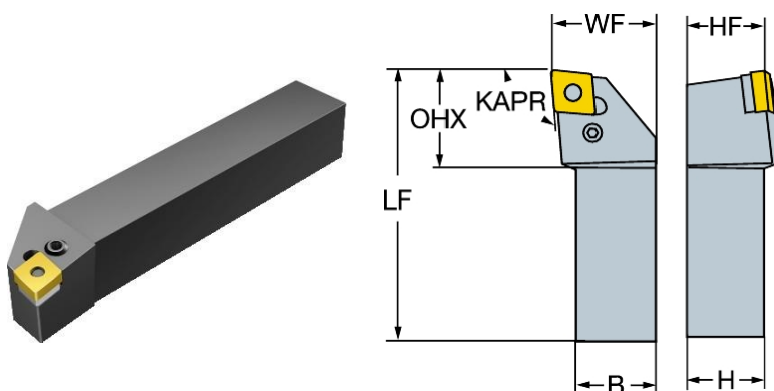


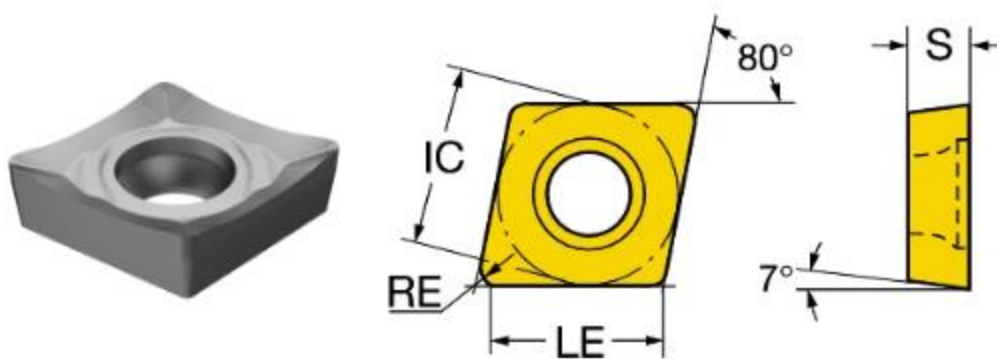
Рисунок 9 – Резец PCLNR 2525M 12

Таблица 9 – Параметры резца PCLNR 2525M 12

Показатель	Параметр
Главный угол в плане KAPR	95deg
Размер соединения CZC	25 x 25
Главный угол в плане (дюйм.)PSIR	-5deg
Интерфейс со стороны станка ADINTMS	Rectangular shank metric: 25 x 25
Часть 2 ID интерфейса режущего элемента CUTINT_MASTER	ISO: CNMG 120408
max угол врезания RMPX	0deg
Угол корпуса со стороны заготовки BAWS	0deg
max вылет OHX	27.2mm
Демпфирующие свойства DPC	FALSE
Материал корпуса BMC	Steel
Исполнение HAND	R
Угол корпуса со стороны станка BAMS	0deg



Пластина:



Классификация материала, уровень 1 (TMC1ISO)

**N S**

Размер и форма пластины (CUTINTSIZESHAPE)  
CC09T3

Форма пластины (SC)  
C

Радиус при вершине (RE)  
0,794 mm

Исполнение (HAND)  
N

Основы сплава (SUBSTRATE)  
HF

Толщина пластины (S)  
3,969 mm

Масса элемента (WT)  
0,004 kg

CoroPak (RELEASEPACK)  
92.1

Тип операции (CTPT)

Medium

Диаметр вписанной окружности (IC)  
9,525 mm

Эффективная длина режущей кромки (LE)  
8,872 mm

Наличие кромки Wiper (WEP)  
false

Сплав (GRADE)  
H10

Покрытие (COATING)  
UNCOAT

Задний угол главный (AN)  
7 deg

Статус жизненного цикла (LCS)  
Поступил в продажу

Рисунок 10 – Режущая пластина CoroTurn® 107 для точения CCGX 12

04 08-AL H10

					ДП 44.03.04.172 ПЗ	Лист
						41
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

Расточная оправка CoroTurn® 107 для точения E10R-SCLCL 2-R и E10R-SCLCR 2-R

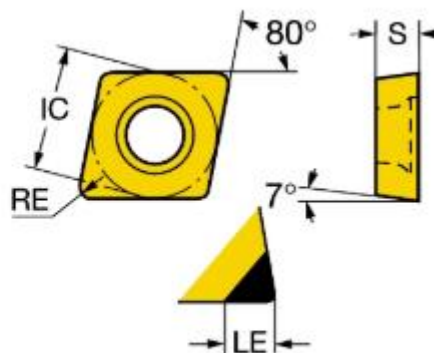
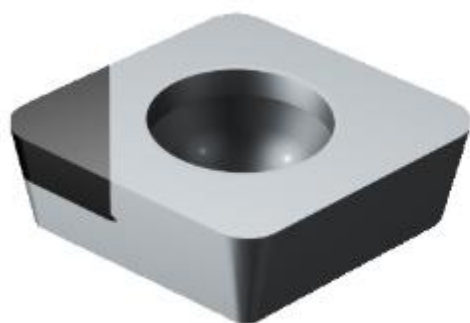


Рисунок 11 – Расточная оправка E10R-SCLCR 2-R

Таблица 10 – Параметры резца E10R-SCLCR 2-R

Показатель	Параметр
Главный угол в плане KAPR	95deg
Главный угол в плане (дюйм.)PSIR	-5deg
Интерфейс со стороны станка ADINTMS	Cylindrical shank without clamping features -inch: 1
Часть 2 ID интерфейса режущего элемента CUTINT_MASTER	TCMT 090204
max угол врезания RMPX	0 deg
Угол корпуса со стороны заготовки BAWS	0 deg
max вылет OHX	15 mm
Демпфирующие свойства DPC	false
Материал корпуса BMC	Steel
Исполнение HAND	R
Угол корпуса со стороны станка BAMS	0 deg

Пластина :



Классификация материала, уровень 1 (TMC1ISO)

**N**

Размер и форма пластины (CUTINTSIZESHAPE)  
CC0602

Форма пластины (SC)  
C

Радиус при вершине (RE)  
0,397 mm

Исполнение (HAND)  
N

Основа сплава (SUBSTRATE)  
DP

Толщина пластины (S)  
2,381 mm

Масса элемента (WT)  
0,001 kg

СороPак (RELEASEPACK)  
12.2

Тип операции (CTPT)  
Finishing

Диаметр вписанной окружности (IC)  
6,35 mm

Эффективная длина режущей кромки (LE)  
2,9 mm

Наличие кромки Wiper (WEP)  
false

Сплав (GRADE)  
CD05

Покрытие (COATING)  
UNCOAT

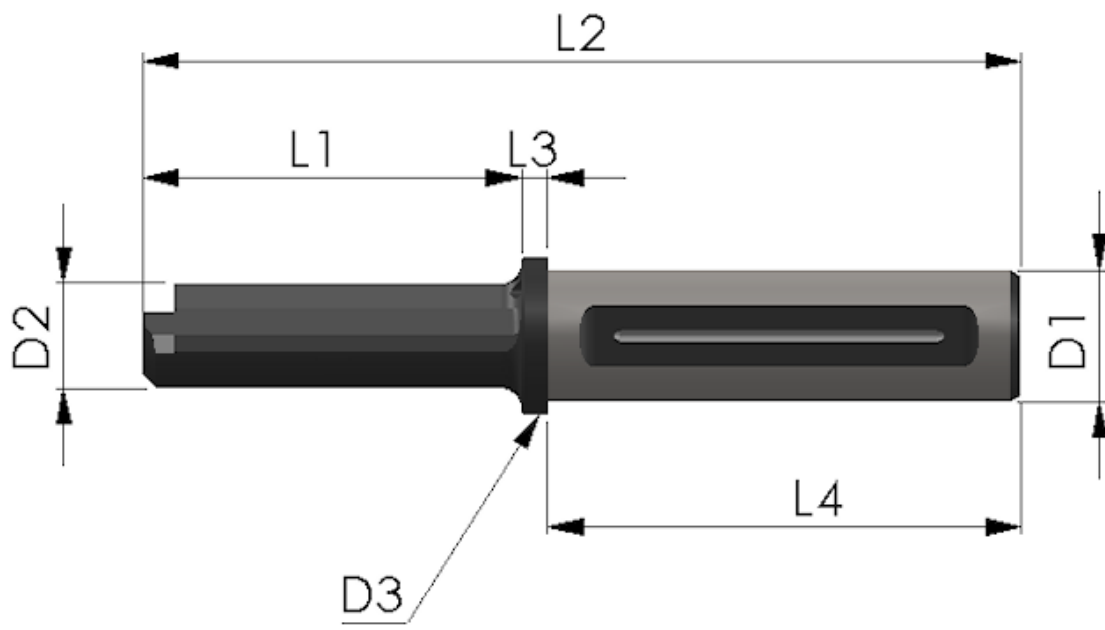
Задний угол главный (AN)  
7 deg

Статус жизненного цикла (LCS)  
Поступил в продажу

Рисунок 12 – Режущая пластина CoroTurn® 107 для точения

CCMW060204FP CD05

					ДП 44.03.04.172 ПЗ	Лист
						43
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		



	L1 (mm)	L2 (mm)	L3 (mm)	L4 (mm)	D1 (mm)	D2 (mm)	D3 (mm)
<b>UTS-08-32</b>	68	172	9	100	32	20	37

Рисунок 13 – Державка **UTS-08-32** для нарезания шпоночного паза

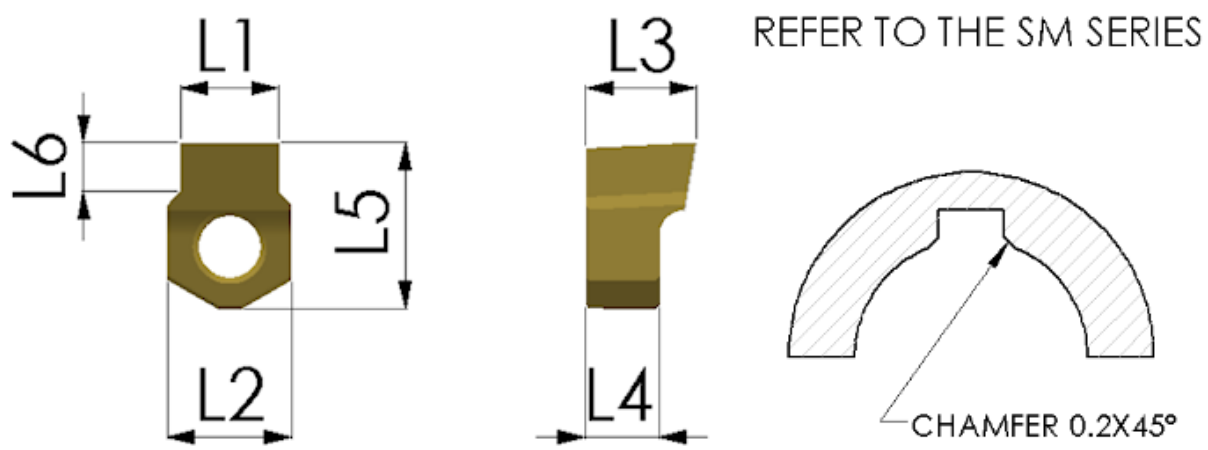


Рисунок 14 – Вставка **IN-3/8" - C11** для Державки UTS-08-32

Инструментальный материал	HSS E	Быстрорежущая сталь, легированная кобальтом (5 %)	HSS E-PM	Порошковая быстрорежущая сталь	VHM	Мелкозернистый цельный твердый сплав, группы сплавов K10-K40 и P40	HSS E-SPM	Специальная порошковая быстрорежущая сталь, с высоким содержанием кобальта
	PKD	Поликристаллический алмаз	Кермет	Кермет				
Тип	Тип N	Тип N = нормальный		Твердосплавный роутер с разнонаправленными зубьями для высокопроизводительной обработки	HR	Мелкий черновой профиль		Левое резание
Стандарт	DIN 206 B	Соотв. DIN 206	EN 22568	Соотв. Euro-Norm 22568		Заводской стандарт	DIN 371	Соотв. DIN 371
Хвостовик	Твердосплавные сверла и фрезы с хвостовиком DIN 6535-HA (от Ø ≥ 6 мм) по желанию могут поставляться с лыской на хвостовике HB или HE:					Хвостовик с допуском h6 с лыской по DIN 1835-B		Хвостовик с допуском h7 с 3 лысками для 3-кулачковых патронов
	Обратите внимание на текст под заголовком. Указание в описании соответствующего режущего инструмента. <b>Требуется: 1 сверло № 12 2659 разм. 10 с лыской HE. Пример заказа: 1 шт. № 12 2659 разм. 10 + 1 шт. № 12 9100 HE</b>							
	<b>Изготовление лыски на хвостовике: по индивидуальному заказу – возможность отказа от заказа не предусмотрена.</b>							
Длина		Длина рабочей части 25×Ø (сверла для глубокого сверления)		Общая длина режущего инструмента		Фреза с обнуженным хвостовиком (L4)		Диаметр обнужения (D4)
Угол		Ступенчатый инструмент для цековки 180°		Возможна подача фрезы в этом направлении		Зенковка с углом при вершине 60°		Зенкующая ступень
		Допуск прецизионного инструмента в мм-диапазоне		Прогрессивная геометрия спиральной канавки		Нерегламентированная фаска на вершине режущей кромки		Фаска 45° на вершине режущей кромки
Форма / зубья		Вершина сверла со специальной подточкой – для армированных волокон		Инструмент с 3 зубьями		Форма С		Высокопроизводительные сверла с 6-контурными ленточками и внутренним подводом СОЖ
		Конические зенковки с неравномерным шагом для точного зенкования						
Резьба		Метрическая мелкая резьба		Метрическая резьба для проволочных вставок		С углом профиля 60°		2-3 шага резьбы Форма С с поднутрением
								Необходимый для метчика Ø отверстия под резьбу

Рисунок 15 – Обозначение инструмента компании «GARANT»



Рисунок 16 – Фреза червячная CoroMill® 176

## 2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РАСЧЕТЫ

Для решения технологических задач по обеспечению заданных требований необходимо выполнить расчеты следующих параметров: припусков, точности обработки, технологических размерных цепей, режимов резания, технических норм времени.

Выбирается одну операцию для обработки ответственных размеров, по которой будут производиться все технологические расчеты по вышеуказанным параметрам.

### 2.1. Расчет припусков

При проектировании технологического процесса механической обработки заготовки необходимо установить оптимальные припуски, которые обеспечат заданную точность и качество обрабатываемой поверхности.

Для поверхности, к которой предъявляются самые высокие требования точности и качества Ø68H7, выполним расчет припусков расчетно-аналитическим методом. Результаты расчетов представлены в таблице 10.

Таблица 11 - Расчет припусков и предельных размеров по технологическим переходам на обработку поверхности отверстия Ø68H7

Технологические переходы обработки поверхности отверстия	Элементы припуска, мкм				Расчетный припуск $2Z_{min}^{pp}$ , мкм	Расчетный размер, мм	Допуск Т, мм	Предельный размер, мм		Предельные значения припусков, мм	
	$R_z$	h	$\rho$	$\epsilon$				$D_{min}$	$D_{max}$	$2Z_{min}^{pp}$	$2Z_{max}^{pp}$
Заготовка	200	250	200	-	-	66,326	1,5	92,27	93,14	-	-
Черновое растачивание	50	50	12,16	30	2·653	67,626	0,3	94,10	94,45	1,31	1,83
Чистовое растачивание	25	25	4,64	30	2·191	67,89	0,12	94,69	94,83	0,38	0,59
Тонкое растачивание	5	5	-	30	2·130	68,03	0,03	95,000	95,087	0,257	0,310

					ДП 44.03.04.172 ПЗ	Лист
						46
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

Значения  $R_z, h$  находятся по таблице 7 [с. 182, 10] ( $R_z$  – высота неровностей профиля поверхности,  $h$  – глубина дефектного слоя);  $\rho, \varepsilon$  можно найти по таблице 36, 40 [с. 78, 10] ( $\rho$  – пространственное отклонение расположения обрабатываемой поверхности относительно базовых поверхностей заготовки,  $\varepsilon$  – погрешность установки детали в приспособлении).

Определение расчетного минимального припуска на обработку:

$$2Z_{imin} = 2 \left( R_{zi-1} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2} \right)$$

$$2Z_{2min} = 2 \left( 200 + 250 + \sqrt{200^2} \right) = 2 \cdot 650 \text{ мкм}$$

$$2Z_{3min} = 2 \left( 50 + 50 + \sqrt{12,16^2 + 30^2} \right) = 2 \cdot 132 \text{ мкм}$$

$$2Z_{4min} = 2 \left( 20 + 20 + \sqrt{4,64^2 + 30^2} \right) = 2 \cdot 70 \text{ мкм}$$

Определение расчетного размера для каждого перехода:

$$D_{p4} = 68,03 \text{ мм}$$

$$D_{p3} = 68,03 - (2 \cdot 70) \cdot 10^{-3} = 67,89 \text{ мм}$$

$$D_{p2} = 67,89 - (2 \cdot 132) \cdot 10^{-3} = 67,626 \text{ мм}$$

$$D_{p1} = 67,626 - (2 \cdot 650) \cdot 10^{-3} = 66,326 \text{ мм}$$

Определяются значения допусков на заготовку по ГОСТ 8479 - 70, на чертежный размер детали и на промежуточные размеры в соответствии с квалитетами, получаемые на технологических переходах [с. 120, 10].

Определение предельных значений максимальных и минимальных припусков:

$$2Z_{imin}^{pp} = D_{max} - D_{maxi-1}$$

$$2Z_{4min}^{pp} = 68,03 - 67,89 = 0,14 \text{ мм}$$

$$2Z_{3min}^{pp} = 67,89 - 67,626 = 0,264 \text{ мм}$$

$$2Z_{2min}^{pp} = 67,626 - 66,326 = 1,3 \text{ мм}$$

$$2Z_{imax}^{pp} = D_{min} - D_{mini-1}$$

					<b>ДП 44.03.04.172 ПЗ</b>	Лист
						47
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

$$2Z_{4max}^{np} = 68,00 - 67,77 = 0,23 \text{ мм}$$

$$2Z_{3max}^{np} = 67,77 - 67,326 = 0,444 \text{ мм}$$

$$2Z_{2max}^{np} = 67,326 - 64,826 = 2,5 \text{ мм}$$

Определение общих припусков:

$$2Z_{mino}^{np} = \sum_{i=1}^n Z_{mini}^{np} = 0,14 + 0,264 + 1,3 = 1,704 \text{ мм}$$

$$2Z_{maxo}^{np} = \sum_{i=1}^n Z_{maxi}^{np} = 0,23 + 0,444 + 2,5 = 3,174 \text{ мм}$$

Расчет общего номинального припуска:

$$2Z_{o \text{ ном}} = 2Z_{o \text{ min}} + ESD_{\text{заг}} - ESD_{\text{д}} = 1,704 + \left(\frac{1,5}{2}\right) - 0,03 = 2,424 \text{ мм}$$

Ниже представлена схема расположения припусков, допусков и промежуточных размеров (рисунок 15).

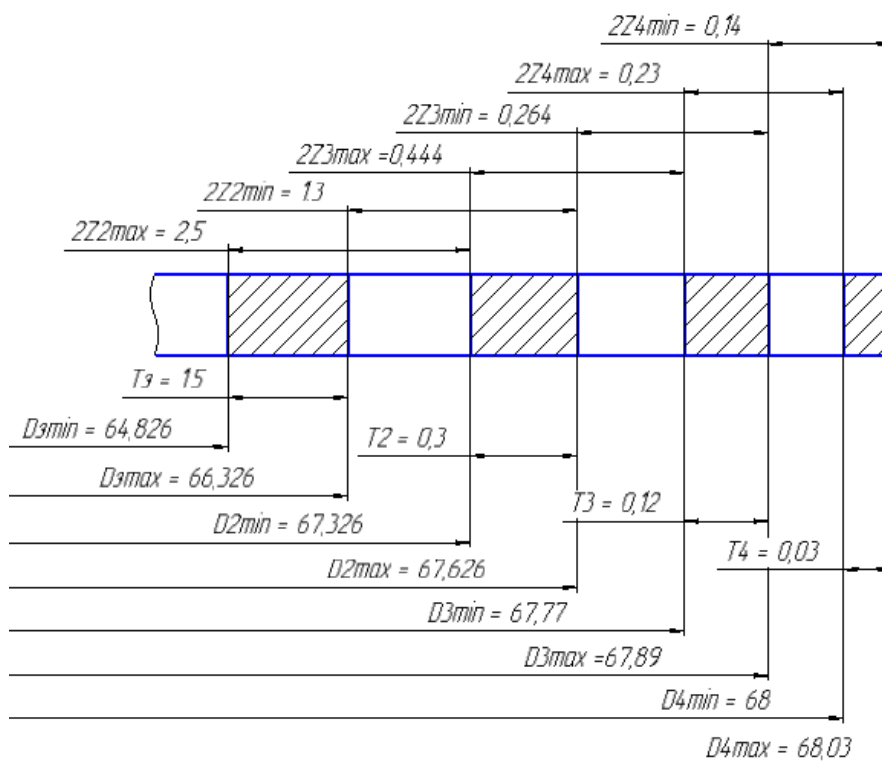


Рисунок 17 - Схема графического расположения припусков и допусков на обработку отверстия Ø68H7

					ДП 44.03.04.172 ПЗ	Лист
						48
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		



На остальные обрабатываемые поверхности детали припуски, допуски и предельные отклонения на операционные размеры назначаются опытно-статистическим путем по ОСТ 5.0004 – 70 (таблица 11). На основании расчета величин припусков определяются предельные размеры заготовки и окончательно оформляется рабочий чертеж в соответствии с требованиями ЕСКД и ГОСТов.

Таблица 12 - Припуски и допуски на обрабатываемые поверхности

Размер, мм	Допуск, мм	Припуск, мм	Предельное отклонение, мм	
			верхнее	нижнее
1	2	3	4	5
Ø196	0,29	4	0	-0,29
52	0,3	1,25	+0	-0,3
62	0,2	1,25	+0,1	-0,1
10	0,036	3	-0,015	-0,051

## 2.2. Точность механической обработки

Расчет основных составляющих суммарной погрешности позволяет наметить пути и методы повышения точности механической обработки.

Необходимо определить точность при тонком растачивании отверстия Ø68H7 (+0,03) на длину L = 65 мм резцом, оснащенный пластиной из твердого сплава.

При обработке партий деталей на настроенных станках суммарные погрешности обработки определяют по законам теории вероятности:

$$\Delta_{\Sigma} = 2 \sqrt{\Delta_y^2 + \Delta_H^2 + (1,73\Delta_{и})^2 + (1,73\Sigma\Delta_{ст})^2 + (1,73\Delta_T)^2},$$

где  $\Delta_y$  - погрешности, вызываемые упругими деформациями технологической системы под влиянием сил резания;  $\Delta_H$  - погрешности настройки;  $\Delta_{и}$  - погрешности, вызываемые размерным износом режущего инструмента;

$\Sigma\Delta_{ст}$  – погрешности обработки, возникающие в следствии геометрической неточности станка;  $\Delta_T$  – погрешности обработки, вызываемые температурными деформациями технологической системы.

Все величины определяются по справочнику [с. 19, 2].

$$\Delta_{\Sigma} = 2\sqrt{0,08^2 + 7^2 + (1,73 \cdot 6^2) + (1,73 \cdot 10^2) + (1,73 \cdot 1^2)} = 21,42 \text{ мкм} = 0,021 \text{ мм}$$

При сравнении заданной точности поверхности отверстия  $T = 0,03$  мм и суммарной погрешности обработки видно, что первая обеспечивается.

### 2.3. Расчет режимов резания

Режимы резания оказывают влияние на точность и качество обработанной поверхности, производительность и себестоимость обработки. Они устанавливаются исходя из особенностей обрабатываемой детали, характеристики режущего инструмента и станка.

Расчет режимов резания будет произведён для операции 010 Комплексная на ОЦ с ЧПУ. Токарно-фрезерные обрабатывающий центр DMG MORI CTX beta 800 TC.

1 переход. Торцевать поверхность 1, 7 начерно

В первую очередь устанавливается глубина резания  $t$  для подрезания торца заготовки. Подрезка торца производится за 1 проход:  $t = h = 1$  мм.

Подача  $s_0$  назначается по справочнику [с. 268, 11]. При глубине резания  $t = 1,25$  мм,  $D = 95$  мм рекомендуемая подача  $s_0$  равна  $0,6 - 1,2$  мм/об.  $s_0 = 0,8$  мм/об.

Скорость резания при подрезании торца рассчитывается по формуле:

$$V = \frac{C_v}{T^m s_0^y} K_v,$$

где  $C_v, y, m$  – выбираются по таблице 17 [с. 269, 11];

$T$  – средняя стойкость инструмента, мин.

$$K_v = K_{mv} \cdot K_{pv} \cdot K_{iv},$$

					ДП 44.03.04.172 ПЗ	Лист
						50
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

где  $K_{mv}$  – коэффициент, учитывающий влияние материала заготовки;

$K_{pv}$  – коэффициент, учитывающий состояние поверхности;

$K_{iv}$  – коэффициент, учитывающий влияние материала инструмента.

Коэффициенты выбираются по таблицам 1 – 6 [с. 261, 11].

$$K_v = 1,1 \cdot 0,85 \cdot 1 = 0,935$$

$$V = \frac{340 \cdot 0,935}{60^{0,2} \cdot 0,8^{0,45}} \cdot 0,91 = 140,25 \text{ м/мин}$$

Определение числа оборотов:

$$n = \frac{V \cdot 1000}{\pi \cdot D} = \frac{140,25 \cdot 1000}{3,14 \cdot 96} = 465 \text{ об/мин}$$

Определение минутной подачи:

$$S_{\text{мин}} = S_0 \cdot n = 0,8 \cdot 465 = 372 \text{ мм/мин}$$

Находим силу резания при подрезании:

$$P_z = 10C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p,$$

где  $K_p$  – поправочный коэффициент, учитывающий фактические условия резания; находятся по таблицам 9,10, 23 [с. 265, ].

$$K_p = K_{Mp} \cdot K_{fp} \cdot K_{yp} \cdot K_{lp} \cdot K_{rp} = 0,9 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,94 = 0,85$$

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 1^1 \cdot 0,8^{75} \cdot 140,25^{-0,15} \cdot 0,85 = 1224 \text{ Н}$$

Силы  $P_x$ ,  $P_y$  принимаются ориентировочно:

$$P_y = 0,5P_z = 0,5 \cdot 1224 = 612 \text{ Н};$$

$$P_x = 0,3P_z = 0,3 \cdot 1224 = 368 \text{ Н}.$$

Точить поверхность б начерно.

Определение глубины резания:  $t = 1 \text{ мм}$

Подача назначается по таблице 16 [с. 269, 11]. При диаметре обработки  $\varnothing 198 \text{ мм}$  и глубине резания  $1 \text{ мм}$  подача  $S_0$  равна  $0,8 - 1,2 \text{ мм/об}$ .  $S_0 = 1 \text{ мм/об}$ .

					ДП 44.03.04.172 ПЗ	Лист
						51
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

Скорость резания при точении и растачивании:

$$V = \frac{C_v}{T^m S^y t^x} K_v,$$

где  $C_v, y, m$  – выбираются по таблице 17 [с. 269, 11];

$T$  – средняя стойкость инструмента, мин.

$$V = \frac{340}{60^{0,2} \cdot 1^{0,45} \cdot 1^{0,15}} \cdot 0,91 = 150,44 \text{ м/мин}$$

$$K_v = 1,07 \cdot 0,85 \cdot 1 = 0,91$$

Определение числа оборотов:

$$n = \frac{V \cdot 1000}{\pi \cdot D} = \frac{150,44 \cdot 1000}{3,14 \cdot 198} = 242 \text{ об/мин}$$

Определение минутной подачи:

$$S_{\text{мин}} = S_0 \cdot n = 0,8 \cdot 242 = 193,6 \text{ мм/мин}$$

$$P_z = 10 C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p,$$

где  $K_p$  – поправочный коэффициент, учитывающий фактические условия резания; находятся по таблицам 9,10, 23 [с. 265, ].

$$K_p = K_{Mp} \cdot K_{fp} \cdot K_{yp} \cdot K_{lp} \cdot K_{rp} = 0,93 \cdot 0,8 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,94 = 0,7$$

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 1^1 \cdot 0,8^{75} \cdot 150,44^{-0,15} \cdot 0,7 = 1148 \text{ Н}$$

Силы  $P_x, P_y$  принимаются ориентировочно:

$$P_y = 0,5 P_z = 0,5 \cdot 1148 = 574 \text{ Н};$$

$$P_x = 0,3 P_z = 0,3 \cdot 1148 = 345 \text{ Н}.$$

Расточить осевое отверстие 2 начерно.

Определение глубины резания:  $t = 1,5 \text{ мм}$

Подача назначается по таблице 16 [с. 269, 11]. При диаметре обработки  $\varnothing 80 \text{ мм}$  и глубине резания  $1,5 \text{ мм}$  подача  $S_0$  равна  $0,5 - 0,8 \text{ мм/об.}$  По паспортным данным станка  $S_0 = 0,5 \text{ мм/об.}$

					ДП 44.03.04.172 ПЗ	Лист
						52
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

Скорость резания при точении и растачивании:

$$V = \frac{C_v}{T^m S^y t^x} K_v,$$

где  $C_v$ ,  $y$ ,  $m$  – выбираются по таблице 17 [с. 269, 11];  $T$  – средняя стойкость инструмента, мин.

$$V = \frac{350}{60^{0,2} \cdot 0,5^{0,35} \cdot 1,5^{0,15}} \cdot 1,07 = 199,54 \text{ м/мин}$$

$$K_v = 1,07 \cdot 1 \cdot 1 = 1,07$$

Определение числа оборотов:

$$n = \frac{V \cdot 1000}{\pi \cdot D} = \frac{178,83 \cdot 1000}{3,14 \cdot 67} = 850 \text{ об/мин}$$

Определение минутной подачи:

$$S_{\text{мин}} = S_0 \cdot n = 0,5 \cdot 850 = 425 \text{ мм/мин}$$

$$P_z = 10 C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p,$$

где  $K_p$  – поправочный коэффициент, учитывающий фактические условия резания; находятся по таблицам 9,10, 23 [с. 265, ].

$$K_p = K_{Mp} \cdot K_{fp} \cdot K_{yp} \cdot K_{lp} \cdot K_{rp} = 0,93 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,94 = 0,8742$$

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 1^1 \cdot 0,5^{75} \cdot 176,06^{-0,15} \cdot 0,8742 = 717,98 \text{ Н}$$

Силы  $P_x, P_y$  принимаются ориентировочно:

$$P_y = 0,5 P_z = 0,5 \cdot 717,98 = 358,99 \text{ Н};$$

$$P_x = 0,3 P_z = 0,3 \cdot 717,98 = 215,39 \text{ Н}.$$

На остальные операции режимы резания назначаются по справочным данным [9] и заносятся в таблицу 13.

					ДП 44.03.04.172 ПЗ	Лист
						53
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

Таблица 13 - Расчет режимов резания

Наименование операции, перехода, позиции	t, мм	So, мм/об	n, об/мин	V, м/мин
010 Комплексная на ОЦ с ЧПУ. Установ А 1. Торцевать поверхности 1,7 предварительно;	1	0,8	465	140
2. Торцевать поверхности 1,7 окончательно;	2	0,5	490	170
3. Торцевать поверхности 1,7 тонкое точение;	0,5	0,2	620	226
4. Расточить отверстие 2 предварительно;	1,5	0,5	850	200
5. Протянуть шпоночный паз 8,9 предварительно	3	0,2	-	21
Установ Б 6. Обработать поверхности 6,4,3 предварительно;	1,5	0,8	456	176
7. Обработать поверхности 6,4,3 окончательно;	0,2	0,5	620	226
8. Обработать поверхность 3 тонкое точение;	0,1	0,06	605	210
9. Расточить отверстие 2 окончательно;	0,3	0,5	1650	402
10. Расточить отверстие 2 тонкое точение	0,1	0,06	1650	402
11. Протянуть шпоночный паз 8,9 окончательно	3	0,2	-	21
12. Фрезеровать зубья поверхность 5 окончательно;	-	0,18	167	145
13. Шлифовать зубья поверхности 5;	0,1	0,08	1450	243

## 2.4. Расчет технических норм времени

Норма штучного времени – это норма времени на выполнение объема работы, равного единице нормирования, на выполнение технологической операции.

Технические нормы времени в условиях крупносерийного производства устанавливаются расчетно-аналитическим методом.

Норма штучно-калькуляционного времени определяется по формуле:

$$T_{\text{шт.к.}} = \frac{T_{\text{пз}}}{n} + T_{\text{шт}}$$

где,  $T_{\text{пз}}$  – подготовительно – заключительное время на партию деталей, мин;

$n$  – количество деталей в настроенной партии, шт;

Штучное время определяется по формуле:

$$T_{\text{шт}} = t_o + t_v + t_{\text{обс}} + t_{\text{отл}}$$

где,  $T_o$  – основное время, мин;

$T_v$  – вспомогательное время, мин.

$T_{\text{обс}}$  – время на обслуживание рабочего места, мин.;

$T_{\text{отл}}$  – время перерывов на отдых и личные надобности, мин.;

Основное время определяем по формуле:

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

где,  $L$  – расчётная длина обработки, мм;

$i$  – число рабочих ходов;

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

$S$  – подача, мм/об (мм/мин).

Вспомогательное время обработки определяется по формуле:

$$T_v = T_{\text{у.с.}} + T_{\text{з.о.}} + T_{\text{уп}} + T_{\text{из}}$$

					ДП 44.03.04.172 ПЗ	Лист
						55
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

где,  $T_{у.с.}$  – время на установку заготовки, мин;

$T_{з.о.}$  – время на закрепление и открепление заготовки, мин;

$T_{уп}$  – время на приемы управления, мин;

$T_{из}$  – время на измерение детали, мин;

В данном случае необходимо рассчитать штучно-калькуляционное время для операции 010 Комплексная на ОЦ с ЧПУ. Основное время рассчитывается при выборе режимов резания на сайте производителя автоматически. Основное время по переходам:

Переход 1.  $T_o = 0,22$  мин;

Переход 2.  $T_o = 0,04$  мин;

Переход 3.  $T_o = 0,01$  мин;

Переход 4.  $T_o = 0,43$  мин;

Переход 5..  $T_o = 0,56$  мин;

Переход 6.  $T_o = 0,9$  мин;

Переход 7.  $T_o = 0,22$  мин;

Переход 8  $T_o = 0,1$  мин;

Переход 9.  $T_o = 1,14$  мин;

Переход 10.  $T_o = 0,09$  мин;

Переход 11.  $T_o = 2,44$  мин;

Переход 12.  $T_o = 3,45$  мин;

Переход 13..  $T_o = 1,46$  мин;

$$\sum T_o = 0,22 + 0,04 + 0,01 + 0,43 + 0,56 + 0,09 + 0,22 + 0,1 + 1,14 + 0,09 + 2,44 + 3,45 + 1,46 = 10,25 \text{ мин.}$$

Определение вспомогательное время обработки:

1) Вспомогательное время на установку, закрепление и снятие детали:

При установке детали массой до 8 кг при свободном одевании детали зажимом без выверки  $t_{уст} = 0,41$  мин (таблица Г.1.) [с. 115, 7];

					ДП 44.03.04.172 ПЗ	Лист
						56
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		



Переустановить деталь массой до 8 кг при свободном одевании детали без выверки  $t_{уст} = 0,41 \cdot 0,8 = 0,328$  мин (таблица Г.1.) [с. 115, 7];

2) Вспомогательное время, связанное с переходом и вспомогательное время, связанное с переходом на приемы, не вышедшие в комплексы не учитывается, так как оно является перекрываемым

3) Суммарное вспомогательное время по переходам:

Переход 1.  $t_{уст} = 0,41$  мин.

Суммарное вспомогательное время:  $\Sigma T_v = 0,41 + 0,328 = 0,738$  мин.

Вспомогательное время на обслуживание рабочего места:

$$T_{обс} = \frac{(T_0 + T_v) \cdot a_{обс}}{100} = \frac{10,988 \cdot 4}{100} = 0,4395 \text{ мин,}$$

где  $a_{обс}$  – время на обслуживание рабочего места, определяемого по таблице Г.4. [с. 117, 7].

Вспомогательное время на отдых и личные надобности:

$$T_{отл} = \frac{(T_0 + T_v) \cdot a_{отл}}{100} = \frac{10,988 \cdot 4}{100} = 0,4395 \text{ мин,}$$

где  $a_{отл}$  – время на отдых и личные надобности.

Определение штучного времени:

$$T_{шт} = T_0 + T_v + T_{обс} + T_{отл} = 10,25 + 0,738 + 0,4395 + 0,4395 = 11,867 \text{ мин}$$

Штучно-калькуляционное время:

$$T_{шт.к.} = T_{шт} + \frac{T_{пз}}{n} = 11,867 + \frac{3}{213} = 11,881 \text{ мин}$$

Расчет технических норм времени представлен в таблице 14.

					ДП 44.03.04.172 ПЗ	Лист
						57
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

Таблица 14. Расчет технических норм времени

Наименование операции	$t_o$	$t_B$			$t_{об}$	$t_{от}$	$t_{шт}$	$t_{п-з}$	n, шт	$t_{ш-к}$
		$t_{ус}$	$t_{уп}$	$t_{из}$						
010	10,2	0,4	0,1	1,7	0,439	0,439	11,86	3	21	11,88
Комплексная ОЦ с ЧПУ	5	1	5	5	5	5	7		3	1

В результате проведенных расчетов было получено штучно-калькуляционное время, которое будет необходимо для экономических расчетов выпускной квалификационной работы.

### 3. РАЗРАБОТКА УПРАВЛЯЮЩЕЙ ПРОГРАММЫ

Так как постоянно появляются и используются новые гибкие производственные комплексы механической обработки резанием особое значение приобретают станки с числовым программным управлением (ЧПУ).

Благодаря использованию станков с ЧПУ трудоемкость изготовления деталей оказалось возможным сократить в несколько раз (до 5 - в зависимости от вида обработки и конструктивных особенностей обрабатываемых заготовок).

Разработка управляющей программы (УП) сводится к определению технологической последовательности стандартных блоков обработки. Программист создает управляющую программу, в которой содержится закодированная информация о траектории и скорости перемещения исполнительных органов станка, частоте вращения шпинделя и другие данные, необходимые для выполнения обработки. Подсистема управления считывает информацию из этой программы, расшифровывает ее и вырабатывает профиль перемещения.

Обработка ведется на Токарно-фрезерном обрабатывающим центре с ЧПУ модели СТХ beta 800 ТС, который предназначен в первую очередь для современных технологий высокоскоростной обработки. Обрабатывающий

центр оснащен системой ЧПУ Siemens 840D solutionline с новым пользовательским интерфейсом SINUMERIK Operate и ShopTurn 3G.

Особой отличительной чертой новой конструкции станка является панель управления DMG ERGOline® с экраном 19". Увеличенный экран повышает удобство восприятия информации, позволяет программировать дополнительные клавиши DMG SOFTkeys® и структуру информации экрана, что в общей сложности обеспечивает более эффективную работу. Как экран, так и панель управления могут регулироваться для оптимальной эргономики в соответствии с индивидуальными пожеланиями оператора. Это относится и к регулируемому сиденью и опции Mousepad. Обычный выключатель с ключом заменен на интеллектуальный электронный ключ, DMG SOFTkey® с чипом, который определяет права доступа, для операторов и сервис-инженеров [20, стр. 16].

Siemens 840D с ShopTurn – использование этого варианта управления сокращает время программирования и сочетает высокотехнологичную производительность с максимальным удобством обслуживания, чтобы обеспечить оператору возможность программировать еще проще и быстрее.

Siemens 840D solutionline с ShopTurn:

- прямое программирование;
- 3D-графика, включая симуляцию в реальном времени;
- новая, наглядная структура экрана;
- диагностика с индикацией для всех приводов.

Преимущества:

- простое графическое программирование;
- графические пиктограммы для быстрой настройки;
- интерфейс Ethernet для быстрого обмена данными;

					ДП 44.03.04.172 ПЗ	Лист
						59
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

- надежная настройка, в том числе с графической поддержкой;
- простое устранение ошибок за счет диагностических рекомендаций;
- профилактический уход и обслуживание.

В выпускной квалификационной работе управляющую программу разработаем на 015 операцию «Комплексная на ОЦ с ЧПУ».

					ДП 44.03.04.172 ПЗ	Лист
						60
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

Таблица 15 – управляющая программа для операции 010

Кодирование информации, содержание кадра	Содержание кадра УП
1	2
T1 D1	Выбор резца
M6	Смена инструмента
G90 G54 G18	Абсолютные размеры, сдвиг нулевой точки, выбор рабочей плоскости X-Z
G96 S200 Lims=386 M4	Постоянная скорость резания, вращение шпинделя против часовой стрелки.
M8	Включение подачи СОЖ
CYCLE95("contur1",2.5,0,0,1,0.3,0.3,0.3,9,0,5,2)	Цикл снятия припуска
M9	отключение СОЖ
wwp	Подпрограмма уход в референтную точку
T2 D1	Выбор расточного резца
M6	Смена инструмента
G90 G54 G18	Абсолютные размеры, сдвиг нулевой точки, выбор рабочей плоскости X-Z
G96 S200 Lims=308 M4	Постоянная скорость резания, вращение шпинделя против часовой стрелки.
M8	Включение подачи СОЖ

Продолжение таблицы 15

1	2
CYCLE95("contur2",1,0,0,1,0.2,0.2,0.3,5,0,0,0)	Цикл снятия припуска
G121 H0 Q0 Z. D1	Передача детали противошпинделю без зеркального отражения
T1 D1	Выбор резца
M6	Смена инструмента
G90 G54 G18	Абсолютные размеры, сдвиг нулевой точки, выбор рабочей плоскости X-Z
G96 S200 Lims=386 M4	Постоянная скорость резания, вращение шпинделя против часовой стрелки.
M8	Включение подачи СОЖ
CYCLE95("contur3",2.5,0,0,1,0.3,0.3,0.3,9,0,5,2)	Цикл снятия припуска
M9	отключение СОЖ
wwp	Подпрограмма уход в референтную точку
T2 D1	Выбор расточного резца
M6	Смена инструмента
G90 G54 G18	Абсолютные размеры, сдвиг нулевой точки, выбор рабочей плоскости X-Z
G96 S200 Lims=308 M4	Постоянная скорость резания, вращение шпинделя против часовой стрелки.
M8	Включение подачи СОЖ

Окончание таблицы 15

1	2
CYCLE95("contur4",1,0,0,1,0.2,0.2,0.3,5,0,0,0)	Цикл снятия припуска
m9	Отключение СОЖ
wwp	Подпрограмма уход в референтную точку

#### 4. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

В выпускной квалификационной работе производится разработка технологического процесса детали «Колесо» на участке механической обработки в условиях среднесерийного производства с количеством выпускаемых готовых деталей 18000 штук в год. Разработанный технологический процесс обеспечивает технико-экономические показатели выпуска продукции высокого качества, максимальное использование обрабатывающего центра (ОЦ) с ЧПУ. При разработке проекта были учтены: среднесерийный тип производства, свойства и особенности обрабатываемого материала, применен прогрессивный инструмент, разработана управляющая программа. В экономической части проекта будет произведен расчет капитальных затрат и определение себестоимости изготовления детали. По проектируемому варианту применяем токарно-фрезерный обрабатывающий центр DMG MORI CTX beta 800 TC и режущий инструмент фирмы «Garant» и «Sandvik».

Исходные данные, необходимые для выполнения экономического обоснования:

1. Годовая программа выпуска продукции N=18000 шт.
2. Нормы времени по операциям занесены в таблицу 14 (берутся из технологической части ВКР).

Таблица 16 – Нормы времени по операциям в технологии

010	Обрабатывающий центр	DMG MORI CTX beta 800 TC	11,881
-----	----------------------	--------------------------	--------

#### 3. Режим работы предприятия (цеха)

Режим работы станка DMG MORI CTX beta 800 TC – двухсменный (продолжительность смены = 16 ч.)

					ДП 44.03.04.172 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		64



4. Стоимость оборудования:

DMG MORI CTX beta 800 TC (токарно-фрезерные обрабатывающий центр) – 19,8 млн.руб.

5. Нормативы отчислений на ремонт оборудования:

Процент отчислений в ремонтный фонд  $K_p=2\%$  (по данным предприятия)

6. Стоимость электроэнергии и применяемых видов топлива:

Стоимость 1 кВт-ч электроэнергии  $C_9 = 6,38$  руб./ кВт-ч.

Таблица 17 – Годовой фонд времени одного рабочего

Статьи баланса	Продолжительность
1. Календарное время, дни	365
2. Нерабочее время, дни	118
3. Номинальный фонд рабочего времени, дни	247
4. Невыходы на работу, дни	
а) основной и дополнительный отпуска, дни	28
б) болезни, декретные отпуска, дни	3
в) прочие, дни,	6
5. Внутрисменные регламентированные потери рабочего времени, дни	1
6. Число рабочих дней в году, дни	207
7. Средняя продолжительность рабочего дня, час	8
8. Действительный годовой фонд времени одного рабочего, час (-2 ч, предпраздничные дни)	1685

#### 4.1. Определение капитальных вложений

Определение капитальных вложений определяется по формуле

$$K = K_{об} + K_{прс} + K_{прг}$$

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

$K_{прс}$  – капитальные вложения в приспособления, р.;

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

Определение количества технологического оборудования

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

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

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

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

$k_{вн}$  – коэффициент выполнения норм времени (по данным предприятия  $k_{вн}=1,0-1,2$ );

$k_з$  – коэффициент загрузки оборудования (по данным предприятия

$k_з=0,7-0,8$ ).

Действительный годовой фонд времени работы единицы оборудования рассчитывается следующим образом

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

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

$K_p$  – потери номинального времени работы единицы оборудования на ремонтные работы, % [20].

Номинальный фонд времени работы единицы оборудования определяется по производственному календарю на текущий год (366 дней в году за исключением праздничных и выходных дней, с учетом предпраздничных дней) с учетом установленного режима работы (при односменном режиме – 8 ч., при двухсменном – 16 ч.).

					ДП 44.03.04.172 ПЗ	Лист
						66
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

Количества рабочих часов оборудования DMG MORI CTX beta 800 TC:

- при односменной работе составляет:

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

- при двусменной работе:

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

Потери рабочего времени на ремонтные работы равны 9% для обрабатывающего центра с ЧПУ.

Отсюда действительный фонд времени работы оборудования, согласно формуле, составляет для проектируемого варианта:

$$F_{об} = 3946 \cdot \left(1 - \frac{9}{100}\right) = 3591 \text{ ч}$$

Для проектируемого варианта определяю количество технологического оборудования по штучно-калькуляционному времени из таблицы 17.

$$q_{DMG} = \frac{11,881 \cdot 18000}{3591 \cdot 1,1 \cdot 0,75 \cdot 60} = 1,2 \text{ шт.}$$

После расчета всех операций значений определяем принятое число рабочих мест ( $q_n$ ), округляя до ближайшего целого полученное значение ( $q_p$ ).

Данные по расчетам сводим в таблицу 18 для проектируемого варианта.

Таблица 18 – Количество станков по штучно-калькуляционному времени для проектируемого варианта

Модель станка	Штучно-калькуляционное время (t), мин.	Расчетное количество станков, $q_p$	Принимаемое количество станков, $q_n$
DMG MORI CTX beta 800 TC	41,47	1,2	1

## 4.2. Определение капитальных вложений в оборудование

Сводная ведомость оборудования представлена в таблице 19 по проектируемому варианту.

Таблица 19 – Сводная ведомость оборудования

Наименование оборудования	Количество оборудования	Суммарная мощность, кВт		Стоимость одного станка, тыс.р.			Стоимость всего оборудования, тыс.р.
		Одного станка	Всех станков	Цена	Монтаж	Первоначальная стоимость	
DMG MORI CTX beta 800 TC	1	33	33	19152,589	700	19852,859	19852,859

## 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 [29, стр. 24]:

$$C = Z_M + Z_{ЗП} + Z_Э + Z_{об} + Z_{осн} + Z_u,$$

где  $Z_M$  – затраты на материал заготовки, руб.;

$Z_{ЗП}$  – 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.;

$Z_u$  – затраты на металлорежущий инструмент, руб.

Затраты на материалы:

$$C_z = M \cdot C_m - M_o \cdot C_c + C_{з.ч} \cdot T_{ум} \left( 1 + \frac{C_y}{100} \right),$$

где  $M$  – масса исходного материала на одну заготовку, кг;

					ДП 44.03.04.172 ПЗ	Лист
						68
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

$C_m$  - оптовая цена на материал в зависимости от метода получения заготовки.

$M_o$  - масса отходов материала, кг;

$C_o$  - цена 1 кг отходов, р.;

$C_{ч.з}$  - средняя часовая заработная плата основных рабочих по тарифу, р./чел. – ч.;

$T_{шт(шт-к)}$  - штучное или штучно-калькуляционное время черновой обработки заготовки, ч.;

$C_ц$  - цеховые накладные расходы (для механического цеха могут быть приняты в пределах 80-100%).

$$C_{з2} = 11,2 \cdot 130 - 3,4 \cdot 29,8 + 0,503 \cdot 0,4 \cdot \left(1 + \frac{80}{100}\right) = 1355,04 \text{ руб}$$

Основная и дополнительная заработная плата производственных рабочих.

Считается с отчислениями на социальное страхование, при применении сдельной оплаты труда, р. [29, стр. 26]:

$$З_{ПР} = C_m \cdot t_{шт-к} \cdot k_{МН} \cdot k_{ДОП} \cdot k_{ЕСН} k_P,$$

где  $C_m$  – часовая тарифная ставка производственного рабочего на операции, р;

$t_{шт-к}$  – штучно-калькуляционное время на операцию, ч.;

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

( $k_{МН} = 1,0$ );

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

( $k_{ДОП} = 1,2$ );

$k_{ЕСН}$  – коэффициент, учитывающий страховые взносы ( $k_{ЕСН} = 1,3$ );

					ДП 44.03.04.172 ПЗ	Лист
						69
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

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

Численность станочников вычисляем по формуле [29,стр. 26]:

$$Ч_{СТ} = \frac{t \cdot N_{год} \cdot k_{МН}}{F_p \cdot 60},$$

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

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

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

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

Действительный фонд времени работы станочника определяется по производственному календарю на текущий год [18]:

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  $F_p = 1685$  ч.;

Принимаем численность рабочих и рассчитываем заработную плату производственных рабочих по формуле (7). Результаты вычислений сводим в таблицу 20.

					ДП 44.03.04.172 ПЗ	Лист
						70
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

Таблица 20 – Затраты на заработную плату станочников

№ операции	Разряд	Часовая тарифная ставка, руб.	Штучно-калькуляционное время, мин.	Заработная плата, руб.	Рассчитанная численность станочников, чел.
Комплексная на ОЦ с ЧПУ	5	322,12	41,47	354,15	0,49

Оплата труда вспомогательных рабочих, как правило, осуществляется по повременной либо повременно-премиальной системе. Основная и дополнительная заработная плата вспомогательных рабочих (наладчиков, электронщиков) находится по формуле [29, стр. 27]:

$$Z_{ВСП} = \frac{C_T^{ВСП} \cdot F_P \cdot Ч_{ВСП} \cdot k_{ДОП} \cdot k_{ЕСН} \cdot k_P}{N_{ГОД}},$$

где  $C_T^{ВСП}$  – часовая тарифная ставка рабочего соответствующей специальности и разряда, руб.;

$F_P$  – действительный годовой фонд времени одного рабочего, ч.;

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

$Ч_{ВСП}$  – численность вспомогательных рабочих соответствующей специальности и разряда, чел.

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

Рассчитаем показатели численности и заработной платы .

Численность транспортных рабочих составляет:

$$Ч_{ВСПТ} = 0,55 \cdot 0,05 = 0,0275 \text{ чел.}$$

Численность контролеров составляет:

$$Ч_{ВСПК} = 0,55 \cdot 0,07 = 0,0385 \text{ чел.}$$

Оплата труда транспортных рабочих:

$$З_{ВСПТ} = \frac{93,03 \cdot 1685 \cdot 0,0275 \cdot 1,2 \cdot 1,3 \cdot 1,15}{1500} = 5,156 \text{ руб.}$$

Оплата труда контролеров:

$$З_{ВСПТ} = \frac{123,3 \cdot 1685 \cdot 0,0385 \cdot 1,2 \cdot 1,3 \cdot 1,15}{1500} = 9,567 \text{ руб.}$$

Данные о численности вспомогательных рабочих и заработной плате, приходящейся на одну деталь, сведем в таблицу 21.

Таблица 21 – Затраты на заработную плату вспомогательных рабочих.

Специальность рабочего	Часовая тарифная ставка, руб.	Численность, чел.	Затраты на изготовление одной детали, руб.
Транспортный рабочий	93,03	0,0275	5,156
Контролер	123,3	0,0385	9,567
Итого		0,066	14,723

Посчитаем заработную плату на одну деталь:

$$З_n = 354,15 + 14,723 = 368,88 \text{ руб.}$$

Затраты на электроэнергию по формуле [28,стр. 28]:

$$З_{э} = \frac{N_y \cdot k_N \cdot k_{ep} \cdot k_{од} \cdot k_w \cdot t}{\eta \cdot k_{ст}} \cdot Ц_{э},$$

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

$k_N$  – средний коэффициент загрузки электродвигателя по мощности, (для металлообрабатывающих станков  $k_N = 0,2 \div 0,4$ );

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



$k_{од}$  – 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,  $k_w = 1,04 \div 1,08$ ;

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

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

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

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

Производим расчеты для проектируемого варианта по формуле(24).

$$Z_{DMG} = \frac{33 \cdot 0,4 \cdot 0,7 \cdot 0,75 \cdot 1,06 \cdot 41,47}{60 \cdot 0,85 \cdot 1,02} \cdot 6,38 = 37,34 \text{ руб.}$$

Результаты расчетов сводим в таблицу 21.

Таблица 22 – Затраты на электроэнергию по проектируемому варианту

Модель станка	Установленная мощность, кВт	Штучно-калькуляционное время, мин	Затраты на электроэнергию, руб.
DMG MORI CTX beta 800 TC	33	41,47	37,34

Затраты на электроэнергию для проектируемого варианта составляют  $Z_{эл} = 37,34$  руб.

Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования вычисляются по формуле:

$$Z_{об} = C_{ам} + C_{рем},$$

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

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

Амортизационные отчисления на каждый вид оборудования определяют по формуле [29, стр. 29]:

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

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

$Н_{а}$  – Норма амортизационных отчислений;

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

$k_3$  – нормативный коэффициент загрузки оборудования;

$k_{ВН}$  – коэффициент выполнения норм;

$t$  – штучно-калькуляционное время, мин.

Начисление амортизации в отношении объекта амортизируемого имущества осуществляется в соответствии с нормой амортизации, определенной для данного объекта исходя из срока его полезного использования (СПИ). При применении линейного метода сумма амортизации в отношении объекта амортизируемого имущества рассчитывается как произведение от первоначальной стоимости и нормы амортизации, определенной для данного объекта исходя из срока полезного использования (1/СПИ).

$$NA = 1/СПИ = 1/12 = 0,12$$

$$C_{ам} = \frac{19800000 \cdot 0,12 \cdot 41,47}{3946 \cdot 0,85 \cdot 1,02 \cdot 60} = 480,02 \text{ руб.}$$

Затраты на текущий ремонт оборудования определяем по следующей формуле:

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

					ДП 44.03.04.172 ПЗ	Лист
						74
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

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

$H_{рем}$  – норма ремонтных отчислений,  $H_{амБ} = 2\%$  для базового оборудования,  $H_{амН} = 2\%$  - для оборудования с ЧПУ;

$t$  – штучно-калькуляционное время, мин;

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

$F_{обБАЗ} = 3946$  ч.

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

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

Производим вычисление затрат на текущий ремонт по формуле (27):

$$C_{рем} = \frac{19800000 \cdot 0,02 \cdot 41,47}{3946 \cdot 0,85 \cdot 1,02 \cdot 60} = 80,01 \text{ руб.}$$

Рассчитаем затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования

$$З_{обП} = 480,02 + 80,01 = 560,03 \text{ руб.}$$

*Затраты на эксплуатацию инструмента:*

На основании опыта внедрения инструмента на ряде предприятий уральского региона предлагается вычислять затраты на эксплуатацию прогрессивного инструмента по формуле [22]:

$$З_{ЭИ} = (C_{ПЛ} \cdot n + (C_{КОРП} + k_{КОМПЛ} \cdot C_{КОМПЛ}) \cdot Q^{-1}) \cdot T_{МАШ} \cdot (T_{СТ} \cdot b_{ФИ} \cdot N)^{-1},$$

где  $З_{ЭИ}$  – 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.;

					ДП 44.03.04.172 ПЗ	Лист
						75
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

$C_{КОРП}$  – 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.;

$k_{КОМПЛ}$  – 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  $k_{КОМПЛ}=5$  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  $N = 6$ );

$b_{ФИ}$  – 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;

					ДП 44.03.04.172 ПЗ	Лист
						76
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

$T_{МАШ}$  – машинное время, мин.;

$T_{СТ}$  – период стойкости инструмента, мин.

$$Z_{ЭИ} = (41,47 \cdot 1 + (11550 + 3 \cdot 441,12) \cdot 350^{-1}) \cdot 1,94 \cdot (120 \cdot 0,9 \cdot 3)^{-1} = 3,27 \text{ руб.}$$

В таблицу 23 внесем параметры инструмента.

Таблица 23 – Параметры прогрессивного инструмента

Инструмент	Маши нное время, мин	Цена единиц ы инстру мента, руб.	Суммарный период стойкости инструмента , мин	Затраты на переточку инструме нта, руб.	Кэф фици ент убыл и	Итого затраты, руб.
1	2	3	4	5	6	7
Резец PCLNR 2525M 12 «SANDVI», Пластина CNMG 12 04 04 H13A «SANDVIK».	1,94	21550  380	120	–	0,98	3,27
Резец PCLNL 2525M 12 «SANDVIK», Пластина CNMG 12 04 08- MM 1125.	5,1	21550  524	120	–		8,6
Расточная оправка A16T- SCLCR 4HP-R «SANDVIK», Пластина CCMT 09 T3 03-WF 1125.	3,156	16725  476	120	–		6,967
Расточная оправка A16T- SCLCL 4HP-R «SANDVIK», Пластина CCMT 09 T3 08-KR H13A «SANDVIK».	2,21	16725  374	120	–		2,86

Окончание таблицы 23

Инструмент Для Обработки Шлицевых Отверстий UTS-08-32, Вставка IN- 3/8" - C11	2,25	10205	120	-		3,78
Фреза червячная CoroMill ® 176	3,41	12401	100	45	0,024	5,12
Итого:		90705				26,817

Просуммировав данные по затратам на инструмент получим суммарные затраты на инструмент по проектируемому технологическому процессу:  
Итого – 26,817 руб.

Результаты расчетов технологической себестоимости годового объема выпуска детали сведем в таблицу 24.

Таблица 24 – Технологическая себестоимость обработки детали

Статьи затрат	Сумма, руб. Проектируемый вариант
Затраты на материал	5279,2
Зарботная плата с начислениями	368,87
Затраты на технологическую электроэнергию	37,34
Затраты на содержание и эксплуатацию оборудования	560,03
Затраты на инструмент	26,817
Итого	6288,32
Стоимость годовой программы	9432481

#### 4.4. Анализ уровня технологии производства

Доля прогрессивного оборудования определяется по его стоимости в общей стоимости использования оборудования и по количеству.

Удельный вес по количеству прогрессивного оборудования определяется по формуле [29,стр. 34]:

$$Y_{ПР} = \frac{C_{пр}}{C_{\Sigma}} \cdot 100\% ,$$

где  $C_{пр}$  – количество единиц прогрессивного оборудования,

$C_{пр} = 1$ ;  $C_{\Sigma}$  – общее количество использованного оборудования,

$C_{\Sigma} = 2$  шт.

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

Определим производительность труда на программных операциях по формуле [29,стр. 36]:

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

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

$k_{вн}$  – коэффициент выполнения норм;

$t$  – штучно-калькуляционное время, мин.

Производительность труда в техпроцессе по формуле (11):

$$B_{ПП} = \frac{1685 \cdot 1,2 \cdot 60}{41,47} = 2925,5 \text{ шт./чел. год.}$$

К единовременным вложениям отнесем стоимость всего инструмента и стоимость повышения квалификации на троих человек. По окончании экономических расчетов в таблице 36 представим технико-экономические показатели проекта.

Определение капитальных вложений

Размер капитальных вложений определяется по формуле

$$K = K_{об} + K_{прс} + K_{прг}$$

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

$K_{заг}$  – капитальные вложения в приобретение заготовок, р.;

$K_{инс}$  – капитальные вложения в инструмент, р.;

$$K = 19852859 + 7918800 + 102437 = 27874096 \text{ р.}$$

Результаты расчетов технико-экономических показателей проекта сведены в таблицу 25.

					ДП 44.03.04.172 ПЗ	Лист
						80
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		



Таблица 25 – Техничко-экономические показатели обработки детали «Колесо зубчатое»

Наименование показателей	Ед. изм.	Значения показателей		Изменение показателей
		базовый вариант	проектный вариант	
Годовой выпуск деталей	шт.	18000	18000	0
Количество видов оборудования	шт.	4	1	- 3
Количество рабочих	чел.	10	6	- 4
Сумма инвестиций	т. руб.	-	19852,8	+19852,8
Технологическая себестоимость одной детали	руб.	11351,43	6288,32	- 5063,11
Доля прогрессивного оборудования	%	-	100	100
Производительность труда	шт/чел. год	1814	2925	+1111
Рост производительности труда	%	100	161	+61
Средний коэффициент загрузки оборудования		0,48	0,96	
Годовой экономический эффект	тыс. руб.		4287,6	
Срок окупаемости	года		4,6	

Как видно из расчётов себестоимость продукции снижается в половину в результате роста производительности труда, повышения загрузки оборудования, сокращения удельных затрат материалов, электроэнергии.

В результате совершенствования технологии механической обработки детали «Колесо зубчатое», расчета снижения трудоемкости технологического процесса и роста производительности труда, связанных с внедрением в производство более эффективного металлообрабатывающего оборудования был получен годовой экономический эффект в размере 4287,6 т. руб. и срок окупаемости проекта 4,6 лет.

## 5. МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Тема выпускной квалификационной работы «Совершенствование технологического процесса механической обработки детали «Колесо зубчатое». На предприятии внедряется прогрессивное, высокопроизводительное оборудование, такое, как станки с программным управлением, обрабатывающие центры. Внедрение станков с ЧПУ является одним из главных направлений автоматизации производства.

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

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

В связи с внедрением нового оборудования необходимо повышение квалификации рабочих по профессии «Оператор станков с программным управлением» 4 разряда на профессию «Оператор обрабатывающих центров с ЧПУ» 5 разряда.

Прохождение курсов повышения квалификации даёт возможность станочникам сохранить рабочие места, а заводу, не потерять время на поиск новых сотрудников. Обучение проходит путем посещения курсов в отделе технического обучения АО «Уралтрансмаш».

					ДП 44.03.04.172 ПЗ	Лист
						82
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

Цель подготовки – приобретение и развитие у обучающихся знаний, умений, навыков и формирование общих и профессиональных компетенций, необходимых для выполнения трудовых функций (трудовой деятельности) по профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ».

В методической части выпускной квалификационной работы необходимо рассмотреть переподготовку рабочих на новое оборудование, следовательно целью методической части является анализ профессионального стандарта «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ», учебно-программной документации и разработка учебного занятия для переподготовки рабочих по профессии «Оператор - наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ», обслуживающих токарно-фрезерные обрабатывающие центры DMG MORI CTX beta 800 TC.

Чтобы решить поставленную цель необходимо выполнить следующие задачи:

- проанализировать профессиональный стандарт «Оператор-наладчик обрабатывающих центров»;
- разработать учебный план повышения квалификации рабочих по профессии « Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ»;
- разработать план проведения учебных занятий по теме «Программирование станков с ЧПУ и обрабатывающих центров»;
- разработать план учебного занятия и методическое обеспечение учебного занятия по теме «Программирование станков с ЧПУ и обрабатывающих центров».

					ДП 44.03.04.172 ПЗ	Лист
						83
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

## 5.1. Анализ рабочей программы

В настоящее время в России действует профессиональный стандарт по профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации 4 августа 2014г. № 530н. Согласно ему основной вид профессиональной деятельности по данной профессии – «Наладка обрабатывающих центров с программным управлением и обработка деталей».

Основная цель вида профессиональной деятельности – «Наладка и подналадка обрабатывающих центров с программным управлением, обработка деталей».

В таблице 26 приведено описание трудовых функций оператора-наладчика обрабатывающих центров с ЧПУ в соответствии с профессиональным стандартом [19].

Таблица 26 – Описание трудовых функций оператора-наладчика обрабатывающих центров с ЧПУ

Обобщенные трудовые функции			Трудовые функции		
1	2	3	4	5	6
Код	Наименование	Уровень квалификации	Наименование	Код	Уровень (подуровень) квалификации
А	2	Наладка и подналадка обрабатывающих центров с программным управлением для обработки простых и средней сложности деталей; обработка простых и сложных деталей	Наладка на холостом ходу и в рабочем режиме обрабатывающих центров для обработки отверстий в деталях и поверхностей деталей по 8 - 14 квалитетам	А/01.2	2

Продолжение таблицы 26 – Описание трудовых функций оператора-наладчика обрабатывающих центров с ЧПУ

1	2	3	4	5	6
			Настройка технологической последовательности обработки и режимов резания, подбор режущих и измерительных инструментов и приспособлений по технологической карте	A/02.2	2
			Установка деталей в универсальных и специальных приспособлениях и на столе станка с выверкой в двух плоскостях	A/03.2	2
			Отладка, изготовление пробных деталей и передача их в отдел технического контроля (ОТК)	A/04.2	2
			Подналадка основных механизмов обрабатывающих центров в процессе работы	A/05.2	2
			Обработка отверстий и поверхностей в деталях по 8 - 14 квалитетам	A/06.2	2
			Инструктирование рабочих, занятых на обслуживаемом оборудовании	A/07.2	2
В	3	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	Наладка обрабатывающих центров для обработки отверстий в деталях и поверхностей деталей по 7–8 квалитетам	В/01.3	3
			Программирование станков с числовым программным управлением (ЧПУ)	В/02.3	3

Окончание таблицы 26 – Описание трудовых функций оператора-наладчика обрабатывающих центров с ЧПУ

1	2	3	4	5	6
			Установка деталей в приспособлениях и на столе станка с выверкой их в различных плоскостях	В/03.3	3
	4	Наладка и регулировка на холостом ходу и в рабочем режиме обрабатывающих центров с программным управлением для обработки деталей и сборочных единиц с разработкой программ управления; обработка сложных деталей	Обработка отверстий и поверхностей в деталях по 7–8 квалитетам	В/04.3	3
			Обработка отверстий и поверхностей в деталях по 6 квалитету и выше	С/02.4	4

Проектируемая деталь относится к деталям средней степени сложности, поэтому рассмотрим вторую обобщенную трудовую функцию профессионального стандарта – «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».

*Наименование обобщенной трудовой функции:*

Наладка на холостом ходу и в рабочем режиме обрабатывающих центров с программным управлением для обработки деталей, требующих перестановок и комбинированного их крепления; обработка деталей средней сложности;

Код В;

Уровень квалификации 3.

					ДП 44.03.04.172 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		86

*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.

*Анализ трудовых функций.*

Трудовые функции, которые должен выполнять оператор-наладчик в рамках обобщенной трудовой функции:

					ДП 44.03.04.172 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		87

- 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.

					ДП 44.03.04.172 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		88



Таблица 27 – Анализ трудовых функций

Код функции	Наименование	Функции
1	2	3
В/01.3	Трудовые действия	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 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";</li> <li>• Контроль с помощью измерительных инструментов точности и работоспособности позиционирования обрабатывающего центра с ЧПУ;</li> <li>• Наладка обрабатывающих центров для обработки отверстий и поверхностей в деталях по 7 - 8 квалитетам (на основе знаний и практического опыта).</li> </ul>
	Необходимые умения	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 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";</li> <li>• Использовать контрольно-измерительные инструменты;</li> <li>• Налаживать обрабатывающие центры для обработки отверстий и поверхностей в деталях по 7 - 8 квалитетам.</li> </ul>
	Необходимые знания	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".
В/02.3	Трудовые действия	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Корректировка чертежа изготавливаемой детали</li> <li>• Выбор технологических операций и переходов обработки</li> <li>• Выбор инструмента</li> <li>• Расчет режимов резания</li> <li>• Составление управляющей программы</li> </ul>

Продолжение таблицы 27 – Анализ трудовых функций

1	2	3
	Необходимые умения	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Программировать станок в режиме MDI (ручной ввод данных);</li> <li>• Изменять параметры стойки ЧПУ станка;</li> <li>• Корректировать управляющую программу в соответствии с результатом обработки деталей.</li> </ul>
	Необходимые знания	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Органы управления и стойки ЧПУ станка;</li> <li>• Режимы работы стойки ЧПУ;</li> <li>• Системы графического программирования;</li> <li>• Коды и макрокоманды стоек ЧПУ в соответствии с международными стандартами</li> </ul>
В/03.3	Трудовые действия	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Трудовые действия по трудовой функции код А/03.2 "Установка деталей в универсальных и специальных приспособлениях и на столе станка с выверкой в двух плоскостях";</li> <li>• Установка деталей в приспособлениях и на столе станка;</li> <li>• Выверка деталей в различных плоскостях.</li> </ul>
	Необходимые умения	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Необходимые умения по трудовой функции код А/03.2 "Установка деталей в универсальных и специальных приспособлениях и на столе станка с выверкой в двух плоскостях";</li> <li>• Использовать контрольно-измерительные инструменты;</li> <li>• Выполнять установку и выверку деталей в нескольких плоскостях.</li> </ul>
	Необходимые знания	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Необходимые знания по трудовой функции код А/03.2 "Установка деталей в универсальных и специальных приспособлениях и на столе станка с выверкой в двух плоскостях";</li> <li>• Порядок и правила установки и выверки деталей в нескольких плоскостях.</li> </ul>

Окончание таблицы 27 – Анализ трудовых функций

1	2	3
В/04.3	Трудовые действия	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Трудовые действия по трудовой функции код В/01.3 "Наладка обрабатывающих центров для обработки отверстий в деталях и поверхностей деталей по 7 - 8 квалитетам";</li> <li>• Обработка отверстий в деталях по 7 - 8 квалитетам;</li> <li>• Обработка поверхностей деталей по 7 - 8 квалитетам.</li> </ul>
	Необходимые умения	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Использовать контрольно-измерительные инструменты для проверки изделий на соответствие требованиям конструкторской документации станка и инструкции по наладке;</li> <li>• Пользоваться конструкторской документацией станка и инструкцией по наладке для выполнения данной трудовой функции;</li> <li>• Выполнять обработку отверстий в деталях и поверхностей деталей по 7 - 8 квалитетам.</li> </ul>
	Необходимые знания	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Необходимые знания по трудовой функции код В/01.3 "Наладка обрабатывающих центров для обработки отверстий в деталях и поверхностей деталей по 7 - 8 квалитетам".</li> </ul>

Сделаем вывод, что повышение квалификации рабочего будет проходить в рамках дополнительной образовательной программы – «Система программирования для станков с ЧПУ SINUMERIK 840D sl »

## 5.2. Разработка занятия

На основе анализа трудовой функции разрабатывается учебный план программы повышения квалификации оператора-наладчика обрабатывающих центров с ЧПУ, который представлен в таблице 6.

Содержание учебной программы повышения квалификации оператора-наладчика обрабатывающих центров с ЧПУ:

Профессия – Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ;

Цель программы – повышение квалификации;

Срок обучения – 3 месяца;

Форма обучения – с частичным отрывом от работы.

Учебный план включает в себя теоретическое и практическое обучение и рассчитан на 108 часа.

Таблица 28 – Учебный план повышения квалификации

№ п/п	Разделы	Количество часов
I	Теоретическое обучение:	
	1. Системы автоматизированного проектирования технологических процессов	4
	2. Классификация станков с ЧПУ и их устройство	8
	3. Охрана труда.	4
	4. Материалы, инструмент и режимы резания для станков с ЧПУ	4
	5. Технологическая подготовка и процесс обработки деталей на станках с ЧПУ	16
	6. Программирование на стойке Siemens 840D SL	32
II	Практическое обучение	36
	Квалификационный экзамен	4
Итого:		108

Из учебного плана который приведен в таблице 28, рассмотрим тему «Программирование на стойке Siemens 840D».

Тематический план предмета представлен в таблице 29.

Таблица 29 – Тематический план предмета «Программирование на стойке Siemens 840D sl»

№ п/п	Наименование темы	Количество часов
1	Тема 1. Введение. Общие сведения о системе управления ЧПУ Siemens 840D sl. Терминология и основные понятия ЧПУ. Интерфейс, панель управления станком. Группы основных функциональных клавиш панели управления. Назначение клавиш панели управления. Режимы работы.	4
2	Тема 2. Панель управления Siemens Sinumerik 840D sl. Управление подачей. Управление перемещением. Управление вращением шпинделя. Управление программой. Сброс программы, программные клавиши. Аварийный останов.	2
3	Тема 3. Управление станком. Область управления станком. Режимы переключения, режимы контроля. Режим Jog. Вертикальные, функциональные клавиши. Горизонтальные, функциональные клавиши. Переключение между координатами станка и координатами детали. Перемещение по осям. Ручное управление. Привязка инструмента. Подача. Режим MDA. Автоматический режим.	2
4	Тема 4. Управление параметрами. Параметры инструмента. Расчет параметров инструмента. Базовый дисплей параметров. Выбор инструмента. Поиск инструмента. Установка смещения инструмента. Удаление смещения инструмента. Установка данных. Данные Jog. Данные шпинделя. Смещение нуля.	4
5	Тема 5. Управление программой. Типы файлов. Управляющий файл. Основной дисплей программы. Редактирование программы. 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.	4
6	Тема 6. Разработка управляющей программы. Программирование обработки при помощи циклов: Цикл точения канавки – CYCLE 94 Цикл резьбовой выточки – CYCLE 96 Цикл нарезания резьбы – CYCLE 97 Цикл центрования – CYCLE 82 Цикл сверления – CYCLE 83	16
Итого:		32

Таким образом, был проанализирован профессиональный стандарт по профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ», приведена учебная программа повышения квалификации, разработан тематический план предмета «Программирование на стойке Siemens 840D sl».

Для разработки методики проведения занятия по дисциплине выберем из тематического плана тему № 1 «Общие сведения о системе управления ЧПУ Siemens 840D» и разработаем методическое обеспечение для этого занятия. Данная тема рассчитана на 4 часов теоретического обучения.

### 5.3. Разработка методики проведения занятия

Тема - «Общие сведения о системе управления ЧПУ Siemens 840D sl»

Цели. Обучающая:

- сформировать знания о сведениях о системе управления ЧПУ Siemens 840D sl;
- актуализировать знания о терминологии и основных понятиях ЧПУ, элементах языка программирования, структуре и содержании программы ЧПУ, функциях программирования.

Развивающая:

- Развить внимание при изучении особенностей системы управления ЧПУ Siemens 840D sl.

Воспитательные:

- воспитывать познавательный интерес к изучаемой теме и предмету;
- воспитывать уверенность, умение организовать и планировать свою работу на занятии, умение работать творчески;

					ДП 44.03.04.172 ПЗ	Лист
						94
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

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

Тип занятия и его структура: урок усвоения новых знаний.

Методы обучения:

- рассказ;
- объяснение;
- метод иллюстрации;
- метод демонстрации.

Средства обучения: презентация (приложение Б).

Продолжительность занятия – 90 минут

Модель деятельности преподавателя и учащихся на занятии представим в таблице 30.

Таблица 30 - Модель деятельности преподавателя и учащихся

№	Наименование	Деятельность преподавателя	Время	Деятельность этапа е этапа урока
1	2	3	4	5
1	Организационная часть	Приветствие Проверка присутствующих	5	Приветствуют преподавателя. Участвуют в переключке
2	Сообщение темы и цели урока	Сообщает тему, цели урока: Тема - «Общие сведения о системе управления ЧПУ Siemens 840D sl» Цель урока - сформировать знания о сведениях о системе управления ЧПУ Siemens 840D sl - актуализировать знания о терминологии и основных понятиях ЧПУ, элементах языка программирования, структуре и содержании программы ЧПУ, функциях программирования.	5	Слушают записывают тему урока.

Окончание таблицы 30 – Модель деятельности преподавателя и учащихся

1	2	3	4	5
3	Мотивация	Рассказывает о важности темы: Заводу необходимо увеличить выпуск продукции. С этой целью было приобретено новое оборудование с ЧПУ, в том числе и токарно-фрезерный обрабатывающий центр DMG MORI CTX beta 800 TC. Т.к. данный станок ранее не использовался в данном производстве, есть необходимость обучения персонала работе на нем. Таким образом, рабочие получают новые знания, умения и навыки, увеличивается заработная плата, сохраняются рабочие места. Также за счёт нового оборудования предприятие повысит качество выпускаемой продукции, снизит её себестоимость, а значит, увеличит конкурентоспособность продукции на рынке товаров.	5	Слушают. Понимают важность изучения темы
4	Объяснение нового учебного материала	Преподаватель, рассказывает, объясняет новый материал, по ходу рассказа демонстрирует слайды.	55	Слушают, конспектируют, изучают слайды.
5	Закрепление новых знаний	Вопросы: 1. Назовите основные особенности числового программного управления Siemens. 2. Назовите преимущества системы Siemens 840D. 3. На каких станках возможно применение системы Siemens 840D? 4. Что такое Управляющая программа? 5. Что такое языки программирования? 6. Назовите функции программирования: подготовительные и вспомогательные.	15	Отвечают на вопросы, дополняют друг друга.
6	Домашнее задание	Повторить пройденный материал.	5	Записывают



Конспект изложения нового материала:

Тема занятия - Общие сведения о системе управления ЧПУ Siemens 840D sl (слайд 1)

За последние тридцать лет влияние числового программного управления на конструкцию станков привело к появлению совершенно новых моделей станков и механических автоматов. Сегодня станок с ЧПУ является краеугольным камнем современного гибкого производства.

Станки с ЧПУ представляют собой идеальное решение для автоматизации мелкосерийного или штучного производства. Однако те же станки, объединённые в гибкие линии, всё больше и больше используются для производства больших серий.

Последние тридцать лет существует на рынке станков с ЧПУ продукция фирмы Сименс. И не просто существует, а является одним из законодателей мод. То есть не просто откликается на злободневные требования станкостроителей, но и активно инвестирует в продукты и проекты, которые потребуются заказчикам завтра (слайд 2).

Системы ЧПУ фирмы Siemens – это системы управления, ориентированные на работу в цехе, с помощью которых можно простым, доступным способом программировать стандартные типы обработки в диалоге открытым текстом непосредственно на станке (слайд 2).

SINUMERIK 840D sl – это цифровая система ЧПУ для средних и сложных задач. Максимальные рабочие характеристики и гибкость, особенно для сложных многоосевых систем. Одинаковая открытость, начиная с эксплуатации и заканчивая ядром ЧПУ.

					ДП 44.03.04.172 ПЗ	Лист
						97
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

### *Особенности ЧПУ Siemens 840D (слайд 3)*

Siemens 840D с ShopTurn – использование этого варианта управления сокращает время программирования и сочетает высокотехнологичную производительность с максимальным удобством обслуживания, чтобы обеспечить оператору возможность программировать еще проще и быстрее.  
(слайд 3)

#### *Преимущества Siemens 840D solutionline с ShopTurn:*

- прямое программирование;
- 3D-графика, включая симуляцию в реальном времени;
- новая, наглядная структура экрана;
- диагностика с индикацией для всех приводов.

#### *Преимущества:*

- простое графическое программирование;
- графические пиктограммы для быстрой настройки;
- интерфейс Ethernet для быстрого обмена данными;
- надежная настройка, в том числе с графической поддержкой;
- простое устранение ошибок за счет диагностических рекомендаций;
- профилактический уход и обслуживание.

Пульт управления и изображение на дисплее представлены в наглядной форме, так что можно быстро и легко получать доступ ко всем функциям.

#### *Дисплей и пульт управления (слайд 5,6)*

Цветной плоский TFT-дисплей наглядно отображает всю информацию, которая требуется для программирования, обслуживания и контроля системы управления и станка: кадры программ, указания, сообщения об ошибках и т.п.

					ДП 44.03.04.172 ПЗ	Лист
						98
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

Дополнительная информация предоставляется путем графической поддержки при вводе и тестировании программы и во время обработки.

### Пульт управления

Стандартный станочный пульт от SIEMENS имеет следующие элементы управления (слайд 7):

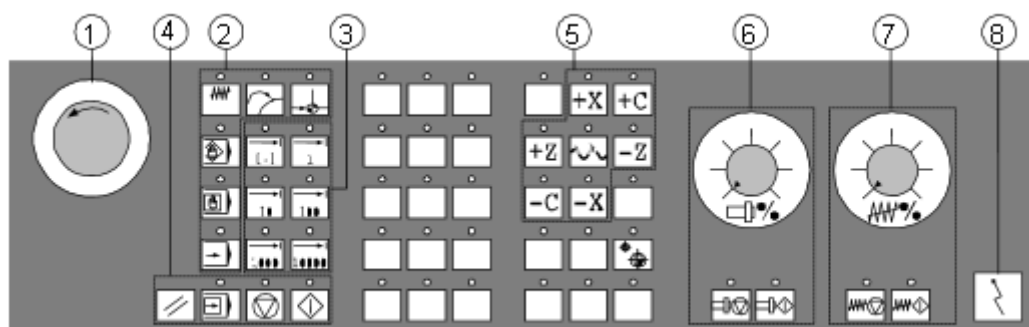


Рисунок 18 – Стандартный станочный пульт от SIEMENS

1. Кнопка аварийного выключения
2. Режимы работы (с функциями станка)
3. Движение с размером шага/ инкремент
4. Управление программой
5. Клавиша направления с наложением ускоренного хода
6. Управление шпинделями
7. Управление подачей
8. Кодовый переключатель

Кнопка аварийного останова «Стоп» Красная кнопка нажимается в аварийных ситуациях : 1. Если существует опасность для людей , 2. Если существует опасность повреждения станка или детали Как правило, при аварийном выключении осуществляется управляемая остановка всех приводов с макс. возможным моментом торможения (слайд 8).

• кнопка «JOG» служит для включения ручного режима работы станка – JOG. В этом режиме выполняются все действия по настройке станка;

- кнопка «MDA» служит для включения режима пробной отработки программ – MDA. В этом режиме можно проверить правильность отработки управляющих программ и написать различные мини-программы для настройки станка или проверки настроенных параметров. Также в этом режиме можно корректировать управляющие программы и создавать минипрограммы для обработки поверхностей деталей. В этом же режиме возможна покадровая отработка программы с целью отслеживания правильности траектории перемещения инструмента;

- кнопка «AUTO» служит для включения автоматического режима отработки программ – auto. В этом режиме производится автоматическая отработка управляющих программ обработки деталей;

- кнопка «TEACH» служит для введения в станок наладочных параметров. В эту же группу входят кнопки, отвечающие за выполнение наладочных функций:

- кнопка «RefPoint» служит для отвода револьверной головки в референтную точку (точку смены инструмента). В этой точке производится поворот револьверной головки в процессе отработки управляющей программы;

- кнопка «Repos» служит для повторного позиционирования револьверной головки;

- кнопки с обозначением типа служат для дискретной подачи револьверной головки на количество микрометров, указанное на кнопке. При включении одной из этих кнопок перемещение револьверной головки на заданную величину производится при однократном нажатии кнопок перемещения по осям Z и X. В случае нажатия кнопок перемещения по осям Z и X при включении кнопки револьверная головка перемещается на 1 мкм, а при включении кнопки – на 10000 мкм, или на 10 мм;

					ДП 44.03.04.172 ПЗ	Лист
						100
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

- кнопка «Var» служит для отключения режима дискретной подачи револьверной головки. Перемещение револьверной головки при нажатии кнопок перемещения по осям Z и X при включении кнопки «Var» осуществляется на произвольное расстояние.

В третью группу входят кнопки, отвечающие за управление функциями обслуживания станка:

- кнопка «Масло» служит для включения насоса кратковременной смазки направляющих станка. При нажатии этой кнопки производится смазка станка в течение 6 с;

- кнопка «Экран» служит для включения энергосберегающего режима монитора стойки ЧПУ. Если кнопка «Экран» выключена, то через 5 минут работы монитор стойки ЧПУ отключается. Это неудобно при наладке станка и отслеживании процесса обработки, поэтому кнопку «Экран» лучше оставлять включенной;

- кнопки «Пиноль» служат для управления пинолью задней бабки. При включении этих кнопок пиноль задней бабки может выдвигаться из корпуса или возвращаться в исходное положение. Использование этих кнопок позволяет легко и безопасно поджать заготовку задним центром;

- кнопки «Деталь» служат для управления устройством для улавливания готовых деталей. При включении этих кнопок устройство может открываться и закрываться. Четвертая группа кнопок предназначена для управления перемещением револьверной головки и вращением основного и инструментального шпинделей:

- кнопки «+X» и «-X» служат для перемещения револьверной головки соответственно в положительном и отрицательном направлениях по оси X. Эти кнопки работают только в ручном режиме работы станка – JOG – при отключенных кнопках «RefPoint» и «All». При включении любой из кнопок дискретной подачи совместно с кнопками «+X» и «-X» револьверная головка перемещается на величину, заданную кнопкой дискретной подачи.

					ДП 44.03.04.172 ПЗ	Лист
						101
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

- кнопки «+Z» и «-Z» служат для перемещения револьверной головки соответственно в положительном и отрицательном направлениях по оси Z. Эти кнопки работают только в ручном режиме работы станка – JOG – при отключенных кнопках «RefPoint» и «All». При включении любой из кнопок дискретной подачи совместно с кнопками «+Z» и «-Z» револьверная головка перемещается на величину, заданную кнопкой дискретной подачи;

- кнопки «+C» и «-C» служат для включения наладочного вращения основного шпинделя соответственно в положительном и отрицательном направлениях по оси C (по часовой стрелке и против часовой стрелки). Эти кнопки работают только в ручном режиме работы станка – JOG – при отключенных кнопках «RefPoint» и «All». При включении любой из кнопок дискретной подачи совместно с кнопками «+C» и «-C» основной шпиндель станка поворачивается на окружной шаг, величина которого задана кнопкой дискретной подачи;

- кнопки «+Ct» и «-Ct» служат для включения наладочного вращения инструментального шпинделя соответственно в положительном и отрицательном направлениях по оси Ct (по часовой стрелке и против часовой стрелки). Эти кнопки работают только в ручном режиме работы станка – JOG – при отключенных кнопках «RefPoint» и «All». При включении любой из кнопок дискретной подачи совместно с кнопками «+Ct» и «-Ct» инструментальный шпиндель станка поворачивается на окружной шаг, величина которого задана кнопкой дискретной подачи;

- кнопка с обозначением «NN» служит для включения ускоренной подачи револьверной головки или поворота основного или инструментального шпинделя. При необходимости обеспечения ускоренной подачи кнопку «NN» нужно нажимать совместно с кнопками включения подач по осям или с кнопками включения наладочного вращения основного и инструментального шпинделей;

					ДП 44.03.04.172 ПЗ	Лист
						102
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

- кнопки «+S» и «-S» служат для поворота револьверной головки соответственно в положительном и отрицательном направлениях (по часовой стрелке и против часовой стрелки);

- кнопка «All» включается совместно с кнопкой «RefPoint» и позволяет при режиме работы станка JOG при включении подачи отвести револьверную головку в референтную точку. Рукоятка управления величиной подач служит для ручного задания величины подач в процентах от запрограммированного значения подачи. Диапазон регулирования – от 0 % (нет подачи) до 120 %. Рукоятка управления частотой вращения шпинделя служит для ручного задания частоты вращения шпинделя в процентах от запрограммированного значения числа оборотов шпинделя. Диапазон регулирования – от 0 % (запрограммированное значение частоты вращения шпинделя) до 120 %.

Интерфейс системы ЧПУ Sinumerik (слайд 9).

Интерфейс системы ЧПУ Sinumerik разделен на несколько зон (на рис. 21 они обозначены цифрами от 1 до 10).

1. Зона, отображающая текущий режим системы ЧПУ Sinumerik (станок, параметры, программа и др.).

2. Зона, отображающая название канала. В обучающем программном обеспечении SinuTrain – выбранная технология.

3. Зона, отображающая режим работы станка (JOG, MDA или Auto). В обучающем программном обеспечении SinuTrain имеется только режим Auto.

4. Зона, отображающая название управляющей программы, загруженной в отработку, и путь до нее.

5. Зона, отображающая состояние канала (перезагружен, прерван, активный).

6. Зона, отображающая состояние программы (прервана, выполняется, приостановлена).

7. В этой зоне (средняя часть экрана) расположены рабочие окна, вид и содержание которых меняются в зависимости от режима работы ЧПУ.

					ДП 44.03.04.172 ПЗ	Лист
						103
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

8. В этой зоне находятся горизонтальные функциональные клавиши, используемые для переключения между режимами обработки и вызова основных функций.

9. Зона, где расположены вертикальные функциональные клавиши, используемые для вызова подменю и функций.

10. Символ в правой нижней части экрана указывает на возможность вызова других функций в горизонтальном ряду функциональных клавиш.

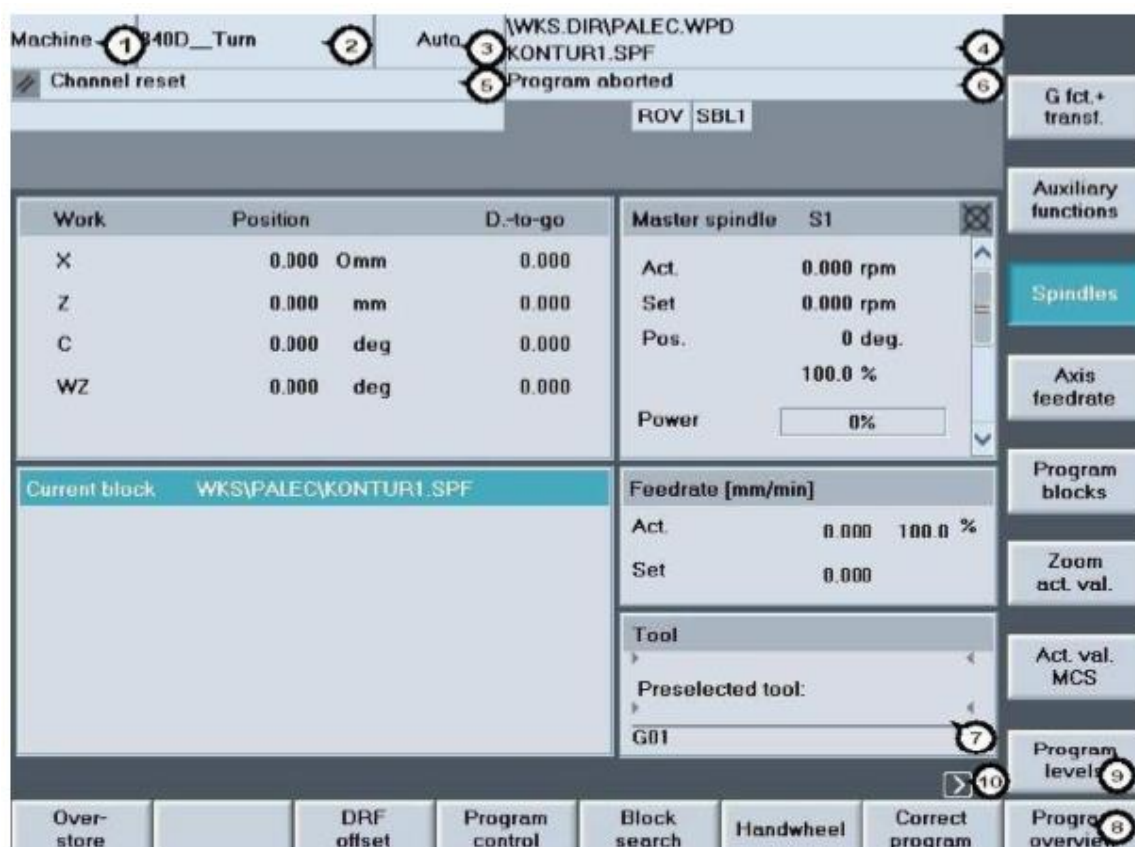


Рисунок 19 – Интерфейс системы ЧПУ Sinumerik

Режимы работы системы ЧПУ Sinumerik (слайд 10).

Работа в системе ЧПУ Sinumerik 810D/840D может быть организована в одном из шести режимов: Machine («станок»), Parameter («параметр»), Program («программа»), Services («сервис»), Diagnosis («диагностика») и Start-Up («пуско-наладка»), что отображено в главном меню в горизонтальном ряду экранных клавиш (рис. 22). Доступ к клавишам осуществляется через кнопку «Menu select». Также



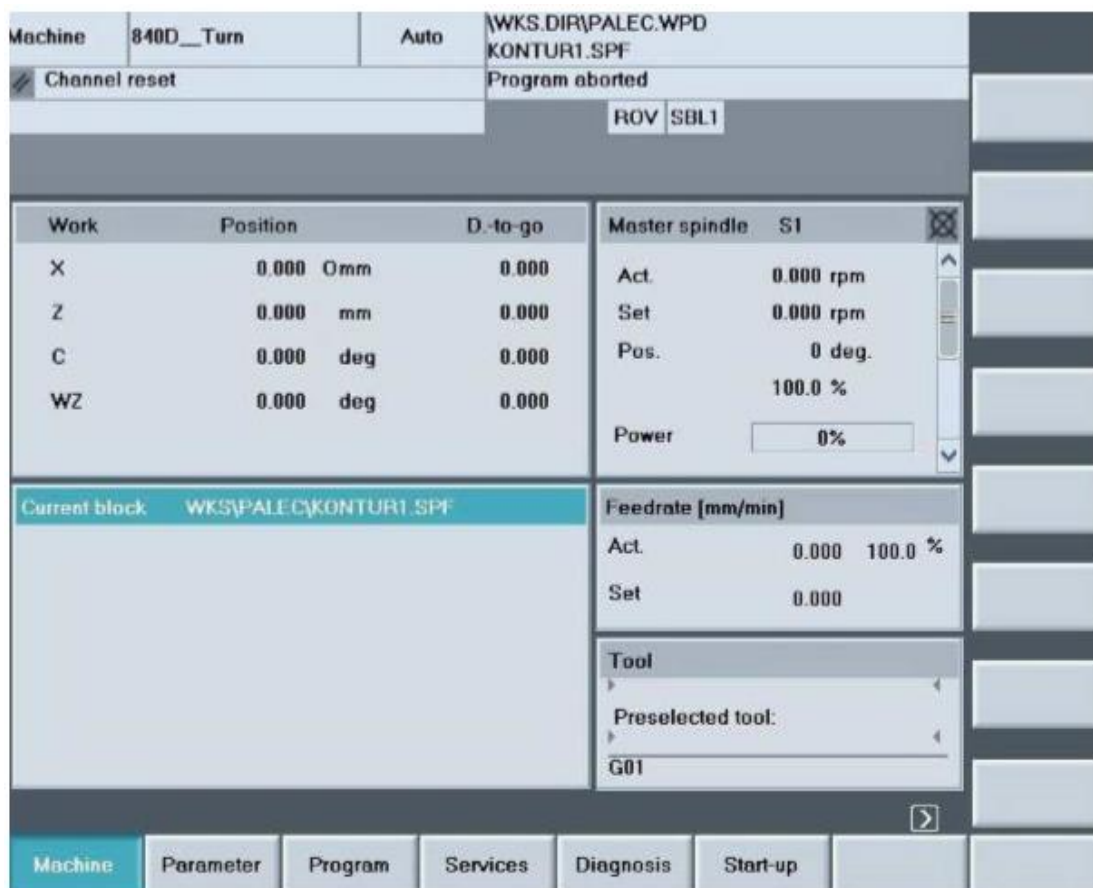


Рисунок 20 – Главное меню системы ЧПУ Sinumerik

В режиме Machine (кнопка «H1» на специальной клавиатуре – борде) осуществляются:

- ручное управление и наладка станка (в режиме станка JOG);
- создание и отработка программы в покадровом режиме (в режиме станка MDA);
- автоматическая отработка УП обработки детали (в режиме станка Auto).

В режиме Parameter (кнопка «H2») вводятся и редактируются данные для программы (например, устанавливается координата ноля детали) и параметры коррекции на инструмент.

В режиме Program (кнопка «H3») можно создавать и редактировать УП обработки деталей, а также администрировать программы обработки разных типов:

- УП обработки детали, представляющую собой последовательность команд для обработки детали;

- подпрограмму – последовательность команд УП, которая может быть вызвана несколько раз с различными параметрами обеспечения. Разновидностью подпрограмм являются циклы. Циклы – это подпрограммы для многократной отработки с использованием этапов обработки детали. Предварительно запрограммированные стандартные циклы не могут быть изменены. Пользовательские циклы могут быть созданы и изменены по желанию пользователя.

Существуют следующие типы файлов:

- название.MPF – главная программа;
- название.SPF – подпрограмма;
- название.TOA – данные инструмента;
- название.UFR – сдвиг нуля/фрейм;
- название.INI – файл инициализации;
- название.COM – комментарий;
- название.DEF – определение для глобальных данных пользователя и макросов.

А также следующие директории:

- название.DIR – общая директория.

Содержит программы, рабочие директории и другие директории с расширением .DIR. Следует отметить, что названия таких директорий (MPF.DIR, DPF.DIR, CLIP.DIR и т. д.) предварительно установлены и не могут быть изменены;

- название.WPD – рабочая директория. Содержит программы и модули данных, принадлежащие детали;

- название.CLP – директория буфера обмена. Может содержать любые типы директорий и файлов.

При создании и редактировании УП возможна графическая имитация программируемых перемещений на экране. Таким образом можно выполнить проверку геометрической и формальной корректности программы. Технологические ошибки остаются нераспознаваемыми (например, неправильное направление вращения, ошибочная скорость подачи и т. д.).

Режим Services (кнопка «Н4») используется для передачи данных на носители информации или с них. На станок программу возможно передать через сеть непосредственно с компьютера, на котором писалась УП, – через дискету или flash-носитель.

Режим Diagnosis (кнопка «Н5») отображает тревоги и сообщения в полной форме. При наличии активной тревоги или сообщения необходимо перейти в операционную зону Diagnosis для получения следующей информации:

- номера тревоги (при наличии нескольких активных тревог они отображаются в порядке возникновения);
- точной даты, времени возникновения тревоги;
- критерия отмены (изображение клавиши, которую необходимо нажать для удаления тревоги);
- полноформатного текста тревоги.

Режим Start-Up (кнопка «Н6») не активен.

Таблица 31 – Вопросы для закрепления нового материала (слайд 11)

Вопрос	Предполагаемый ответ
1	2
1. SINUMERIK 840D sl что это за система	SINUMERIK 840D sl — это цифровая система ЧПУ для средних и сложных задач. Максимальные рабочие характеристики и гибкость, особенно для сложных многоосевых систем. Одинаковая открытость, начиная с эксплуатации и заканчивая ядром ЧПУ.

Продолжение таблицы 31

1	2
2. Какие преимущества Siemens 840D solutionline с ShopTurn	<p>Система с ЧПУ Siemens 840D solutionline с ShopTurn имеет следующие преимущества:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• прямое программирование</li> <li>• 3D-графика, включая симуляцию в реальном времени</li> <li>• диагностика с индикацией для всех приводов</li> <li>• простое графическое программирование</li> <li>• графические пиктограммы для быстрой настройки</li> <li>• интерфейс Ethernet для быстрого обмена данными</li> <li>• надежная настройка, в том числе с графической поддержкой</li> <li>• простое устранение ошибок за счет диагностических рекомендаций.</li> </ul>
3. Сколько существует режимов работы в системе ЧПУ Sinumerik? Назовите их.	<p>Работа в системе ЧПУ Sinumerik 810D/840D может быть организована в одном из шести режимов: Machine («станок»), Parameter («параметр»), Program («программа»), Services («сервис»), Diagnosis («диагностика») и Start-Up («пуско-наладка»)</p>
4. Какие действия осуществляются в режиме Machine?	<p>В режиме Machine (кнопка «H1» на специальной клавиатуре – борде) осуществляются:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ручное управление и наладка станка (в режиме станка JOG);</li> <li>• создание и отработка программы в покадровом режиме (в режиме станка MDA);</li> <li>• автоматическая отработка УП обработки детали (в режиме станка Auto).</li> </ul>
5. Дайте определение понятию цикл.	<p>Циклы – это подпрограммы для многократной отработки с использованием этапов обработки детали.</p>

Окончание таблицы 31 – Вопросы для закрепления нового материала

1	2
6. Какие существуют типы файлов?	<p>Существуют следующие типы файлов:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• название.MPF – главная программа;</li> <li>• название.SPF – подпрограмма;</li> <li>• название.TOA – данные инструмента;</li> <li>• название.UFR – сдвиг нуля/фрейм;</li> <li>• название.INI – файл инициализации; название.COM – комментарий;</li> <li>• название.DEF – определение для глобальных данных пользователя и макросов.</li> </ul> <p>А также следующие директории:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• название.DIR – общая директория.</li> <li>• название.WPD – рабочая директория. название.CLP – директория буфера обмена.</li> </ul>

*Подведение итогов занятия*

Преподаватель подводит итоги занятия, задает домашнее задание.

Слушатели записывают домашнее задание.

Преподаватель благодарит слушателей за внимание.

#### 5.4. Разработка методического обеспечения для проведения занятия

Применение презентационного материала при проведении занятий решает многие проблемы визуализации новой информации, но требует определенного оснащения

Специальный компьютерный проектор, подключается к ПК и предоставляющий возможность чтения лекций в большой аудитории с выводом информации на экран. Это удобный и мобильный вариант, так как проектор и компьютер можно переносить в различные аудитории.

Для нашей методической разработки мы разработали презентацию в программе Microsoft Power Point, входящей в стандартный набор офисных пакетов Microsoft Office. Она обладает тем несомненным преимуществом, что они имеют стандартный интерфейс (система меню, панели инструментов, настройки, сообщения в диалоговых окнах) с другими программами, входящими в данный пакет.

*Достоинствами* программы Microsoft Power Point являются:

- наличие стандартного набора шаблонов заднего плана и готовых форм разметки для расположения текстовых, графических и других элементов в кадре, а также возможно и авторское оформление слайдов;
- исключительная простота и самые широкие возможности редактирования, что позволяет легко изменять дизайн, структуру и содержание презентации вплоть до полной замены всего содержания - это позволяет использовать готовые презентации одного курса как основу для быстрого создания презентаций по любому предмету;
- большие возможности в области интернет-технологий, позволяющие, сохранив презентацию учебного курса как веб-страницу или веб-архив, опубликовать ее в интернете, сделав доступной для других заинтересованных пользователей, как для индивидуальной, так и для

					ДП 44.03.04.172 ПЗ	Лист
						110
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

совместной работы (либо в режиме веб-обсуждения, либо в режиме реального времени в собраниях по сети). Здесь уже необходимо отметить и уникальную возможность проводить учебные занятия (осуществлять вещание презентации) через интернет. Это позволяет проводить учебные занятия, даже когда учащиеся находятся в разных местах; также можно записать и сохранить сеанс вещания для последующего просмотра (повторения, анализа и т.д.);

- о стимулирование активной деятельности студентов на уроке (чему способствует более привлекательная форма посещения урока как презентации);

- возможны два варианта демонстрации слайдов: автоматическое, сменой кадров управляет сама программа и ручное продвижение, когда смена кадров осуществляется с помощью клавиатуры (мыши), что удобно при чтении лекции, так как смена слайдов зависит от быстроты речи педагога, а не наоборот, и существует возможность быстрого возврата назад при необходимости;

- несомненным достоинством является возможность использования всех доступных в настоящее время способов предъявления информации в текстовом, графическом, анимированном виде, включение в документ видео и аудиофрагментов;

- возможность подключения компонентов реализованных с помощью других технологий позволяющих не ограничиваться только стандартным предъявлением информации в виде сообщения, но также и активизировать внимание.

Использование компьютерных технологий для подготовки и демонстрации качественных слайдов имеет ряд своих особенностей и подводных камней. Независимо от способов показа слайдов, можно предложить два варианта построения электронного лектория:

					ДП 44.03.04.172 ПЗ	Лист
						111
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

- отдельные, заранее жестко не связанные кадры, демонстрация которых осуществляется выборочно, по мере необходимости. Слайды представляют собой графические изображения (картинки). Рекомендуется по возможности использовать не более 12 – 16 файлов. Достоинства этого варианта - быстрый выбор произвольного слайда, простая компоновка (подбор) серии слайдов. Недостатками являются ограничение на количество слайдов для одной лекции, вынужденные паузы, связанные с поиском и открытием следующего кадра;

- заранее спроектированная последовательность слайдов (кадров) целостного занятия. Его достоинства - быстрая подготовка отдельных кадров и всего электронного лектория, удобная сортировка, а также временное отключение некоторых слайдов, наличие встроенных эффектов, возможность использования аудиооформления (звуковой фон, речевое озвучивание) и др.

Недостаток в меньшей гибкости во время чтения лекции по сравнению с первым вариантом.

Учитывая наличие учебного класса, оснащенного компьютерным проектором, самым оптимальным является разработка комплекта презентационного материала в программе Microsoft Power Point из пакета Microsoft Office и демонстрация его с помощью проектора в ходе чтения лекции. Применение презентационного материала позволяет активизировать учебно-познавательную деятельность, но требует тщательной подготовки материала для слайдов и также тщательной подготовки преподавателя.

					ДП 44.03.04.172 ПЗ	Лист
						112
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		



## ВЫВОД:

В методической части выпускной квалификационной работы был выполнен анализ профессионального стандарта по профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ», разработано учебное занятие теоретического обучения с применением электронной презентации. Занятие разрабатывалось для слушателей, обучающихся в отделе технического обучения АО «Уралтрансмаш».

					ДП 44.03.04.172 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		113

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом во время выполнения выпускной квалификационной работы был усовершенствован технологический процесс обработки детали «Колесо зубчатое», так же произведен анализ конструкции детали и ее химический состав и произведено экономическое обоснование технологического процесса. В экономической части проекта приведены расчеты и обоснованы все приведенные затраты на оборудование, заработную плату и энергоресурсы.

В проектируемом технологическом процессе предложена обработка детали «Колесо зубчатое» на современном оборудовании с ЧПУ, с применением прогрессивного режущего инструмента. Применяется токарно-фрезерный обрабатывающий центр DMG MORI CTX beta 800 TC

Оборудование позволяет вести серийный выпуск деталей. Для обеспечения полной загрузки оборудования на данных станках будет производиться выпуск подобных деталей.

Так же был произведен расчет припусков для заготовки, выполнен чертеж заготовки, чертеж детали и выполнены плакаты станочных операций.

Был проанализирован профессиональный стандарт по профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ», приведена учебная программа повышения квалификации, разработан тематический план предмета «Программирование на стойке Siemens 840D sl» в рамках программы переподготовки станочников, работающих на предприятии.

Таким образом, поставленные задачи решены в полном объеме, цели достигнуты.

					ДП 44.03.04.172 ПЗ	Лист
						114
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Ансеров М.А. Приспособления для металлорежущих станков. М.: Машиностроение, 1966. 650 с.
2. Анурьев В.И. Справочник конструктора–машиностроителя: В 3 т. Т.1. 6-е изд., перераб. и доп. М.: Машиностроение, 1982. 736с.
3. Бурлаков С.Л. Литьё в кокиль [Текст] / С.Л. Бурлаков, А.И. Вейник, Дубинин Н.П. - М.: Машиностроение. 1980. - 415 с.
4. Горбачевич, А.Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения[Текст]: учеб. пособие для вузов – 5-е изд., перераб. и доп. – М, ООО ИД «Альянс» 2007. – 256 с.
5. Дипломное проектирование: учебное пособие / Н.В. Бородина, Г.Ф. Бушков. Екатеринбург: Изд-во Рос. гос. проф.- пед. ун-т, 2011. 90 с.
6. Зими́на Е. Ю. Выпускная квалификационная работа: подходы, содержание, оформление: учеб. пособие / Е. Ю. Зими́на, Г. Р. Мугинова, Л. Н. Осадчая; Рос. гос. проф.-пед. ун-т. - Екатеринбург: Издательство РГППУ, 2012. - 73 с.
7. Каталог металлорежущего инструмента «Sandvik». 2016/2017 - 1121с.
8. Каталог металлорежущего инструмента Hoffmann Group 2017/2018-988с.
9. Козлова Т. А. Нормирование механической обработки: Учеб. пособие / Т. А. Козлова, Т. В. Шестакова. Екатеринбург: Изд-во Рос. гос. проф.-пед. унта, 2013. 137 с.
10. Козлова, Т.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения [Текст]: учеб. Пособие / Т.А. Козлова. – Екатеринбург: Издво Урал. гос. проф.-пед. ун-та, 2001. – 180 с.
11. Методические указания к выполнению практической работы. «Оформление технологической документации» по дисциплине «Технология

					ДП 44.03.04.172 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		115

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

12. Мирошин Д.Г. Технология программирования и эксплуатация станков с ЧПУ [Текст]: Учеб. пособие. / Д.Г. Мирошин, Т.В. Шестакова, О.В. Костина, Екатеринбург: Изд-во Рос. гос. проф.- пед. ун-та, 2009. 96 с.

13. Мосталыгин, Г.П. Технология машиностроения [Текст]: / Г.П. Мосталыгин Г.П., Н.Н. Толмачевский. – М.: Машиностроение, 1990. – 287.

14. Общемашиностроительные нормативы времени вспомогательного, на обслуживание рабочего места и подготовительно - заключительного для технического нормирования станочных работ: Сер. Пр-во М.: Машиностроение, 1974. - 416 с.

15. Отдел технического обучения [Электронный ресурс] <http://www.uraltransmash.com/index.php> Дата обращения 01.06.2018.

16. Отливки из металлов и сплавов ГОСТ 26645-85.

17. Отливки алюминиевые. Технические условия. ГОСТ1583-93.

18. Производственный календарь на 2018 год [Электронный ресурс] <http://www.consultant.ru/law/ref/calendar/proizvodstvennyye/2018/>. Дата обращения 02.06.2018.

19. Профессиональный стандарт профессиональный стандарт "Оператор-наладчик обрабатывающих центров с числовым программным управлением" [Электронный ресурс] – <http://prom-nadzor.ru/prof->

					ДП 44.03.04.172 ПЗ	Лист
						116
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

standart/prikaz-ministerstva-truda-i-socialnoy-zashchity-rf-ot-4-avgusta-2014-g-n-530n. Дата обращения 20.05.2018.

20. Руководство оператора Siemens840D sl 2005 – 371 с.

21. Справочник технолога- машиностроителя [Текст] / под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. В 2т. - 4-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1986.- 1т- 656с.

22. Справочник станка DMG [Электронный ресурс] – <http://www.itmstanki.com/index.dmg+mori> Дата обращения 16.05.2018.

23. Справочник технолога- машиностроителя [Текст] / под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. В 2т. - 4-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1986.- 2т- 496с.

24. Сплав АК7ч [Электронный ресурс] – [http://metallicheskiy-portal.ru/marki\\_metallov/sto/351](http://metallicheskiy-portal.ru/marki_metallov/sto/351). Дата обращения 20.05.2018.

25. Суриков В.П. К вопросу о расчете затрат на эксплуатацию прогрессивного режущего инструмента/В.П. Суриков [Текст]//Проблемы экономики, организации и управления в России и мире: Материалы III международной научно-практической конференции (22 октября 2013 года).- Отв. ред. Уварина Н.В.-Прага: Изд-во WORLD PRESS s r.o., 2013.-389 с.

26. Сысоев С.К., Сысоев А.С., Левко В.А. Технология машиностроения. Проектирование тех. процессов. 2-е изд. 2016-352 с.

27. Техническое описание станка DMG MORI CTX beta 800 TC [Электронный ресурс] – <https://ru.dmgmori.com/products/machines>. Дата обращения 16.05.2018.

28. Технология машиностроения: 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 - е изд., доп. – М.: Высш. шк., 2005. 295 с.

29. Чучкалова Е.И. Техничко-экономические расчеты в выпускных квалификационных работах (дипломных проектах) [Текст] : учеб. пособие

					ДП 44.03.04.172 ПЗ	Лист
						117
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

/Е.И. Чучкалова, Т.А. Козлова, В.П. Суриков. Екатеринбург: Изд-во ГОУ ВПО "Рос. гос. проф.-пед. ун-т", 2006. - 66 с.

30. 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 РГППУ, 2011. - 88 с.

					ДП 44.03.04.172 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		118

## ПРИЛОЖЕНИЕ А – Перечень листов графических материалов

Наименование документа	Обозначение документа	Формат	Количество листов
1. Колесо зубчатое	ДП 44.03.04.172.01	A1	1
2. Колесо зубчатое (Поковка)	ДП 44.03.04.172.02	A1	1
3. Иллюстрации технологического процесса	ДП 44.03.04.172. Д01	A1	1
4. Иллюстрации технологического процесса	ДП 44.03.04.172. Д02	A1	1
5. Фрагмент управляющей программы	ДП 44.03.04.172. Д03	A1	1
6. Техничко-экономические показатели проекта	ДП 44.03.04.172. Д04	A1	1

					<b>ДП 44.03.04.172 ПЗ</b>	Лист
						119
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

ПРИЛОЖЕНИЕ Б – Комплект технологической документации

Титульный лист технологического процесса;

Маршрутная карта;

Карта эскизов;

Операционная карта;

Контрольная карта.

					ДП 44.03.04.172 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		120