

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

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА  
МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ «СТУПИЦА»

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

Идентификационный код ВКР: 101

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 технологии машиностроения, сертификации и методики  
профессионального обучения

К ЗАЩИТЕ ДОПУСКАЮ:  
Заведующий кафедрой ТМС  
\_\_\_\_\_ Н.В. Бородина  
«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2019г.

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА  
МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ  
«СТУПИЦА»**

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

Идентификационный код ВКР: 101

Исполнитель  
студент гр. ЗТО-406С

К.В.Барышников

Руководитель  
доцент, к.п.н.

Н.Н.Мичурова

Екатеринбург 2019

## АННОТАЦИЯ

Дипломный проект содержит 118 листов печатного текста, 13 иллюстраций, 17 слайдов, 33 таблицы, 31 использованных источника, 2 приложения.

Ключевые слова: ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС, ОБРАБАТЫВАЮЩИЙ ЦЕНТР С ЧПУ, ОБРАБОТКА ПОВЕРХНОСТЕЙ, ЭЛЕМЕНТЫ РЕЖИМА РЕЗАНИЯ, РАСЧЁТ НОРМ ВРЕМЕНИ, РАЗРАБОТКА УПРАВЛЯЮЩЕЙ ПРОГРАММЫ, ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ, МЕТОДИЧЕСКАЯ РАЗРАБОТКА.

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

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

Разработана управляющая программа на одну операцию обработки детали.

Приведено экономическое обоснование использование токарного центра с ЧПУ.

В методической части проведен анализ профессионального стандарта по профессии оператора ОЦ с ЧПУ, разработана учебно-программная и учебно-методическая документация для подготовки операторов станков с ПУ.

					ДП 44.03.04.101.ПЗ			
<i>Из</i>	<i>Лист</i>	<i>№</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>	Совершенствование технологического процесса механической обработки детали «Ступица» Пояснительная записка	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Лист</i>
Разраб.	Барышников						2	
Пров.	Мичурова							
Н.	Суриков							
Зав. каф.	Бородина							
						ФГАОУ ВО РГППУ, ИИПО Группа ЗТО-406с		

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>ВВЕДЕНИЕ</b> .....	5
<b>1. АНАЛИЗ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ</b> .....	7
1.1. Служебное назначение и техническая характеристика детали.....	7
1.2. Анализ технологичности конструкции детали .....	9
1.3. Анализ базового технологического процесса обработки детали.....	12
<b>2. ВЫБОР ЗАГОТОВКИ И ОБОРУДОВАНИЯ</b> .....	15
2.1. Определение типа производства.....	15
2.2. Выбор заготовки и методов ее получения.....	18
2.3. Расчет припусков.....	20
2.4. Выбор оборудования.....	28
<b>3. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ «СТУПИЦА»</b> .....	32
3.1. Выбор технологических баз.....	32
3.2. Выбор методов обработки поверхностей .....	36
3.3. Разработка технологического маршрута обработки детали.....	37
3.4. Выбор режущего инструмента.....	38
3.5. Выбор режимов резания .....	42
3.6. Расчет технических норм времени.....	43
3.7. Разработка управляющей программы для технологической операции обработки детали «Ступица».....	53
<b>4. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ</b> .....	58
4.1. Расчет капитальных затрат.....	58
4.2. Расчет технологической себестоимости детали .....	65
4.3. Анализ уровня технологии производства.....	83
<b>5. МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ</b> .....	85
5.1. Анализ потребности в переподготовке кадров для ПАО «МЗиК» .....	85
5.2. Анализ профессионального стандарта по профессии оператора ОЦ С ЧПУ .....	86

5.3. Разработка учебно-тематического плана переподготовки кадров.....	92
5.4. Разработка учебно-методической документации .....	98
5.5. Разработка и описание учебного занятия и средств обучения.....	100
<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ</b> .....	109
<b>СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ</b> .....	110
ПРИЛОЖЕНИЕ А. Перечень листов графических документов .....	114
ПРИЛОЖЕНИЕ Б. Комплект технологической документации .....	115

					ДП 44.03.04.101.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		4

## ВВЕДЕНИЕ

Машиностроение – это ключевая отрасль народного хозяйства, обеспечивающая техническое перевооружение всех его отраслей, что заключается в постоянном совершенствовании и модернизации станков, машин и других механизмов.

Одним из основных направлений в машиностроении является выбор оптимальных форм заготовки, обеспечивающих наименьшие технологические отходы и, следовательно, являющиеся наиболее экономичными. В настоящее время уже производят заготовки с такой степенью точности, что понятие «заготовка» детали и деталь совпадают. В качестве предпосылки перехода к непрерывно-поточному и поточному производственному процессу является мероприятие по сосредоточению технологических операций, что сокращает производственный цикл, повышает производительность труда и сокращает размеры производственных площадей. Одним из важных факторов оптимизации производства является применение станков с ЧПУ.

Применение станков с ЧПУ позволяет повысить точность механической обработки, увеличить производительность труда на каждом виде деятельности, уменьшить издержки по производству продукции, создать безопасные условия труда, организовать систему многостаночного обслуживания, использовать обоснованные с точки зрения технологий нормы времени и снизить участие человека в процессе работы.

Целью данного дипломного проекта является совершенствование технологического процесса механической обработки детали «Ступица» с применением современного режущего инструмента и оборудования с ЧПУ.

На основании вышеизложенной цели определены следующие задачи:

- анализ исходных данных;
- осуществить выбор заготовки и методов ее получения;

					ДП 44.03.04.101.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		5

- разработать технологический процесс обработки детали «Ступица» на современном ОЦ с ЧПУ DMG MORI BETA 800;

- составить управляющую программу для одной операции обработки детали «Ступица» на ОЦ с ЧПУ DMG MORI BETA 800;

- выполнить экономическое обоснование разработанного варианта технологического процесса;

- провести анализ профессионального стандарта по профессии оператора ОЦ с ЧПУ

- разработать методическую документацию переподготовки кадров для работы на ОЦ с ЧПУ

В усовершенствованном технологическом процессе предполагается использовать современное высокоточное оборудование и эффективный инструмент, что позволит повысить производительность и качество обработки, снизить себестоимость изготовления детали.

					ДП 44.03.04.101.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

## 1. АНАЛИЗ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ

К основным источникам исходных данных относятся: рабочий чертёж детали «Ступица», заводской технологический процесс механической обработки детали, рабочий чертёж заготовки.

Для разработки технологического процесса необходимы данные имеющиеся в справочниках и нормативах машиностроения, тип производства – крупносерийный

### 1.1. Служебное назначение и техническая характеристика детали

В задании для дипломного проекта представлена деталь, относящаяся к телам вращения - Ступица. По конструкции деталь представляет собой установочную деталь в узле «ведущий мост». Данный узел является одним из сборочных узлов коммунальной машины. Деталь располагается в тормозном барабане и служит для установки картера. По двум внутренним диаметрам 125мм и 100мм устанавливаются роликовые конические однорядные подшипники. С торца детали крепится крышка на 12 резьбовых отверстий. Фаски по внутренним поверхностям упрощают сборочный процесс деталей в единый узел.

Деталь «Ступица» изготавливается из конструкционной, легированной стали марки 40Х ГОСТ 4543-71.

Сталь 40Х имеет широкое применение в современном машиностроении. Ее используют в производстве таких деталей как оси, валы, плунжеры, штоки, коленчатые и кулачковые валы, кольца, шпиндели, оправки, рейки, кулачки, зубчатые венцы, болты, полуоси, пиноли и другие улучшаемые детали повышенной прочности.

					ДП 44.03.04.101.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		7



### Химический состав стали 40Х (ГОСТ 4543-71)

Кремний (Si) 0.17-0.37 %

Медь (Cu), не более 0.30 %

Марганец (Mn) 0.50-0.80 %

Никель (Ni), не более 0.30 %

Фосфор (P), не более 0.035 %

Хром (Cr) 0.80-1.10 %

Сера (S), не более 0.035 %

### Механические свойства стали 40Х (ГОСТ 4543-71)

$\sigma_T = 785$  МПа

$\sigma_B = 980$  МПа

$\delta_5 = 10$  %

$\Psi = 45$  %

$K_{CU} = 36$  Дж/см

### Технологические свойства стали 40Х

Температураковки - начала 1250°, конца 800°. Сечения до 350 мм охлаждаются на воздухе.

Свариваемость - трудносвариваемая. Способы сварки: РДС (ручная дуговая сварка), ЭШС (электрошлаковая сварка). Необходимы подогрев и последующая термообработка. КТС (контактно-точечная сварка) - необходима последующая термообработка.

Обрабатываемость резанием - в горячекатаном состоянии при твердости по Бринелю HB163-168 (ед.), предел прочности при растяжении  $\sigma_B = 610$  МПа, коэффициент обрабатываемости инструментом из твердого сплава  $K_{и\text{ тв.спл.}} = 0,20$ , из быстрорежущей стали  $K_{и\text{ б.ст.}} = 0,95$ .

Склонность к отпускной способности – склонна

					ДП 44.03.04.101.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		8

Флокеночувствительность - чувствительна

Используемая для изготовления детали «Ступица» конструкционная, легированная сталь 40Х, отличается хорошей обрабатываемостью резанием, имеет повышенную прочность. Данная сталь полностью соответствует требованиям, предъявляемым к детали.

## 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.

Технологический анализ детали проводят качественный и количественный.[14, с.29]

### *Качественный анализ технологичности детали*

Конструкция детали и сталь, применяемая для ее изготовления, позволяет использовать наиболее прогрессивные заготовки, уменьшающие время на механическую обработку.

При проектировании детали применялись простые геометрические формы, позволяющие использовать высокопроизводительные методы обработки. Предусмотрены удобные и надежные технологические базы.

Обеспечена достаточная жесткость детали.

Конструкция детали позволяет легкий подвод инструмента в зону резания во время механической обработки

Не технологичным является наличие большого перепада между размерами  $\varnothing 252$  и  $\varnothing 164$ .

При проведении качественной оценки установлено, больше положительных характеристик чем отрицательных, поэтому можем считать, что конструкция детали технологична.

					ДП 44.03.04.101.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		9

### Количественный анализ технологичности детали

Коэффициенты точности обработки и коэффициенты шероховатости определяются в соответствии с ГОСТ 18831-73. Для этого рассчитаем среднюю точность и среднюю шероховатость обработанных поверхностей.

Данные по деталям сведём в таблицы 1 и 2, в которых:

$T_i$  – квалитеты,  $Ш_i$  – значение параметра шероховатости,  $n_i$  – количество размеров или поверхностей для каждого квалитета или шероховатости.

Определим коэффициент точности [5, с.229], а результаты занесём в таблицу 1.

Таблица 1 – определение коэффициента точности

$T_i$	$n_i$	$T_i \cdot n_i$
6	17	102
7	4	28
9	2	18
12	7	84
14	42	588
$\Sigma n_i = 72$		$\Sigma T_i \cdot n_i = 820$

$$T_{cp} = \frac{\Sigma T_i \cdot n_i}{\Sigma n_i} = \frac{820}{72} = 11,$$

$$K_{Tч} = 1 - \frac{1}{T_{cp}} = 1 - \frac{1}{11} = 0.909.$$

Чем выше показатель  $K_{Tч}$ , тем более технологична деталь. В нашем случае коэффициент точности  $K_{Tч} = 0,909 > K_T^{норм} = 0,85$ , следовательно деталь технологична и получение точности обрабатываемых поверхностей не вызовет затруднений.

Определим коэффициент шероховатости [5, с.229], а результаты занесём в таблицу 2.

Таблица 2 – Определение коэффициента шероховатости

Ш <sub>i</sub>	n <sub>i</sub>	Ш <sub>i</sub> ·n <sub>i</sub>
2.5	9	22.5
3.2	5	16
12.5	36	450

$$\Sigma n_i = 50$$

$$\Sigma Ш_i \cdot n_i = 488.5$$

$$Ш_{cp} = \frac{\Sigma Ш_{cp} \cdot n_i}{\Sigma n_i} = \frac{488.5}{50} = 9.77,$$

$$K_{ш} = \frac{1}{Ш_{cp}} = \frac{1}{9.77} = 0.102.$$

Чем больше  $K_{ш}$ , тем сложнее изготовление детали. В нашем случае коэффициент шероховатости  $K_{ш} = 0,102 < 0,32$ , следовательно деталь по данному показателю технологична. Получение требуемой шероховатости поверхностей не вызовет затруднений.

Определим коэффициент использования материала [14, с.29]

$$КИМ = \frac{M_d}{M_z},$$

где  $M_d$  — масса готовой детали;

$M_z$  — масса заготовки.

$$КИМ = \frac{13,5}{20,25} = 0,66.$$

Коэффициент использования материала можно признать оптимальным, поэтому базовую заготовку (штамповка) оставляем без изменения.

Определим основные технологические задачи.

Основной технологической задачей при обработке детали Ступица является обеспечение:

- точности размеров: поверхностей  $\varnothing 100$  и  $\varnothing 125$  по 7-му качеству; 12-ти резьбовых отверстий М8 и 5-ти резьбовых отверстий по качеству 6Н; 2 резьбовых отверстий М22 по качеству 7Н; поверхностей  $\varnothing 103.5$ ,  $\varnothing 100.5$ ,

Ø125.5, Ø164, Ø153, 2.2мм, 85мм по 12-му качеству; поверхностей Ø252, Ø136 по 9-му качеству; остальных поверхностей по 14-му качеству.

- качества поверхностного слоя: базы А и Б, 2-х резьбовых отверстий М22х1-7Н Ra2.5; 5-ти резьбовых отверстий М20х1,5-6Н Ra3.2; остальных поверхностей Ra12.5; штамповку подвергнуть нормализации.

- обеспечить: позиционный допуск: 12-ти резьбовых отверстий М8-6Н в пределах 0,2мм на диаметр относительно базы Б, 5-ти резьбовых отверстий М20х1,5-6Н в пределах 0,15мм на диаметр относительно базы Б; допуск радиального биения: диаметра 164h12 в пределах 0,05мм относительно базы Б, диаметра 252f9 в пределах 0,05мм относительно базы А и Б, диаметра 136H9 в пределах 0,05мм относительно базы А и Б; допуск торцового биения: левого торца фланца в пределах 0,05мм относительно базы А и Б, торца канавки Е в пределах 0,05мм относительно базы Б, торца канавки Д в пределах 0,05мм относительно базы А; допуск соосности: диаметра 100h7 в пределах 0,035мм относительно базы А, диаметра 125h7 в пределах 0,035мм относительно базы Б.

- обеспечить маркировку детали согласно п.3 ТТ чертежа.

- обеспечить покрытие грунтовкой согласно п.4 ТТ чертежа.

### **1.3. Анализ базового технологического процесса обработки детали**

Тип производства серийный.

*Анализ метода получения заготовки для данного типа производства*

В заводском технологическом процессе в качестве заготовки применяется штамповка. У штампованных заготовок механические свойства металла выше, чем у литых материалов. Деталь «Ступица» является ответственной деталью и в тоже время не является сложной в плане конфигурации, поэтому штамповка более предпочтительный вариант заготовки, чем отливка. Сортовой прокат применяют в случаях, когда профиль готовой детали приближен к профилю проката. В нашем случае это не так.

					ДП 44.03.04.101.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		12

Из вышесказанного следует, что оптимальный вариант заготовки для нашей детали - штамповка. В заводском технологическом процессе заготовка выбрана верно.

*Анализ выбора технологических баз*

По технологическим картам выявим технологические черновые и чистовые базы в станочных операциях.

Операция 005 - токарная

переходы — точить наружный диаметр фланца с припуском  
черновые базы — отв.  $\varnothing 136$ ,  $\varnothing 100$

Операция 010 - токарная

переходы — подрезать торец в размер 102мм, точить  $\varnothing 164$  с припуском с подрезкой торца фланца, расточить центральное отверстие с припуском, расточить отверстие  $\varnothing 136$  с припуском

чистовые базы — наружный диаметр фланца, торец детали

Операция 015 — токарная

переходы — подрезать торец в размер 55мм, точить поверхность  $\varnothing 153$  с подрезкой торца фланца с припуском, расточить отверстие  $\varnothing 90$  и отверстие  $\varnothing 100$  с припуском

чистовые базы — поверхность  $\varnothing 164$ , торец детали

Операция 020 — токарная

переходы — подрезка торца в размер 102мм, чистовая расточка отверстия  $\varnothing 136$ , фасок, канавки и внутреннего конуса

чистовые базы — наружный диаметр фланца, торец детали

Операция 025 — токарная

переходы — подрезать торец в размер 55мм, чистовая расточка отверстия  $\varnothing 100$ , 2-х канавок и фасок

чистовые базы — отверстие  $\varnothing 125$ , торцы фланца

					ДП 44.03.04.101.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		13

Операция 030 — токарная

переходы — точить наружный конус, торец фланца, наружный диаметр фланца

чистовые базы — отверстие  $\varnothing 136$ , торец детали

Операция 035 — расточная

переходы — расточить отверстия под резьбу M22,  $\varnothing 29$ ,  $\varnothing 24$ , нарезать резьбу M22

чистовые базы — торец детали, торец фланца

Операция 040- сверлильная

переходы — сверлить 12 отверстий под резьбу M8, 5 отверстий под резьбу M20, нарезать резьбу

чистовые базы — торец фланца, торец детали

Операция 045- резьбонарезная

переходы — нарезать резьбу M8 в 12-ти отверстиях, нарезать резьбу M20 в 5-ти отверстиях

чистовые базы — торец фланца, торец детали

Операция 050 — фрезерная

переходы — фрезеровать 5 пазов

чистовые базы — торцы фланца

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

*Анализ установки последовательности операций процесса для достижения заданной точности детали*

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

					ДП 44.03.04.101.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		14

В процессе анализа заводского технологического процесса установлено, что применяемое оборудование соответствует требованиям выполняемых операций, режимы резания соответствуют оптимальным, выполняемые операции широко оснащены стандартным и специальным режущим и мерительным инструментом, применяются как специальные так и стандартные приспособления.

В заключении отметим, что технологический процесс обеспечивает точность линейных и диаметральных размеров, качество поверхностей и технических требований предъявляемых к детали. Тип производства по базовому технологическому процессу - среднесерийный.

## **2. ВЫБОР ЗАГОТОВКИ И ОБОРУДОВАНИЯ**

Технологический процесс механической обработки детали должен соответствовать типу производства и его характеристикам.

Общие правила разработки технологических процессов определены ГОСТ 14.301-83. В соответствии с указанным стандартом технологические процессы подразделяются на три вида: единичный, типовой и групповой.

### **2.1. Определение типа производства**

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

При аналитическом определении тип производства устанавливается по коэффициенту закрепления операций  $K_{30}$  [14, с.33]:

$$K_{30} = \frac{\Sigma O}{\Sigma P},$$

где  $\Sigma O$  — суммарное число различных операций, закрепленных за каждым рабочим местом;

					ДП 44.03.04.101.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		15



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

Принято:

$K_{30} \leq 1$  – массовое производство;

$1 < K_{30} \leq 10$  – крупносерийное производство;

$10 < K_{30} \leq 20$  – среднесерийное производство;

$20 < K_{30} \leq 40$  – мелкосерийное производство;

$K_{30} > 40$  – единичное производство.

Таблица 3 - Зависимость типа производства от объема годового выпуска и массы детали

Масса детали кг.	Тип производства				
	единичное	мелкосерийное	среднесерийное	крупносерийное	массовое
< 1,0	<10	10-2000	1500-100 000	75 000-200 000	200000
1,0-2,5	<10	10-1000	1000- 50 000	50 000-100 000	100000
2,5-5,0	<10	10- 500	500- 35000	35 000- 75 000	75000
5,0-10	<10	10- 300	300- 25000	25 000- 50 000	50000
>10	<10	10- 200	200- 10000	10000- 25000	25000

При массе детали 13,5кг и годовой программе выпуска 3000шт, тип производства можно определить как среднесерийное.

Количество станков можно определить по формуле [14, с.34]:

$$m_p = \frac{N \cdot T_{шт}(ш-к)}{60 \cdot F_d \cdot \eta_{нз}},$$

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

$T_{шт}(ш-к)$  — штучное или штучно-калькуляционное время, мин;

$F_d$  — действительный годовой фонд времени,  $F_d = 4029$ ч. ( при двухсменной работе) [14, с.34]

$\eta_{нз}$  — нормативный коэффициент загрузки оборудования. Так как на данном этапе тип производства выбран ориентировочно, то коэффициент загрузки для крупносерийного производства можно принять равным  $\eta_{нз} = 0,7$ .

Число рабочих мест  $P$  определяется округлением значения  $mр$  до ближайшего большего целого числа.

Далее для каждой операции определяем значение фактического коэффициента загрузки рабочего места по формуле [14,с.35]:

$$\eta_{зф} = \frac{mр}{р},$$

Количество операций выполняемых на одном рабочем месте определяем по формуле [14, с.35]:

$$O = \frac{\eta_{нз}}{\eta_{зф}},$$

Вычислим результаты для проектируемого технологического процесса.

$$mр = \frac{3000 \cdot 34,08}{60 \cdot 4029 \cdot 0,7} = 0,6; \text{ примем } P=1$$

$$\eta_{зф} = \frac{0,6}{1} = 0,6; O = \frac{0,7}{0,6} = 1,16; \text{ примем } O=2$$

Рассчитаем коэффициент закрепления операций.

$K_{зо} = \frac{O}{P} = \frac{2}{1} = 2$ , что удовлетворяет условиям крупносерийного производства  $1 < K_{зо}=2 \leq 10$

Серийное производство характеризуется изготовлением изделий периодически повторяющимися партиями.

Технологическое оборудование – универсальное, частично специализированное и специальное, станки с ЧПУ.

					ДП 44.03.04.101.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		17

Приспособления – специальные, переналаживаемые.

Режущий инструмент – универсальный и специальный.

Измерительный инструмент – универсальный и специальный.

Настройка станков – станки настроенные.

Размещение технологического оборудования – по ходу технологического процесса.

Виды заготовок – прокат, отливки по металлическим моделям, штамповки. Методы достижения точности метод полной и не полной взаимозаменяемости. Квалификация рабочих – различная.

Себестоимость продукции – средняя.

Количество деталей в партии (n, шт) для одновременного запуска определяется упрощенным способом по формуле [14, с.36]:

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

где a — периодичность запуска, в днях (рекомендуется следующая периодичность запуска деталей: 3, 6, 12, 24 дня) примем a = 12;

254 — количество рабочих дней в году.

$$n = \frac{3000 \cdot 12}{254} = 142 \text{ шт.}$$

## 2.2. Выбор заготовки и методов ее получения

- масса детали 13,5 кг;
- габариты детали: Ø252x178 мм;
- материал – сталь 40Х ГОСТ 4543-71 ( $\sigma_{\text{в}} = 980 \text{ МПа}$ );
- годовое число деталей 3000шт.

Для изготовления деталей в машиностроении применяются различные виды проката черных и цветных металлов, стальные слитки, чугун, алюминий, порошковые металлургические материалы и др.

					ДП 44.03.04.101.ПЗ	Лист
						18
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Материал нашей детали – сталь 40Х. Учитывая характеристики данной стали в качестве заготовки выберем штамповку. Способ получения заготовки - штамповка на горизонтально - ковочной машине.

Для повышения точности размеров и улучшению качества поверхности детали применяют полугорячую штамповку, при которой ограничено окалинообразование. Стойкость пуансонов на ГКМ 8-10 тысяч штук. При годовой программе выпуска  $N=3000$  деталей потребуется один комплект пуансонов. Данный способ получения заготовок подходит для серийного производства, обеспечивает высокую производительность труда, отвечает нормам безопасности.

Расчетная масса штамповки определяется исходя из ее номинальных размеров. Ориентировочно расчетную массу штамповки допускается находить по формуле [14, с.48]:

$$M_{\text{пр}} = M_{\text{д}} \cdot K_{\text{р}},$$

где  $M_{\text{пр}}$  — расчетная масса штамповки;

$M_{\text{д}}$  — масса готовой детали,  $M_{\text{д}} = 13.5 \text{ кг}$ ;

$K_{\text{р}}$  — расчетный коэффициент,  $K_{\text{р}} = 1,5$ ;

$$M_{\text{пр}} = 13,5 \cdot 1,5 = 20 \text{ кг}.$$

ГОСТ 7505-89 предусматривает поковки пяти классов точности.

В нашем случае можно принять класс точности Т4. [14, с.49]

Т4 – поковки штампуемые в открытых штампах на кривошипных горячештамповочных, винтовых и гидравлических прессах, паровоздушных молотах, горизонтально- ковочных машинах.

При определении группы стали основным критерием является содержание углерода и легирующих элементов. В нашем случае группу стали можно определить как М2. [14, с.48]

					ДП 44.03.04.101.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		19

Степень сложности поковки зависит от соотношения объема или массы поковки к объему или массе фигуры описанного вокруг поковки.

В нашем случае поковку описывает фигура в виде цилиндра. Его диаметр  $D=252\text{мм}$ , длина  $L=178\text{мм}$ .

Тогда объём цилиндра определяется как:

$$V = \pi \cdot \left(\frac{252}{2}\right)^2 \cdot 178 = 8873413\text{мм}^3,$$

$$\text{Масса} = 8873413 \cdot 7.82 \cdot 10^{-6} = 69.3\text{кг}.$$

Определим степень сложности поковки исходя из соотношения массы детали и массы описывающей фигуры.

$$\frac{G_{\text{п}}}{G_{\text{ф}}} = \frac{13,5}{69,3} = 0,23$$

Степень сложности поковки С3.

Исходя из группы стали, степени сложности и класса точности поковки определим исходный индекс [14, с.50]. Примем исходный индекс равным 11.

### 2.3. Расчет припусков

Значение основных припусков на механическую обработку штампованных поволок определяют в зависимости от требуемой шероховатости поверхности и исходного индекса [14, с.52]. Определим основные припуски на заготовку по рисунку 1.

Результаты выбора основных припусков сведем в таблицу 4.

Таблица 4 - Основные припуски на заготовку

№ пов-ти	Толщина, мм	Диаметр, высота, мм	Шероховатость, Ra, мкм	Припуск на сторону, мм
1	2	3	4	5
1	-	252	12,5	1,7
2	21	-	12,5	1,2
3	178	-	12,5	1,9
4	-	164	12,5	1,5

Продолжение таблицы 4

1	2	3	4	5
5	21	-	12,5	1,2
6	-	90	12,5	1,3
7	-	136	2,5	1,7
8	-	125	2,5	1,7
11	-	117	12,5	1,4
12	178	-	12,5	1,9
13	-	153	12,5	1,4
14	-	100	2,5	1,7

Кроме основных припусков на поковки назначают дополнительные припуски, учитывающие смещение поковки, изогнутость отклонение от плоскостности и прямолинейности, межцентрового и межосевого расстояний, угловых размеров [14, с.51].

Определим дополнительные припуски и номинальные размеры заготовки. Данные сведем в таблицу 5.

Таблица 5- Общий припуск и размеры заготовки

№ пов-ти	Размер, мм	Основной припуск, мм	Дополнительный припуск, мм	Общий припуск, мм	Размер заготовки, мм
1	2	3	4	5	6
1	252	1,7	0,4	2,1	Ø256,2
2	21	1,2	0,3	1,5	24
3	178	1,9	0,3	2,2	182,4
4	164	1,5	0,4	1,9	Ø167,8
5	21	1,2	0,3	1,5	24
6	90	1,3	0,4	1,7	Ø86,6
7	136	1,7	0,4	2,1	Ø131,8

Продолжение таблицы 5

1	2	3	4	5	6
8	125	1,7	0,4	2,1	Ø120,8
11	117	1,4	0,4	1,8	Ø113,4
12	178	1,9	0,3	2,2	182,4
13	153	1,4	0,4	1,8	Ø156,6
14	100	1,7	0,4	2,1	Ø95,8

Определим допуски размеров заготовки. Данные занесем в таблицу 6.

Таблица 6 – Допуски и размеры исходной заготовки

№ ПОВ-ТИ	Допуск, мм	Верхнее отклонение, мм	Нижнее отклонение, мм	Размер, мм
1	2,8	+1,8	-1,0	Ø256,2 <sup>+1,8</sup> <sub>-1,0</sub>
2	1,6	+1,1	-0,5	24 <sup>+1,1</sup> <sub>-0,5</sub>
3	2,8	+1,8	-1,0	182,4 <sup>+1,8</sup> <sub>-1,0</sub>
4	2,5	+1,6	-0,9	Ø167,8 <sup>+1,6</sup> <sub>-0,9</sub>
5	1,6	+1,1	-0,9	24 <sup>+1,1</sup> <sub>-0,5</sub>
6	2,0	+1,3	-0,7	Ø86,6 <sup>+1,3</sup> <sub>-0,7</sub>
7	2,2	+1,4	-0,8	Ø131,8 <sup>+1,4</sup> <sub>-0,8</sub>
8	2,2	+1,4	-0,8	Ø120,8 <sup>+1,4</sup> <sub>-0,8</sub>
11	2,2	+1,4	-0,8	Ø113,4 <sup>+1,4</sup> <sub>-0,8</sub>
12	2,8	+1,8	-1,0	182,4 <sup>+1,8</sup> <sub>-1,0</sub>
13	2,2	+1,4	-0,8	Ø156,6 <sup>+1,4</sup> <sub>-0,8</sub>
14	2,2	+1,4	-0,8	Ø95,8 <sup>+1,4</sup> <sub>-0,8</sub>

Для определения припусков расчетно-аналитическим методом выберем поверхность 14 (отверстие  $\varnothing 100h7$ ) смотри рисунок 1.

Технологический маршрут обработки отверстия состоит из черного, чистового и тонкого растачивания, выполняемых при одной установке обрабатываемой детали.

Найдем табличные значения параметров [24].

Заготовка:  $Rz=150\text{мкм}$ ,  $T=250\text{мкм}$ ,  $h=250\text{мкм}$ ;

Черновое растачивание:  $Rz=50\text{мкм}$ ,  $T=50\text{мкм}$ ,  $h=50\text{мкм}$ ;

Чистовое растачивание:  $Rz=30\text{мкм}$ ,  $T=30\text{мкм}$ ,  $h=25\text{мкм}$ ;

Тонкое растачивание:  $Rz=3\text{мкм}$ ,  $h=5\text{мкм}$ .

Суммарное значение пространственных отклонений для различных видов заготовок и механической обработки определим по формуле:

$$\rho = \sqrt{\rho_{см}^2 + \rho_{эксц}^2 + \rho^2},$$

где  $\rho_{см}$  – смещение половин штампа (образуется в результате смещения верхней половины штампа относительно нижней, являющейся базой),  $\rho_{см}=0,7$

$\rho_{эксц}$  – эксцентриситет прошитого отверстия,  $\rho_{эксц}=1$

смещение оси заготовки в результате погрешности зацентровки:

$$\rho = 0,25\sqrt{\delta z^2 + 1}$$

для штамповки  $\delta z^2=3\text{мм}$ .

$$\rho = 0,25\sqrt{3^2 + 1}=0,8,$$

$$\rho = \sqrt{0,7^2 + 1^2 + 0,8^2}=1,45\text{мм}.$$

после черного растачивания

$$\rho_1=0,06; \rho = 0,06 \cdot 1450=87\text{мкм}$$

					ДП 44.03.04.101.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		24



после чистового растачивания

$$\rho_2=0,05; \rho = 0,05 \cdot 1450=72\text{мкм}$$

после тонкого растачивания

$$\rho_3=0,04; \rho = 0,04 \cdot 1450=58\text{мкм}$$

Определим расчетные минимальные припуски  $Z_{i\min}$  на обработку по всем технологическим переходам по формуле [14, с.86]:

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

Черновое растачивание

$$2Z_{1\min}=2(150+250+1450+0)=2 \cdot 1850\text{мкм}$$

Чистовое растачивание

$$2Z_{2\min}=2(50+50+87+0)=2 \cdot 187\text{мкм}$$

Тонкое растачивание

$$2Z_{3\min}=2(30+25+72+0)=2 \cdot 127\text{мкм}$$

Найдем расчетные размеры:

Наибольший предельный размер по чертежу после тонкого растачивания  $\varnothing 100,00\text{мм}$ .

$$\text{После чистового растачивания } A=\varnothing 100,00-0,354=\varnothing 99,646\text{мм}$$

$$\text{После чернового растачивания } A=\varnothing 99,646-0,374=\varnothing 99,272\text{мм}$$

$$\text{Заготовка } A=\varnothing 99,272-3,7=95,572\text{мм}$$

Допуски на переходы T

$$\text{Заготовка } T=2,2\text{мм}$$

$$\text{Черновое растачивание } T=0,87\text{мм (H15)}$$

$$\text{Чистовое растачивание } T=0,087\text{мм (H9)}$$

					ДП 44.03.04.101.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		25

Тонкое растачивание  $T=0,035\text{мм}$  (H7)

Наименьшие и наибольшие предельные размеры:

Заготовка  $D_{\min}=93.372\text{мм}; D_{\max}=95.572\text{мм}$

Черновое растачивание  $D_{\min}=98.402\text{мм}; D_{\max}=99.272\text{мм}$

Чистовое растачивание  $D_{\min}=99.559\text{мм}; D_{\max}=99.646\text{мм}$

Тонкое растачивание  $D_{\min}=99.965\text{мм}; D_{\max}=100.00\text{мм}$

Предельные значения припусков  $2Z_{\min}$ .  $2Z_{\max}$

Заготовка

Черновое растачивание  $2Z_{\min}=3.7\text{мм}; 2Z_{\max}=5.03\text{мм}$

Чистовое растачивание  $2Z_{\min}=0.374\text{мм}; 2Z_{\max}=1.157\text{мм}$

Тонкое растачивание  $2Z_{\min}=0.354\text{мм}; 2Z_{\max}=0.406\text{мм}$

Произведем проверку

$$Z_{\max 0} - Z_{\min 0} = N_{\text{заг}} - T_{\text{д}}$$

$$6,593 - 4,428 = 2,2 - 0,035 \Rightarrow 2,165 = 2,165$$

Определим общий номинальный припуск  $Z_{\text{ном}}$

Для внутренних поверхностей вращения [14, с.87]:

$$2Z_{\text{ном}} = 2Z_{\text{0min}} + ESD_{\text{заг}} - ESD_{\text{д}}$$

где  $ESD_{\text{заг}}$  и  $ESD_{\text{д}}$  – верхнее предельное отклонение диаметров заготовки и детали.

$$2Z_{\text{ном}} = 4,428 + 2,2 - 0,035 = 6,593\text{мм}$$

Расположение припусков, допусков и промежуточных размеров изобразим на рисунке 2.

					ДП 44.03.04.101.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		26

Результаты расчетов сведем в таблицу 7.

Таблица 7- Расчет припусков и предельных размеров по технологическим переходам на обработку отверстия  $\varnothing 100h7$

Технологические переходы обработки поверхности отверстия	Элементы припуска, мкм			Расчетный припуск $2Z_{min}$ , мкм	Расчетный размер $D_p$ , мм	Допуск T, мм	Предельный размер, мм		Предельные значения припусков, мм	
	Rz <sub>hp</sub>						D <sub>min</sub>	D <sub>max</sub>	2Z <sub>min</sub>	2Z <sub>max</sub>
Заготовка	150	250	1450		95.572	2.2	93.372	95.572		
Черновое растачивание	50	50	87	2·1850	99.272	0.87	98.402	99.272	3.7	5.03
Чистовое растачивание	30	25	72	2·187	99.646	0.087	99.559	99.646	0.374	1.157
Тонкое растачивание	3	5	58	2·127	100.00	0.035	99.965	100.00	0.354	0.406
									4,428	6,593

## 2.4. Выбор оборудования

Выбор оборудования в дипломном проекте основывается на возможности обеспечения данным оборудованием необходимых точностей размеров, качества обрабатываемых поверхностей и технических требований предъявляемых к детали. [14, с.77]

При выборе станка основное внимание обратим на возможности обрабатывающих центров с ЧПУ, которые на сегодняшний день являются основными средствами автоматизации механической обработки в современном машиностроении.



Таблица 8 - Характеристики токарного центра с ЧПУ модели СТХ ВЕТА 800

Диаметр обработки детали над суппортом	410 мм
Длина обработки	800 мм
Скорость вращения основного шпинделя	0 - 5000 об/мин
Скорость вращения протившпинделя	0 - 6000 об/мин
Мощность главного привода	25 кВт
Мощность протившпинделя	15 кВт
Мощность привода вращающегося инструмента	14 кВт
Скорость вращения приводного инструмента	0 - 4000 об/мин
Дискретность задания перемещения	1 мкм
Перемещение по оси X	300 мм
Перемещение по оси Y	±60мм
Перемещение по оси Z	800 мм
Количество инструментов в револьверной головке	12
Наибольшее сечение державки резца, мм	25x25
Система ЧПУ	Siemens840D
Масса станка	6100 кг
Габаритные размеры станка, LxВxН	3390 x 1890 x 1950 мм

На рисунках 3 и 4 показан общий вид токарного центра с ЧПУ модели СТХ ВЕТА 800 и компоновка станка.



Рисунок 3 – Токарный центр с ЧПУ СТХ ВЕТА 800

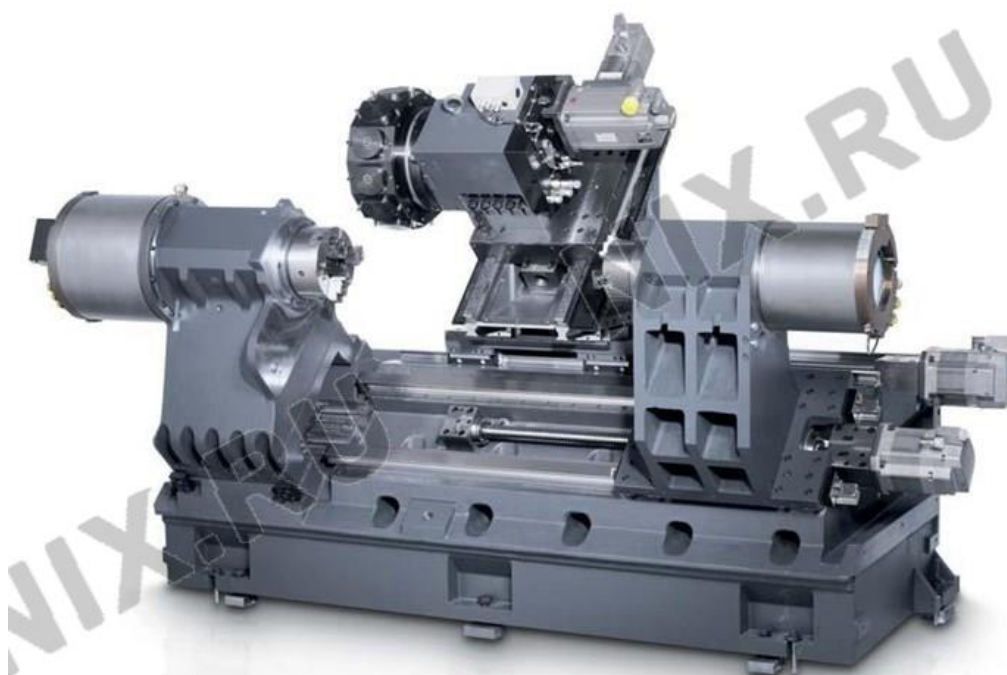


Рисунок 4 – Компоновка токарного центра с ЧПУ СТХ ВЕТА 800

					ДП 44.03.04.101.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		31

При выборе заготовки и методов ее получения были учтены эксплуатационные условия работы детали ее форма и размеры, а также материал детали. Определен тип производства. Выбор оборудования основывался на возможности получения необходимых точностей размеров, качества обрабатываемых поверхностей и технических требований предъявляемых к детали.

### **3. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ «СТУПИЦА»**

#### **3.1. Выбор технологических баз**

Выбор баз это важный этап проектирования технологического процесса. Правильное базирование обеспечивает точность обработки заготовок на станке, что в свою очередь отвечает за правильную ориентацию деталей и узлов при сборке. Исходными данными для выбора баз являются: чертеж детали со всеми необходимыми техническими требованиями; вид и точность заготовки; условия расположения и работы детали в машине. При обработке детали выделяют черновые и чистовые базы.

К черновым базам относят поверхности, которые используются на первой операции, когда отсутствуют обработанные поверхности [14, с.66-70].

В качестве черновой базы выберем цилиндрическую поверхность «А» и торец «Б» (рисунок 5). Торец «Б» лишает деталь 3-х степеней свободы (одного перемещения и двух вращений), а поверхность «А» – 2-х степеней свободы (двух перемещений). Таким образом, базирование не полное.

Чистовая база – это обработанная поверхность, за которую крепиться деталь при дальнейшей обработке[14, с.66-70].

В качестве чистовой базы выберем поверхность «В» и торец «Г» (рисунок 6). Торец «Г» – лишает деталь 3-х степеней свободы (одного перемещения и двух вращений), поверхность «В» лишает деталь 2-х степеней свободы (двух перемещений). Таким образом, базирование не полное.

					ДП 44.03.04.101.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		32

### 3.2. Выбор методов обработки поверхностей

По рис.7 определим методы обработки поверхностей

Методы обработки будем выбирать по таблицам экономической точности. [5, с.150 табл.3]

Выбранные методы обработки сведем в таблицу 9.

Таблица 9 - Методы обработки поверхностей

№ пов-ти	Вид пов-ти	Метод обработки
1,4	поверхность	Точение черновое и чистовое
2,3,5,12	торец	Точение однократное
6	отверстие	Растачивание однократное
7	отверстие	Растачивание черновое и чистовое
8,14	отверстие	Растачивание черновое, чистовое
9	фаска	Точение однократное
10.15.16	канавка	Точение однократное
11,13	конус	Точение однократное
17,18	резьбовые отверстия	Сверление, нарезание резьбы
19	резьбовые отверстия	Центровка, сверление, нарезание резьбы
20	отверстие	Фрезерование
21	отверстие	Фрезерование
22	фаска	Фрезерование
23	паз	Фрезерование



### 3.3. Разработка технологического маршрута обработки детали

Основной задачей при разработке технологического процесса механической обработки является изготовление с необходимой производительностью деталей отвечающих всем требованиям конструкторской документации.

Разработаем технологический процесс механической обработки детали «Ступица». Маршрут обработки сведем в таблицу 10.

Таблица 10 – Проектируемый вариант обработки детали «Ступица»

№ операции	Содержание операции	Оборудование
005 Шпиндель	Установ А Подрезать торец 12; точить поверхность 13,2,1; расточить отверстие 14,6; точить канавки 15,16; точить фаску 9	Обрабатывающий центр СТХ ВЕТА 800
005 Противошпиндель	Установ Б Подрезать торец 3; точить поверхность 4,5; расточить отверстие 7,8; точить поверхность 11; точить канавку 10; точить 2 фаски 9; сверлить и нарезать резьбу в отверстиях 17,18; центровать и сверлить отверстия 19; зенкеровать отверстия 20; зенковать отверстия 21 и фаски 22; нарезать резьбу в отверстиях 19; фрезеровать пазы 23	Обрабатывающий центр СТХ ВЕТА 800
010	Слесарная	Верстак
015	Контрольная	Стол ОТК

### 3.4. Выбор режущего инструмента

В предлагаемой дипломной работе в качестве режущего инструмента будем использовать инструмент компании «Sandvik Coromant». ПАО «МЗиК» имеет многолетний опыт сотрудничества с компанией «Sandvik Coromant». За это время инструмент данной компании зарекомендовал себя с самой лучшей стороны. Широкий ассортимент «Sandvik Coromant» охватывает весь спектр обработки металлов резанием (точение, фрезерование, сверление, резьбонарезание).

Режущий инструмент для проектируемого технологического процесса выберем основываясь на рекомендациях завода изготовителя.[26,27]

#### Операция 005 Комплексная на ОЦ с ЧПУ: Установ А

1-ый переход: подрезать торец 12; точить поверхность 13,2,1.

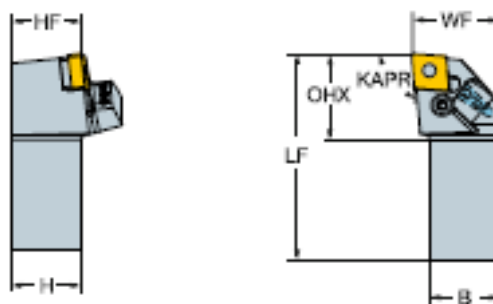


Рисунок 7 – Державка для наружного точения PCLNR 2525M 12HP

P– способ крепления режущей пластины: крепление рычагом через отверстие, C – форма пластины: ромб 80°, L–главный угол в плане 95°, N – задний угол пластины 0°, L – направление резания левое, 2525 – высота и ширина державки 25x25мм, M – длина державки 150мм, 12–размер пластины 12мм, HP – обозначение изготовителя.

Основные размеры державки H=B=25мм, HF=25мм, WF=32мм, LF=150мм

Пластина CNMG 120408 PMC GC4325

C - форма пластины: ромб 80°, N- задний угол пластины равен 0°, M – класс точности, G – исполнение режущей пластины: специальное, 12 –

номинальная длина режущей кромки, 04 – толщина 4,76мм, 08 – радиус при вершине, PMS – обозначение изготовителя, 4325 – материал пластины.

Материал пластины GC4325 – твердый сплав с износостойким покрытием CVD для черновой обработки стали. Надежность режущей кромки позволяет этому сплаву работать в условиях прерывистого резания с высокой скоростью съема металла.

2-ой переход: точить поверхность 1 окончательно.

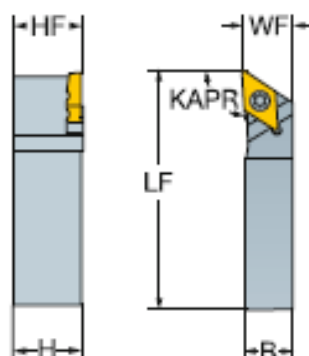


Рисунок 8 – Державка для наружного точения TR-D13JCR 1616K-S

H – высота державки 16мм, B – ширина державки 16мм, HF - 16мм, WF - 16мм, LF – длина державки 125мм, способ крепления пластины – винтом.  
Пластина TR-DC1308-F GC4325

3-ий переход: расточить отверстия 6,14.

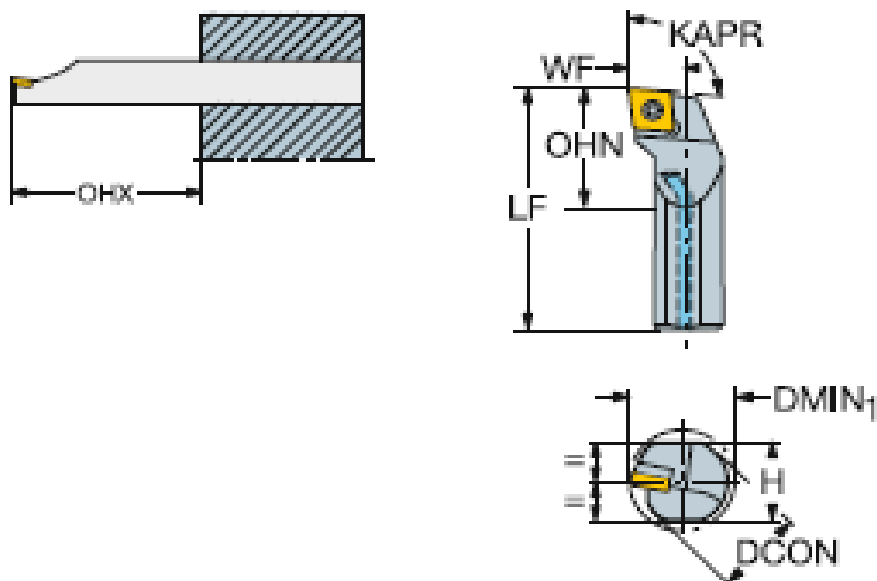


Рисунок 9 - Оправка расточная A25T-SCLCR 12

										Лист
										39
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

Размеры резца:  $DMIN_1=32\text{мм}$ ,  $ОНХ=100\text{мм}$ ,  $ОНН=37\text{мм}$ ,  $DCON=25\text{мм}$ ,  
 $H=23\text{мм}$ ,  $BD_1=25\text{мм}$ ,  $LF=300\text{мм}$ ,  $WF=17\text{мм}$ ,

Пластина CCMT 120408-UR GC4325. Способ крепления пластины винтом

4-ый переход: расточить отверстие 14 окончательно, точить фаску 9.

Оправка расточная A25T-SCLCL 12(рисунок 9).

Пластина CCMT120404-PF GC4325. Способ крепления пластины винтом.

5-ый переход: точить канавки 15,16.

Резцовая головка T-Max, Q-Cut для обработки канавок 570-32R151.3-08-20

Пластина N151.3-200-20-4G 1125. Способ крепления пластины винтом.

### Операция 005 Комплексная на ОЦ с ЧПУ: Установ Б

1-ый переход: подрезать торец 3; точит поверхности 4,5.

Державка для наружного точения PCLNL 2525M 12HP (рисунок 7)

Пластина CNMG 120408 PMC GC4325

2-ой переход: точить поверхность 4 окончательно

Державка для наружного точения TR-D13JCL 1616K-S (рисунок 8)

Пластина TR-DC1308-F GC4325

3-ий переход: расточить отверстия 7,8; поверхность 11.

Оправка расточная A25T-SCLCL 12 (рисунок 9)

Пластина CCMT 120408-UR GC4325

4-ый переход: расточить отверстия 7,8 окончательно; точить 2 фаски 9.

Оправка расточная A25T-SCLCL 12 (рисунок 9)

Пластина CCMT 120404-PF GC4325

5-ый переход: точить канавку 10.

Резцовая головка T-Max, Q-Cut для обработки канавок 570-32L 151.3-08-20

Пластина N151.3-200-20-4G 1125

6-ой переход: сверлить последовательно 12 отверстий 17 под резьбу с  
обработкой фаски.

					ДП 44.03.04.101.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		40

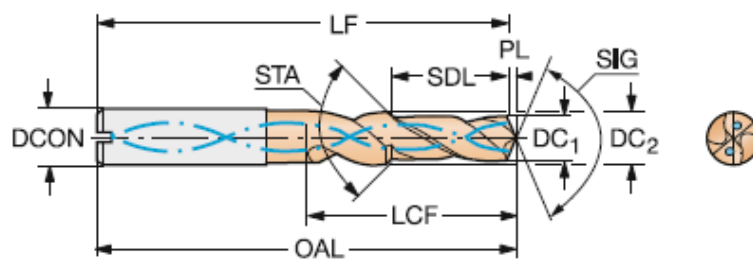


Рисунок10 - Сверло 860.2.0685-021A1-PM 4234

Размеры сверла: STA=90°, DCON=10мм, OAL=89мм, LU=23,19мм,  
LCF=42,24мм, PL=1,19мм, CDL=20,8мм

7-ой переход: нарезать резьбу в отверстиях 17.



Рисунок 11 – Метчик E49M8 HSS

Размеры метчика: LF=72мм, DCON=8мм, THL=16,3мм, LU=29мм

8-ой переход: сверлить последовательно 5 отверстий 18 под резьбу.

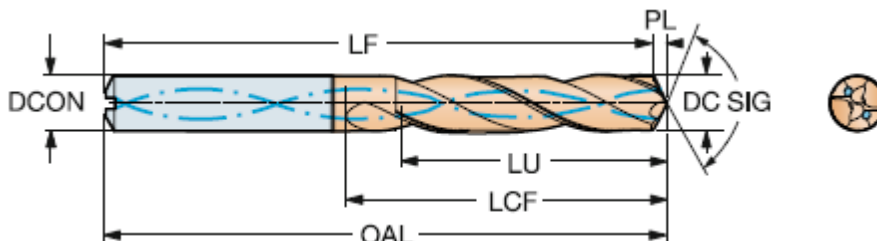


Рисунок12 - Сверло 860.1.1100-037A1-PM 4234

Размеры сверла: LF=128мм, DCON=20мм, OAL=131мм, LU=62,5мм,  
LCF=79мм, PL=3,05мм

9-ой переход: нарезать резьбу в отверстиях 18.

Метчик E049M20 HSS(рисунок 11)

Размеры метчика: LF=112мм, DCON=14мм, THL=29,5мм, LU=68мм

10-ый переход: центровать отверстия 19.

Сверло центровочное D=1мм, d=3.15мм, DIN333 HSS, тип А двустороннее  
CD-AYAMA WA

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

11-ый переход: сверлить 2 отверстия 19 под резьбу.

Сверло 860.1-2000-077A1-PM 4234 (рисунок 12)

Размеры сверла: LF=151мм, DCON=20мм, OAL=153мм, LU=103,1мм,  
LCF=101мм, PL=3,07мм

12-ый переход: фрезеровать 2 отверстия 20, 5 пазов 23.

Фреза концевая 2P340-2000-PM CoroMill

Размеры фрезы: DCON=20мм, LF=104мм, LU=42мм

13-ый переход: обработать отверстия 21, фаски 22.

Фреза концевая для обработки фасок 1C050-0150-060-ХА CoroMill

Размеры фрезы: DCON=10мм, LF=98.7мм, LU=7.35мм, KAPR=60°

14-ый переход: нарезать резьбу в отверстиях 19.

Метчик EP09PM22 HSS(рисунок 11)

Размеры метчика: LF=140мм, DCON=18мм, THL=38мм, LU=113мм

### 3.5. Выбор режимов резания

По каталогам «Sandvik Coromant» [26,27] выберем режимы резания рекомендованные производителем режущего инструмента. Данные занесем в таблицу 11.

Таблица 11 – Режимы резания

№ перехода, установка	t, мм	So, мм/об	Sm, мм/мин	n, об/мин	V, м/мин
1	2	3	4	5	6
<b>Установ А</b>					
1-ый переход	1,85	0,35	262	749	200
2-ой переход	0,25	0,20	125	623	220
3-ий переход	1,85	0,18	159	885	100
4-ый переход	0,25	0,30	503	1676	200
5-ый переход	2	0,10	31,5	315	95

Продолжение таблицы 11

1	2	3	4	5	6
<b>Установ Б</b>					
1-ый переход	1,65	0,35	262	749	200
2-ой переход	0,25	0,20	125	623	220
3-ий переход	1,85	0,18	159	885	100
4-ый переход	0,25	0,30	503	1676	200
5-ый переход	4	0,10	31,5	315	95
6-ой переход	4	0,22	927	4215	90
7-ой переход	0,6	1,25	1841	1473	37
8-ой переход	9	0,22	927	4215	90
9-ый переход	1,2	2,5	1841	1473	37
10-ый переход	0,5	0,22	927	4215	90
11-ый переход	10	0,22	927	4215	90
12-ый переход	4,5	0,22	159	885	100
13-ый переход	1	0,22	927	4215	90
14-ый переход	1,2	2,5	1841	1473	37

### 3.6. Расчет технических норм времени

В серийном производстве определяется норма штучно-калькуляционного времени, которое рассчитывается по формуле [15, с.10]:

$$T_{ш-к} = \frac{T_{п-з}}{n} + T_{шт} = \frac{T_{п-з}}{n} + t_0 + t_B + t_{об} + t_{ом},$$

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

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

n- количество деталей в партии, n=142 шт.;

$t_0$  - основное время, мин.;

$t_B$  - вспомогательное время, мин.;

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

$t_{от}$  - время перерывов на отдых и личные надобности, мин.

Вспомогательное время состоит из затрат времени на отдельные приемы и рассчитывается по формуле[15, с.19]:

$$t_B = t_{yc} + t_{з.о} + t_{уп} + t_{и.з} ,$$

где  $t_{yc}$  - время на установку и снятие детали, мин.;

$t_{з.о}$  - время на закрепление и открепление детали, мин.;

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

$t_{изм}$  - время на измерение детали, мин.

Время обслуживания рабочего места в серийном производстве состоит из времени на организационное обслуживание и времени на техническое обслуживание рабочего места и рассчитывается по формуле[14, с.100]:

$$t_{об} = t_{тех} + t_{орг} ,$$

где  $t_{тех}$  - время на техническое обслуживание, мин.;

$t_{орг}$  - время на организационное обслуживание, мин.

Основное (технологическое) время определяется по всем переходам обработки и рассчитывается по формуле[14, с.100]:

$$t_0 = \frac{l}{S_M} \cdot i ,$$

где  $l$  - расчетная длина, мм.;

$i$  - число рабочих ходов.

Расчетная длина

$$l = l_0 + l_{ep} + l_{nep} ,$$

					ДП 44.03.04.101.ПЗ	Лист
						44
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



Где  $l_o$ - длина обработки поверхности, мм.;

$l_{вр}$ - величина врезания инструмента, мм.;

$l_{пер}$  - величина перебега, мм.

Определим Тш-к для операции 005 Комплексная на ОЦ с ЧПУ  
УСТАНОВ А

1-ый переход: подрезать торец 12; точить поверхность 13,2,1

Длина обрабатываемой поверхности:

$$l_o = 185 \text{ мм}$$

Величина врезания и перебега:

$$l_{вр} + l_{пер} = 9,5 \text{ мм}$$

Тогда:

$$l = l_o + l_{вр} + l_{пер} = 185 + 9,5 = 194,5 \text{ мм}$$

Число проходов равно  $i=1$

$$t_{o1} = \frac{194,5}{262} \cdot 1 = 0,74 \text{ мин.}$$

2-ой переход: точить поверхность 1 окончательно

Длина обрабатываемой поверхности:

$$l_o = 22 \text{ мм}$$

Величина врезания и перебега:

$$l_{вр} + l_{пер} = 6,5 \text{ мм}$$

Тогда:

$$l = l_o + l_{вр} + l_{пер} = 22 + 6,5 = 28,5 \text{ мм}$$

Число проходов равно  $i=1$

$$t_{o2} = \frac{28,5}{125} \cdot 1 = 0,22 \text{ мин.}$$

					ДП 44.03.04.101.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		45

3-ий переход: расточить отверстия 6,14

Длина обрабатываемой поверхности:

$$l_o = 43 \text{ мм}$$

Величина врезания и перебега:

$$l_{вр} + l_{пер} = 6,5 \text{ мм}$$

Тогда:

$$l = l_o + l_{вр} + l_{пер} = 43 + 6,5 = 49,5 \text{ мм}$$

Число проходов равно  $i=1$

$$t_{o3} = \frac{49,5}{159} \cdot 1 = 0,3 \text{ мин.}$$

4-ый переход: расточить отверстие 14 окончательно, точить фаску 9

Длина обрабатываемой поверхности:

$$l_o = 35 \text{ мм}$$

Величина врезания и перебега:

$$l_{вр} + l_{пер} = 6,5 \text{ мм}$$

Тогда:

$$l = l_o + l_{вр} + l_{пер} = 35 + 6,5 = 41,5 \text{ мм}$$

Число проходов равно  $i=1$

$$t_{o4} = \frac{41,5}{503} \cdot 1 = 0,1 \text{ мин.}$$

5-ый переход: точить канавки 15,16

Длина обрабатываемой поверхности:

$$l_o = 1,5 \text{ мм}$$

Величина врезания и перебега:

$$l_{вр} + l_{пер} = 4 \text{ мм}$$

Тогда:

$$l = l_o + l_{вр} + l_{пер} = 1,5 + 4 = 5,5 \text{ мм}$$

Число проходов равно  $i=2$

$$t_{o5} = \frac{5,5}{31,5} \cdot 2 = 0,34 \text{ мин.}$$

					ДП 44.03.04.101.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		46

Определим общее машинное время на установе А

$$t_{\text{общ1}} = 0.74 + 0.22 + 0.3 + 0.1 + 0.34 = 1.68 \text{ мин.}$$

## УСТАНОВ Б

### 1-ый переход: подрезать торец 3; точит поверхности 4,5

Длина обрабатываемой поверхности:

$$l_o = 228 \text{ мм}$$

Величина врезания и перебега:

$$l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 7,5 \text{ мм}$$

Тогда:

$$l = l_o + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 228 + 7,5 = 235,5 \text{ мм}$$

Число проходов равно  $i=1$

$$t_{o1} = \frac{235}{262} \cdot 1 = 0,89 \text{ мин.}$$

### 2-ой переход: точить поверхность 4 окончательно

Длина обрабатываемой поверхности:

$$l_o = 102 \text{ мм}$$

Величина врезания и перебега:

$$l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 2 \text{ мм}$$

Тогда:

$$l = l_o + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 102 + 2 = 104 \text{ мм}$$

Число проходов равно  $i=1$

$$t_{o2} = \frac{104}{125} \cdot 1 = 0,83 \text{ мин.}$$

### 3-ий переход: расточить отверстия 7,8; поверхность 11

Длина обрабатываемой поверхности:

$$l_o = 140 \text{ мм}$$

Величина врезания и перебега:

$$l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 6 \text{ мм}$$

					ДП 44.03.04.101.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		47

Тогда:

$$l=l_o+l_{вр}+l_{пер}=140+6=146\text{мм}$$

Число проходов равно  $i=1$

$$t_{o3}=\frac{146}{159}\cdot 1 = 0,9\text{мин.}$$

4-ый переход: расточить отверстия 7,8 окончательно; точить 2 фаски 9

Длина обрабатываемой поверхности:

$$l_o= 110 \text{ мм}$$

Величина врезания и перебега:

$$l_{ер}+l_{пер}=4\text{мм}$$

Тогда:

$$l=l_o+l_{вр}+l_{пер}=110+2=112\text{мм}$$

Число проходов равно  $i=1$

$$t_{o4}=\frac{112}{503}\cdot 1 = 0,22\text{мин.}$$

5-ый переход: точить канавку 10

Длина обрабатываемой поверхности:

$$l_o= 1 \text{ мм}$$

Величина врезания и перебега:

$$l_{ер}+l_{пер}=2\text{мм}$$

Тогда:

$$l=l_o+l_{вр}+l_{пер}=1+2=3\text{мм}$$

Число проходов равно  $i=1$

$$t_{o5}=\frac{3}{31.5}\cdot 1 = 0,09\text{мин.}$$

6-ой переход: сверлить последовательно 12 отверстий 17 под резьбу с  
обработкой фаски

Длина обрабатываемой поверхности:

$$l_o=20\text{мм}$$

					ДП 44.03.04.101.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		48

Величина врезания и перебега:

$$l_{вр} + l_{пер} = 5 \text{ мм}$$

Тогда:

$$l = l_o + l_{вр} + l_{пер} = 20 + 5 = 25 \text{ мм}$$

Число проходов равно  $i=12$

$$t_{о6} = \frac{25}{927} \cdot 12 = 0,32 \text{ мин.}$$

7-ой переход: нарезать резьбу в отверстиях 17

Длина обрабатываемой поверхности:

$$l_o = 16 \text{ мм}$$

Величина врезания и перебега:

$$l_{вр} + l_{пер} = 25 \text{ мм}$$

Тогда:

$$l = l_o + l_{вр} + l_{пер} = 16 + 25 = 41 \text{ мм}$$

Число проходов равно  $i=12$

$$t_{о7} = \frac{41}{1841} \cdot 12 = 0,26 \text{ мин.}$$

8-ой переход: сверлить последовательно 5 отверстий 18 под резьбу

Длина обрабатываемой поверхности:

$$l_o = 21 \text{ мм}$$

Величина врезания и перебега:

$$l_{вр} + l_{пер} = 8 \text{ мм}$$

Тогда:

$$l = l_o + l_{вр} + l_{пер} = 21 + 8 = 29 \text{ мм}$$

Число проходов равно  $i=5$

$$t_{о8} = \frac{29}{927} \cdot 5 = 0,15 \text{ мин.}$$

9-ой переход: нарезать резьбу в отверстиях 18

Длина обрабатываемой поверхности:

$$l_o = 21 \text{ мм}$$

					ДП 44.03.04.101.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		49

Величина врезания и перебега:

$$l_{вр} + l_{пер} = 25 \text{ мм}$$

Тогда:

$$l = l_o + l_{вр} + l_{пер} = 21 + 25 = 46 \text{ мм}$$

Число проходов равно  $i=5$

$$t_{09} = \frac{46}{1841} \cdot 5 = 0,12 \text{ мин.}$$

10-ый переход: центровать отверстия 19

Длина обрабатываемой поверхности:

$$l_o = 3 \text{ мм}$$

Величина врезания и перебега:

$$l_{вр} + l_{пер} = 1 \text{ мм}$$

Тогда:

$$l = l_o + l_{вр} + l_{пер} = 3 + 1 = 4 \text{ мм}$$

Число проходов равно  $i=2$

$$t_{010} = \frac{4}{927} \cdot 2 = 0,008 \text{ мин.}$$

11-ый переход: сверлить 2 отверстия 19 под резьбу

Длина обрабатываемой поверхности:

$$l_o = 28 \text{ мм}$$

Величина врезания и перебега:

$$l_{вр} + l_{пер} = 8 \text{ мм}$$

Тогда:

$$l = l_o + l_{вр} + l_{пер} = 28 + 8 = 32 \text{ мм}$$

Число проходов равно  $i=2$

$$t_{011} = \frac{32}{927} \cdot 2 = 0,06 \text{ мин.}$$

					ДП 44.03.04.101.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		50

12-ый переход: фрезеровать 2 отверстия 20, 5 пазов 23

Длина обрабатываемой поверхности:

$$l_o=80\text{мм}$$

Величина врезания и перебега:

$$l_{вр}+l_{пер}=6.5\text{мм}$$

Тогда:

$$l=l_o+l_{вр}+l_{пер}=80+6.5=86.5\text{мм}$$

Число проходов равно  $i=5$

$$t_{o12}=\frac{86.5}{159}\cdot 5 = 2.7\text{мин.}$$

13-ый переход: обработать отверстия 21, фаски 22

Длина обрабатываемой поверхности:

$$l_o=4\text{мм}$$

Величина врезания и перебега:

$$l_{вр}+l_{пер}=3\text{мм}$$

Тогда:

$$l=l_o+l_{вр}+l_{пер}=4+3=7\text{мм}$$

Число проходов равно  $i=2$

$$t_{o13}=\frac{7}{927}\cdot 2 = 0.015\text{мин.}$$

14-ый переход: нарезать резьбу в отверстиях 19

Длина обрабатываемой поверхности:

$$l_o=14\text{мм}$$

Величина врезания и перебега:

$$l_{вр}+l_{пер}=25\text{мм}$$

					ДП 44.03.04.101.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		51

Тогда:

$$l=l_o+l_{вр}+l_{пер}=14+25=39\text{мм}$$

Число проходов равно  $i=2$

$$t_{o14}=\frac{39}{1841}\cdot 2 = 0,04\text{мин.}$$

Определим общее машинное время на установе Б

$$t_{общ2}=0.89+0.83+0.9+0.22+0.09+0.32+0.26+0.15+0.12+0.008+0.06+2.7+0.015+0.04=6.6\text{мин.}$$

Общее машинное время на операции

$$T_{общ}=t_{общ1}+t_{общ2}=1.68+6.6=8.28\text{мин.}$$

Определим вспомогательное время на операции:

$$T_{в}=t_{yc}+t_{зо}+t_{уп}+t_{из},$$

$$T_{yc}=1,8\text{мин}; t_{зо}=1,2\text{мин}; t_{уп}=8,5\text{мин}; t_{из}=11,4\text{мин}$$

$$T_{в}=1,8+1,2+8,5+11,4=22,9\text{мин}$$

Найдем оперативное время  $t_{оп}$ , которое складывается из основного и вспомогательного времени[14, с.101]

$$T_{оп}=8,28+22,9=31,18\text{мин}$$

Найдем время на техническое обслуживание[15, с.10]

$$T_{тех}=\frac{6\cdot t_{оп}}{100}=\frac{6\cdot 31.18}{100}=1.86\text{мин}$$

Найдем время на организационное обслуживание [15, с.10]

$$T_{ор}=\frac{8\cdot t_{оп}}{100}=\frac{8\cdot 31.18}{100}=2,48\text{мин}$$

					ДП 44.03.04.101.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		52



Найдем время на обслуживание рабочего места

$$T_{об} = t_{тех} + t_{оп} = 1.86 + 2.48 = 4.43 \text{ мин}$$

Найдем время на отдых и личные потребности [15, с.10]

$$T_{от} = \frac{4 \cdot t_{оп}}{100} = \frac{4 \cdot 31.18}{100} = 1.24 \text{ мин}$$

Штучное время

$$T_{шт} = 31.18 + 4.43 + 1.24 = 36.85 \text{ мин}$$

Подготовительно-заключительное время [15, с.117]

$$T_{пз} = 36 \text{ мин}$$

Найдем штучно-калькуляционное время

$$T_{шт-к} = \frac{36}{142} + 36.85 = 37.05 \text{ мин}$$

В результате расчетов определено машинное время на 1-ом и 2-ом установе программной операции, вспомогательное и штучно-калькуляционное время на одну деталь.

### **3.7. Разработка управляющей программы для технологической операции обработки детали «Ступица»**

Для разрабатываемого технологического процесса механической обработки детали «Ступица» применяется обрабатывающий центр с ЧПУ СТХ ВЕТА 800. В данной модели станка применяется система ЧПУ Siemens.

Программное обеспечение ЧПУ Sinumerik применяется для широкого ряда станков с ЧПУ. Данные системы нашли широкое применение в различных областях промышленности, от мелких до самых крупных предприятий. Модель 840D обеспечивает наибольшую производительность и гибкость при любых типах обработки, в том числе и на самых сложных многоосевых станках.

Данная система ЧПУ имеет достаточно простое управление, позволяющее быстро разрабатывать управляющие программы и обладает

					ДП 44.03.04.101.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		53

следующими возможностями:

- создание УП возможно непосредственно на ЧПУ или на внешних носителях (CAD/CAM);
- программирование фрезерных циклов
- программирование циклов сверления
- высверливание рисунков: ряды отверстий, отверстия по кругу /сегменту, свободное позиционирование отверстия, прямоугольник/параллелограмм.

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

В предложенной работе разработаем управляющую программу для операции 005 Комплексная на ОЦ с ЧПУ, установ А.

#### Содержание установка А

1. Подрезать торец 12, точить поверхность 13,2,1;
2. Точить поверхность 1 окончательно;
3. Расточить отверстия 6,14;
4. Расточить отверстие 14 окончательно, точить фаску 9;
5. Точить канавки 15,16.

Последовательность разработки управляющей программы:

1. Выбор режущего инструмента;
2. Выбор режимов резания;
3. Определение координат опорных точек;
4. Проектирование траектории движения инструмента.

Режущий инструмент был выбран и представлен в разделе 3.4

Режимы резания представлены в таблице 11.

Траектория движения инструмента и координаты опорных точек изображены и представлены на плакате 1.

					ДП 44.03.04.101.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		54

Каждому инструменту присвоим номер от T01 до T05

Разработаем управляющую программу на установ А операции 005  
Комплексная на ОЦ с ЧПУ и запишем в таблицу 12.

Таблица 12 - Управляющая программа для операции 005 Комплексная с ЧПУ  
установ А

Кодирование УП	Содержание кадра УП
1	2
T01 D1	Выбор резца
G90 G54 G18	Абсолютные размеры, сдвиг нулевой точки, выбор рабочей плоскости X-Z
G96 S200 Lims=1100M4	Постоянная скорость резания, вращение шпинделя против часовой стрелки.
G0 X47 Z2	Перемещение на ускоренной подаче в точку с указанными координатами
M8	Включение подачи СОЖ
CYCLE95 ("contur",2.8, , , , 0.35, , , , 2)	Цикл снятия припуска: 1.85 – максимально снимаемый припуск, 0.35–рабочая подача, 2 – расстояние отвода инструмента
"contur"	подпрограмма
G90 G18 DIAMON	Абсолютные размеры, выбор рабочей плоскости X-Z, параметры размеров заданы диаметрально
G0 X47 Z2	Перемещение к заданным координатам на ускоренной подаче
G1 Z0	Перемещение к заданным координатам на рабочей подаче
X54.5	Перемещение к заданным координатам на рабочей подаче
Z-55 X76.5	Перемещение к заданным координатам на рабочей подаче
X126	Перемещение к заданным координатам на рабочей подаче
Z-76	Перемещение к заданным координатам на рабочей подаче
M17	Конец подпрограммы

Продолжение таблицы 12

1	2
M9 M5	Отключение подачи СОЖ, выключение оборотов
G0 X420Z300	Ускоренное перемещение в безопасную точку смены инструмента
T02D1	Смена инструмента
G96 S220 Lims=1100 M4	Постоянная скорость резания, вращение шпинделя против часовой стрелки.
G90 G54 G18	Абсолютные размеры, сдвиг нулевой точки, выбор рабочей плоскости X-Z,
G0 X126 Z-53	Перемещение на ускоренной подаче в точку с указанными координатами
G1 Z-55 F0.2 M8	Перемещение к заданным координатам, включение рабочей подачи, включение подачи СОЖ
Z-76	Перемещение к заданным координатам на рабочей подаче
M9 M5	Отключение подачи СОЖ, выключение оборотов
G0 X400 Z300	Ускоренное перемещение в безопасную точку смены инструмента
T03D1	Смена инструмента
G96 S100 Lims=500 M4	Постоянная скорость резания, вращение шпинделя против часовой стрелки.
G90 G54 G18	Абсолютные размеры, сдвиг нулевой точки, выбор рабочей плоскости X-Z
G0 X50 Z2	Перемещение на ускоренной подаче в точку с указанными координатами
G1 Z0F0.18 M8	Перемещение к заданным координатам, включение рабочей подачи, включение подачи СОЖ
Z-38	Перемещение к заданным координатам на рабочей подаче
X45	Перемещение к заданным координатам на рабочей подаче
Z-44	Перемещение к заданным координатам на рабочей подаче
G0 X40 Z2	Перемещение на ускоренной подаче в точку с указанными координатами
M9 M5	Отключение подачи СОЖ, выключение оборотов
G0 X400 Z300	Ускоренное перемещение в безопасную точку смены инструмента



Окончание таблицы 12

1	2
Z-34	Перемещение к заданным координатам на рабочей подаче
X50.25	Перемещение к заданным координатам на рабочей подаче
X49	Перемещение к заданным координатам на рабочей подаче
Z-36	Перемещение к заданным координатам на рабочей подаче
X50.25	Перемещение к заданным координатам на рабочей подаче
X49	Перемещение к заданным координатам на рабочей подаче
G0 X40 Z2	Перемещение к заданным координатам на ускоренной подаче
M9 M5	Отключение подачи СОЖ, выключение оборотов
G0 X400 Z300	Ускоренное перемещение в безопасную точку смены инструмента
M30	Конец программы

#### 4. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

##### 4.1. Расчет капитальных затрат

В представленной работе разработан технологический процесс механической обработки детали «Ступица». Производство – среднесерийное. Количество деталей 3000 штук в год.

Данный технологический проект разрабатывался с учетом применения высокоточного оборудования с ЧПУ и современного режущего инструмента.

В экономической части проекта произведем расчет капитальных затрат и определение себестоимости изготовления детали по двум вариантам -

разработанному варианту и по базовому варианту

В разработанном варианте применяется обрабатывающий центр с ЧПУ модели СТХ ВЕТА 800, режущий инструмент фирмы «Sandvik Coromant». В базовом варианте используется оборудование и режущий инструмент согласно базового технологического процесса.

Размер капитальных вложений определяется по формуле [25, с.21]:

$$K = K_{об} + K_{прс} + K_{прг},$$

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

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

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

#### *Количество технологического оборудования*

Количество технологического оборудования рассчитываем по формуле[25, с.21]:

$$g = \frac{t \cdot N_{год}}{F_{об} \cdot k_{ВН} \cdot k_3},$$

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

$N_{год}$  – годовая программа производства деталей, по проектируемому варианту  $N_{год}=3000$  шт.;

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

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

$k_3$  – коэффициент загрузки оборудования, для серийного производства,  $k_3 = 0,75 \div 0,85$ . Примем  $k_3=0,8$ .

Действительный годовой фонд времени работы оборудования определим по формуле[25, с.22]:

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

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

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

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

365 – календарное количество дней;

118 – количество выходных и праздничных дней;

247 – количество рабочих дней, из них: 6 – сокращенные предпраздничные дни продолжительностью 7 ч; 241 – рабочие дни продолжительностью 8 ч.

Найдем номинальный фонд времени при двухсменной работе

$$F_H = 1970 \cdot 2 = 3940 \text{ ч.}$$

Найдем количество станков по штучно-калькуляционному времени для проектируемого варианта технологического процесса.

Для обрабатывающего центра с ЧПУ потери рабочего времени связанные с ремонтными работами составляют 4% [25, с.64]. Найдем действительный годовой фонд времени работы оборудования

$$F_{об} = 3940 \cdot \left(1 - \frac{4}{100}\right) = 3782 \text{ ч.}$$

Согласно расчетам, проведенным в разделе 3.6  $T_{ш-к}$  для разработанного варианта технологического процесса составляет 37.05 мин. или 0.6175 ч

Тогда

$$g = \frac{0.6175 \cdot 3000}{3782 \cdot 1.02 \cdot 0.8} = 0.59$$

Округлим полученное значение до ближайшего целого числа и получим  $g = 1$ .

Найдем количество станков по штучно-калькуляционному времени для базового варианта технологического процесса.

В базовом варианте технологического процесса применяется следующее оборудование

Станок токарно-винторезный 16К20

					ДП 44.03.04.101.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		60



Станок токарный с ЧПУ 16К30Ф333

Станок горизонтально - расточной 2А622

Станок радиально-сверлильный 2Н55

Станок вертикально-фрезерный МА-655А3-01

Для токарно-винторезного станка 16К20 потери рабочего времени связанные с ремонтными работами составляют 3% [25, с.64]

$$F_{об} = 3940 \cdot \left(1 - \frac{3}{100}\right) = 3821 \text{ ч.}$$

Для токарного станка с ЧПУ 16К30Ф333 потери рабочего времени связанные с ремонтными работами составляют 3% [25, с.64]

$$F_{об} = 3940 \cdot \left(1 - \frac{3}{100}\right) = 3821 \text{ ч.}$$

Для горизонтально-расточного станка 2А622 потери рабочего времени связанные с ремонтными работами составляют 3,6% [25, с.64]

$$F_{об} = 3940 \cdot \left(1 - \frac{3,6}{100}\right) = 3798 \text{ ч.}$$

Для радиально-сверлильного станка 2Н55 потери рабочего времени связанные с ремонтными работами составляют 1,5% [25, с.64]

$$F_{об} = 3940 \cdot \left(1 - \frac{1,5}{100}\right) = 3880 \text{ ч.}$$

Для вертикально-фрезерного станка МА-655А3-01 потери рабочего времени связанные с ремонтными работами составляют 2% [25, с.64]

$$F_{об} = 3940 \cdot \left(1 - \frac{2}{100}\right) = 3861 \text{ ч.}$$

Определим количество станков по штучно-калькуляционному времени для базового варианта технологического процесса.

Тш-к для операций, выполняемых на токарно-винторезном станке 16К20 составляет 16мин или 0,26 часа.

$$g = \frac{0.26 \cdot 3000}{3821 \cdot 1.02 \cdot 0.8} = 0.25, \text{ примем } g=1$$

Тш-к для операций выполняемых на токарном станке с ЧПУ

									Лист
									61
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.101.ПЗ				

16К30Ф333 составляет 30мин или 0,5 часа.

$$g = \frac{0.5 \cdot 3000}{3821 \cdot 1.02 \cdot 0.8} = 0.48, \text{ примем } g=1$$

Тш-к для операций выполняемых на горизонтально-расточном станке 2А622 составляет 12мин или 0,20 часа.

$$g = \frac{0.20 \cdot 3000}{3798 \cdot 1.02 \cdot 0.8} = 0.2, \text{ примем } g=1$$

Тш-к для операций выполняемых на радиально-сверлильном станке 2Н55 составляет 8мин или 0,13 часа.

$$g = \frac{0.13 \cdot 3000}{3880 \cdot 1.02 \cdot 0.8} = 0.12, \text{ примем } g=1$$

Тш-к для операций выполняемых на радиально-сверлильном станке 2Н55 составляет 20мин или 0,3 часа.

$$g = \frac{0.3 \cdot 3000}{3861 \cdot 1.02 \cdot 0.8} = 0.3, \text{ примем } g=1$$

Занесем информацию по количеству станков согласно штучно-калькуляционному времени в таблицы 13 и14.

Таблица 13 - Количество станков по штучно-калькуляционному времени для проектируемого варианта

Модель станка	Тш-к, ч.	Расчетное кол-во станков, шт.	Принятое кол-во станков, шт.	Фактический коэффициент загрузки станка
СТХ ВЕТА800	0,6175	0,59	1	0,59

Таблица 14 - Количество станков по штучно-калькуляционному времени для базового варианта

Модель станка	Тш-к, ч.	Расчетное кол-во станков, шт.	Принятое кол-во станков, шт.	Фактический коэффициент загрузки станка
16K20	0,26	0,25	1	0,25
16K30Ф333	0,5	0,48	1	0,48
2A622	0,03	0,2	1	0,2
2Н55	0,08	0,12	1	0,12
МА-655А3-01	0,1	0,3	1	0,3

Составим ведомость оборудования по проектируемому и базовому вариантам. Результаты сведем в таблицу 15 и 16.

Таблица 15 - Сводная ведомость оборудования по проектируемому варианту

Наименование оборудования	Модель	Количество оборудования	Мощность, кВт		Стоимость одного станка, т. руб.			Стоимость всего оборудования, т. руб.
			Одного станка	Всех станков	Цена	Монтаж	Демонтаж	
ОЦ с ЧПУ	СТХ ВЕТА800	1	25	25	15631			15631
Итого		1		25				15631

Таблица 16 - Сводная ведомость оборудования по базовому варианту

Наименование оборудования	Модель	Количество оборудования	Мощность, кВт		Стоимость одного станка, т. руб.				Стоимость всего оборудования, т. руб.
			Одного станка	Всех станков	Цена	Монтаж	Демонтаж	Первоначальная стоимость	
Токарно-винторезный	16К20	1	10	10	1585				1585
Токарный с ЧПУ	16К30Ф333	1	22	22	9400				9400
Горизонтально-расточной	2А622	1	25	25	11833				11833
Радиально-сверлильный	2Н55	1	4,5	4,5	300				300
Вертикально-фрезерный	МА-655А3-01	1	17	17	7500				7500
Итого		5			30618				30618

Определим капитальные вложения в оборудование по проектируемому варианту технологического процесса, с учетом его фактической загрузки

$$K_{об} = 0,59 \cdot 15631 = 9222 \text{ т.руб.}$$

Определим капитальные вложения в оборудование по базовому варианту технологического процесса, с учетом его фактической загрузки

$$K_{об} = 0,25 \cdot 1585 + 0,48 \cdot 9400 + 0,2 \cdot 11833 + 0,12 \cdot 300 + 0,3 \cdot 7500 = 9560 \text{ т.руб.}$$

Капитальные вложения в программное обеспечение можно не учитывать т.к. предприятие располагает всем необходимым оборудованием для программирования станков с ЧПУ.

Затраты на приобретение или создание приспособлений относятся к капитальным вложениям только в том случае, если срок их полезного использования больше одного года либо стоимость превышает 10 тыс. р. В противном случае эти затраты относятся к годовым эксплуатационным издержкам.[25, с.22]

#### 4.2. Расчет технологической себестоимости детали

Технологическая себестоимость детали складывается из следующих элементов, согласно формуле[25, с.24]:

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

где:  $Z_m$  – затраты на материалы, руб.;

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

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

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

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

$Z_и$  – затраты на малоценный инструмент, руб.

##### *Затраты на материалы*

Т.к. способ изготовления заготовки в проектируемом варианте и базовом варианте одинаковый (штамповка), затраты на материалы не рассчитываются [25, с.26]

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

Определим затраты на заработную плату основных и вспомогательных рабочих, участвующих в технологическом процессе обработки детали [25, с.26]:

$$Z_{зп} = Z_{пр} + Z_н + Z_к + Z_{тр} ,$$

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

					ДП 44.03.04.101.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		65

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

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

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

Определим численность станочников по формуле [25, с.26]:

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

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, по обоим вариантам

$N_{год} = 3000$  шт.

Найдем действительный фонд времени работы станочника согласно производственному календарю на текущий год:

365 – календарное количество дней;

118 – количество выходных и праздничных дней;

247 – количество рабочих дней, из них: 6 – сокращенные предпраздничные дни продолжительностью 7 ч;

241 – рабочие дни продолжительностью 8 ч;

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

Следовательно, количество рабочих часов станочника составляет 1682 ч.

Определим численность станочников по проектируемому варианту

$$Ч_{ст} = \frac{37,05 \cdot 3000 \cdot 1}{1682 \cdot 60} = 1,1$$

									Лист
									66
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.101.ПЗ				

Определим численность станочников по базовому варианту

Для токарной операции

$$Ч_{ст} = \frac{16 \cdot 3000 \cdot 1}{1682 \cdot 60} = 0,47$$

Для токарной операции с ЧПУ

$$Ч_{ст} = \frac{30 \cdot 3000 \cdot 1}{1682 \cdot 60} = 0,89$$

Для расточной операции

$$Ч_{ст} = \frac{12 \cdot 3000 \cdot 1}{1682 \cdot 60} = 0,35$$

Для сверлильной операции

$$Ч_{ст} = \frac{8 \cdot 3000 \cdot 1}{1682 \cdot 60} = 0,23$$

Для фрезерной операции

$$Ч_{ст} = \frac{20 \cdot 3000 \cdot 1}{1682 \cdot 60} = 0,59$$

Принимая затраты на заработную плату производственных рабочих и зная численность рабочих занесем данные в таблицы 17 и 18.

Таблица 17 - Затраты на заработную плату станочников по проектируемому варианту

Наименование операции	Часовая тарифная ставка, руб.	Тш-к, мин.	Заработная плата, руб.	Численность станочников, чел.
Токарная с ЧПУ	119,2	37,05	73,6	1,1
Итого			73,6	1,1

Таблица 18 - Затраты на заработную плату станочников по базовому варианту

Наименование операции	Часовая тарифная ставка, руб.	Тш-к, мин.	Заработная плата, руб.	Численность станочников, чел.
Токарная	82,5	16	22	0,47
Токарная с ЧПУ	98,2	30	49,1	0,89
Расточная	79,1	12	15,82	0,35
Сверлильная	79,1	8	10,54	0,23
Фрезерная	83,2	20	27,73	0,59
Итого			125,19	2,53

Рассчитаем затраты на заработную плату при годовом выпуске деталей 3000шт.

$$K_{\text{мн}}=0,49; K_{\text{есн}}=1,26; K_{\text{доп}}=1,2; K_{\text{р}}=1,15[15, \text{ с.26}]$$

По проектируемому варианту

$$Z_{\text{пр}} = 73,6 \cdot 3000 \cdot 0,49 \cdot 1,26 \cdot 1,2 \cdot 1,15=188124 \text{ руб.}$$

По базовому варианту

$$Z_{\text{пр}} = 125,19 \cdot 3000 \cdot 0,49 \cdot 1,26 \cdot 1,2 \cdot 1,15=319990 \text{ руб.}$$

Оплата труда вспомогательных рабочих, как правило, осуществляется по повременной либо повременно-премиальной системе. Основная и дополнительная заработная плата вспомогательных рабочих находится по формуле [25, с.27]:

$$Z_{\text{всп}} = \frac{C_T^{\text{всп}} \cdot F_{\text{р}} \cdot Q_{\text{всп}} \cdot k_{\text{доп}} \cdot k_{\text{р}}}{N_{\text{год}}},$$

где  $F_{\text{р}}$  – действительный годовой фонд времени работы одного рабочего, ч.;

$N_{\text{год}}$  – годовая программа выпуска деталей,  $N_{\text{год}} = 3000$  шт.;

$k_{\text{р}}$  – районный коэффициент,  $k_{\text{р}} = 1,15$ ;

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



$$K_{\text{доп}} = 1,2;$$

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

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

Определим численность вспомогательных рабочих соответствующей специальности и разряда для проектируемого варианта по формуле[25, с.27]:

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

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

$$g_{\text{п}} = 0,59 \text{ шт.};$$

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

$N$  – число станков, обслуживаемых одним наладчиком,  $N = 9$  шт.

$$Ч_{\text{нал}} = \frac{0,59 \cdot 2}{9} = 0,13 \text{ чел.}$$

Определим численность электронщиков, при условии обслуживания одним электронщиком 6-ти станков

$$Ч_{\text{эл}} = \frac{0,59 \cdot 2}{6} = 0,19 \text{ чел.}$$

Численность транспортных рабочих составляет 5% от числа станочников, численность контролеров - 7% от числа станочников[25, с.27], тогда:

$$Ч_{\text{трансп.}} = 0,05 \cdot 1,1 = 0,055 \text{ чел.};$$

$$Ч_{\text{контр.}} = 0,07 \cdot 1,1 = 0,077 \text{ чел.}$$

Рассчитаем затраты на заработную плату вспомогательных рабочих по проектируемому варианту

$$З_{\text{нал}} = \frac{72,3 \cdot 1682 \cdot 0,13 \cdot 1,2 \cdot 1,15}{3000} = 7,27 \text{ руб.}$$

$$З_{\text{эл}} = \frac{90,2 \cdot 1682 \cdot 0,19 \cdot 1,2 \cdot 1,15}{3000} = 13,26 \text{ руб.}$$

					ДП 44.03.04.101.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		69

$$Z_{\text{тр}} = \frac{62,5 \cdot 1682 \cdot 0,055 \cdot 1,2 \cdot 1,15}{3000} = 2,65 \text{ руб}$$

$$Z_{\text{кон}} = \frac{57,4 \cdot 1682 \cdot 0,077 \cdot 1,2 \cdot 1,15}{3000} = 3,41 \text{ руб}$$

Данные о численности вспомогательных рабочих и заработной плате, приходящейся на одну деталь по проектируемому варианту, сведем в таблицу 19.

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

Специальность рабочего	Часовая тарифная ставка, руб.	Численность, чел.	Затраты на изготовление одной детали, руб.
Наладчик	72,3	0,13	7,27
Электронщик	90,2	0,19	13,26
Транспортный рабочий	62,5	0,055	2,65
Контролер	57,4	0,077	3,41
Итого		0,45	26,59

Рассчитаем затраты на заработную плату для вспомогательных рабочих по проектируемому варианту на годовую партию

$$Z_{\text{зп}} = 26,59 \cdot 3000 = 79770 \text{ руб.}$$

Определим численность вспомогательных рабочих соответствующей специальности и разряда для базового варианта по формуле:

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

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

$$g_n = 1,35 \text{ шт.};$$

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

$N$  – число станков, обслуживаемых одним наладчиком,  $N = 9$  шт.

$$Ч_{\text{нал}} = \frac{1,35 \cdot 2}{9} = 0,3 \text{ чел.}$$

Определим численность электронщиков, при условии обслуживания одним электронщиком 6-ти станков

$$Ч_{эл} = \frac{1,35 \cdot 2}{6} = 0,45 \text{ чел.}$$

Численность транспортных рабочих составляет 5% от числа станочников, численность контролеров - 7% от числа станочников, тогда:

$$Ч_{трансп.} = 0,05 \cdot 2,53 = 0,12 \text{ чел.};$$

$$Ч_{контр.} = 0,07 \cdot 2,53 = 0,19 \text{ чел.}$$

Определим затраты на заработную плату вспомогательных рабочих по базовому варианту

$$З_{нал} = \frac{72,3 \cdot 1682 \cdot 0,3 \cdot 1,2 \cdot 1,15}{3000} = 16,78 \text{ руб.}$$

$$З_{эл} = \frac{90,2 \cdot 1682 \cdot 0,45 \cdot 1,2 \cdot 1,15}{3000} = 31,4 \text{ руб.}$$

$$З_{тр} = \frac{62,5 \cdot 1682 \cdot 0,12 \cdot 1,2 \cdot 1,15}{3000} = 5,8 \text{ руб}$$

$$З_{кон} = \frac{57,4 \cdot 1682 \cdot 0,19 \cdot 1,2 \cdot 1,15}{3000} = 8,43 \text{ руб}$$

Данные о численности вспомогательных рабочих и заработной плате, приходящейся на одну деталь по базовому варианту, сведем в таблицу 20.

					ДП 44.03.04.101.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		71

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

Специальность рабочего	Часовая тарифная ставка, руб.	Численность, чел.	Затраты на изготовление одной детали, руб.
Наладчик	72,3	0,3	16,78
Электронщик	90,2	0,45	31,4
Транспортный рабочий	62,5	0,12	5,8
Контролер	57,4	0,19	8,43
Итого		1,06	62,41

Рассчитаем затраты на заработную плату для вспомогательных рабочих по базовому варианту на годовую партию

$$Z_{\text{зп}} = 62,41 \cdot 3000 = 187230 \text{ руб.}$$

Определим затраты на заработную плату основных и вспомогательных рабочих, участвующих в технологическом процессе обработки детали для проектируемого варианта

$$Z_{\text{зп}} = 188124 + 79770 = 267894 \text{ руб.}$$

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

Для проектируемого варианта отчисления составят

$$267894 \cdot 0,3 = 80368 \text{ руб.}$$

Определим затраты на заработную плату основных и вспомогательных рабочих, участвующих в технологическом процессе обработки детали для базового варианта

$$Z_{\text{зп}} = 319990 + 187230 = 507220 \text{ руб.}$$

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

Для проектируемого варианта отчисления составят

$$507220 \cdot 0,3 = 152166 \text{ руб.}$$

### Затраты на электроэнергию

Затраты на электроэнергию, расходуемую при выполнении одной детали операции, определяются по формуле [25, с.28]:

$$Z_3 = \frac{N_y \cdot k_N \cdot k_{вр} \cdot k_{од} \cdot k_w \cdot t}{\eta \cdot k_{вн}} \cdot C_3,$$

где  $N_y$  – установленная мощность главного электродвигателя, кВт;

$k_N$  – средний коэффициент загрузки электродвигателя по мощности,

$k_N = 0,2 - 0,4$  [25, с.28];

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

крупносерийного производства  $k_{вр} = 0,7$  [25, с.28];

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

$k_w$  – коэффициент, учитывающий потери электроэнергии в сети предприятия,  $k_w = 1,04 - 1,08$  [25, с.28];

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

$k_{вн}$  – коэффициент выполнения норм,  $k_{вн} = 1,02$  [25, с.28];

$C_3$  – стоимость 1 кВт·ч электроэнергии,  $C_3 = 3,54$  руб.

Затраты на электроэнергию для проектируемого варианта

$$Z_3 = \frac{25 \cdot 0,3 \cdot 0,7 \cdot 1 \cdot 1,05 \cdot 0,617}{0,9 \cdot 1,02} \cdot 3,54 = 14,24 \text{ руб.}$$

Результаты вычислений занесем в таблицу 21.

Таблица 21 - Затраты на электроэнергию по проектируемому варианту

Модель станка	Мощность станка, кВт	Тш-к, ч.	Затраты на электроэнергию, руб.
СТХ ВЕТА 800	25	0,617	14,24
Итого			14,24

Затраты на электроэнергию по проектируемому варианту за год.

$$14,24 \cdot 3000 = 42720 \text{ руб.}$$

Затраты на электроэнергию для базового варианта

Станок 16K20

$$Z_3 = \frac{10 \cdot 0,3 \cdot 0,7 \cdot 1 \cdot 1,05 \cdot 0,26}{0,75 \cdot 1,02} \cdot 3,54 = 2,65 \text{ руб.}$$

Станок 16K30Ф333

$$Z_3 = \frac{22 \cdot 0,3 \cdot 0,7 \cdot 1 \cdot 1,05 \cdot 0,5}{0,75 \cdot 1,02} \cdot 3,54 = 11,22 \text{ руб.}$$

Станок 2A622

$$Z_3 = \frac{25 \cdot 0,3 \cdot 0,7 \cdot 1 \cdot 1,05 \cdot 0,2}{0,8 \cdot 1,02} \cdot 3,54 = 4,78 \text{ руб.}$$

Станок 2H55

$$Z_3 = \frac{4,5 \cdot 0,3 \cdot 0,7 \cdot 1 \cdot 1,05 \cdot 0,13}{0,8 \cdot 1,02} \cdot 3,54 = 0,55 \text{ руб.}$$

Станок МА 655А3-01

$$Z_3 = \frac{15 \cdot 0,3 \cdot 0,7 \cdot 1 \cdot 1,05 \cdot 0,3}{0,8 \cdot 1,02} \cdot 3,54 = 4,3 \text{ руб.}$$

Результаты вычислений занесем в таблицу 22.

Таблица 22 - Затраты на электроэнергию по базовому варианту

Модель станка	Мощность станка, кВт	Тш-к, ч.	Затраты на электроэнергию, руб.
16K20	10	0,26	2,65
16K30Ф333	22	0,5	11,22
2A622	25	0,2	4,78
2H55	4,5	0,13	0,55
МА 655А3-01	15	0,3	4,3
Итого			23,5

Затраты на электроэнергию по базовому варианту за год.

$$23,5 \cdot 3000 = 70500 \text{ руб.}$$

*Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования*

Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования определяются по формуле [25, с.29]:

$$Z_{об} = C_{ам} + C_{рем},$$

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

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

Амортизационные отчисления на каждый вид оборудования определяют по формуле [25, с.29]:

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

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

$H_{ам}$  – норма амортизационных отчислений,  $H_{ам} = 10\%$

$t$  – штучно-калькуляционное время, ч.

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

$$F_{об} = 3364 \text{ ч.}$$

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

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

Рассчитаем амортизационные отчисления по проектируемому варианту

$$C_{ам} = \frac{15631000 \cdot 0,1 \cdot 0,617}{3364 \cdot 0,85 \cdot 1,02} = 330 \text{ руб.}$$

Рассчитаем амортизационные отчисления по базовому варианту

Станок 16К20

$$C_{ам} = \frac{1585000 \cdot 0,1 \cdot 0,26}{3364 \cdot 0,85 \cdot 1,02} = 14,13 \text{ руб.}$$

Станок 16К30Ф333

$$C_{\text{ам}} = \frac{9500000 \cdot 0,1 \cdot 0,5}{3364 \cdot 0,85 \cdot 1,02} = 162,8 \text{ руб.}$$

Станок 2А622

$$C_{\text{ам}} = \frac{11833000 \cdot 0,1 \cdot 0,2}{3364 \cdot 0,85 \cdot 1,02} = 81,15 \text{ руб.}$$

Станок 16К20

$$C_{\text{ам}} = \frac{300000 \cdot 0,1 \cdot 0,13}{3364 \cdot 0,85 \cdot 1,02} = 1,33 \text{ руб.}$$

Станок 16К20

$$C_{\text{ам}} = \frac{7500000 \cdot 0,1 \cdot 0,3}{3364 \cdot 0,85 \cdot 1,02} = 77,16 \text{ руб.}$$

Суммарные амортизационные отчисления по базовому варианту

$$C_{\text{ам}} = 14,13 + 162,8 + 81,15 + 1,33 + 77,16 = 336,57 \text{ руб.}$$

Затраты на текущий ремонт оборудования можно определить путем укрупненного расчета по примерным нормам затрат на ремонт от стоимости оборудования. [25, с.30]

Для металлорежущих станков работающих не абразивным инструментом массой до 10т. примерная доля затрат на ремонт составляет 7,6% от стоимости станка. [25, с.65]

Для станков массой более 10т. Примерная доля затрат составляет 8,4% от стоимости станка. [25, с.65]

Для проектируемого варианта

$$C_{\text{рем}} = \frac{15631000 \cdot 0,076}{3000} = 395,98 \text{ руб.}$$

Для базового варианта

Станок 16К20

$$C_{\text{рем}} = \frac{1585000 \cdot 0,076}{3000} = 40,15 \text{ руб.}$$



Станок 16К30Ф333

$$C_{\text{рем}} = \frac{9400000 \cdot 0,076}{3000} = 238,1 \text{ руб.}$$

Станок 2А622

$$C_{\text{рем}} = \frac{11833000 \cdot 0,084}{3000} = 331,3 \text{ руб.}$$

Станок 2Н55

$$C_{\text{рем}} = \frac{300000 \cdot 0,076}{3000} = 7,6 \text{ руб.}$$

Станок МА 655А3-01

$$C_{\text{рем}} = \frac{7500000 \cdot 0,084}{3000} = 210 \text{ руб.}$$

Суммарные затраты на текущий ремонт для базового варианта составят 827,15руб.

Результаты вычислений затрат на содержание и эксплуатацию технологического оборудования занесем в таблицы 23 и 24.

Таблица 23 - Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования по проектируемому варианту

Модель станка	Стоимость руб.	Кол-во, шт.	Норма амортизационных отчислений, %	Тш-к, ч	Амортизационные отчисления, руб.	Затраты на ремонт, руб.
СТХ ВЕТА 800	15631000	1	10	0,617	330	395,98

Таблица 24 - Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования по базовому варианту

Модель станка	Стоимость руб.	Кол-во, шт.	Норма амортизационных отчислений, %	Тш-к, ч	Амортизационные отчисления, руб.	Затраты на ремонт, руб.
16К20	1585000	1	10	0,26	14,13	40,15
16К30Ф 333	9400000	1	10	0,5	162,8	238,1
2А622	11833000	1	10	0,2	81,51	331,3
2Н55	300000	1	10	0,13	1,33	7,6
МА 655А3- 01	7500000	1	10	0,3	77,16	210
Итого	30618000	5		1,39	336,57	827,15

По проектируемому варианту

$$Z_{об} = 330 + 395,98 = 725,98 \text{ руб.}$$

По базовому варианту

$$Z_{об} = 336,57 + 827,15 = 1163,72 \text{ руб.}$$

*Затраты на эксплуатацию инструмента*

Затраты на эксплуатацию инструмента рассчитывают по формуле [25, с.30]:

$$Z_{эи} = \frac{C_{и} + \beta_{п} \cdot C_{п}}{T_{ст} \cdot (\beta_{п} + 1)} \cdot T_{м} \cdot \eta_{и}$$

где  $C_{и}$  – цена единицы инструмента

$\beta_{п}$  – число переточек

$C_{п}$  – стоимость одной переточки

$T_{ст}$  – период стойкости инструмента

$T_m$  – машинное время

$\eta_{и}$  – коэффициент случайной убыли

Произведем расчет по инструменту для проектируемого варианта

-Пластина CNMG 120408PMCGC4325

$C_{и} = 495$ руб,  $\beta_{п} = 0$ ,  $C_{п} = 0$ ,  $T_{ст} = 315$ мин,  $T_m = 1,63$ мин,  $\eta_{и} = 0,9$

$Z_{эи} = 2,3$  руб.

-Пластина TR-DC1308-FGC4325

$C_{и} = 512$ руб,  $\beta_{п} = 0$ ,  $C_{п} = 0$ ,  $T_{ст} = 307$ мин,  $T_m = 1,05$ мин,  $\eta_{и} = 0,9$

$Z_{эи} = 1,5$  руб.

-Пластина CCMT 120408-URGC4325

$C_{и} = 620$ руб,  $\beta_{п} = 0$ ,  $C_{п} = 0$ ,  $T_{ст} = 295$ мин,  $T_m = 1,52$ мин,  $\eta_{и} = 0,9$

$Z_{эи} = 2,8$  руб

-Пластина N151.3-200-20-4G

$C_{и} = 612$ руб,  $\beta_{п} = 0$ ,  $C_{п} = 0$ ,  $T_{ст} = 301$ мин,  $T_m = 0,43$ мин,  $\eta_{и} = 0,9$

$Z_{эи} = 0,7$  руб

-Сверло 860.2.0685-021A1-PM 4234

$C_{и} = 6521$ руб,  $\beta_{п} = 0$ ,  $C_{п} = 0$ ,  $T_{ст} = 201$ мин,  $T_m = 0,32$ мин,  $\eta_{и} = 0,9$

$Z_{эи} = 9,3$  руб

-Метчик E49M8

$C_{и} = 7256$ руб,  $\beta_{п} = 0$ ,  $C_{п} = 0$ ,  $T_{ст} = 165$ мин,  $T_m = 0,26$ мин,  $\eta_{и} = 0,9$

$Z_{эи} = 10,2$  руб

-Сверло 860.1.1100-037A1-PM 4234

$C_{и} = 6521$ руб,  $\beta_{п} = 0$ ,  $C_{п} = 0$ ,  $T_{ст} = 201$ мин,  $T_m = 0,15$ мин,  $\eta_{и} = 0,9$

$Z_{эи} = 4,3$  руб

-Метчик EO49M20

$C_{и} = 8352$ руб,  $\beta_{п} = 0$ ,  $C_{п} = 0$ ,  $T_{ст} = 165$ мин,  $T_m = 0,12$ мин,  $\eta_{и} = 0,9$

$Z_{эи} = 5,4$  руб

					ДП 44.03.04.101.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		79

-Сверло центровочное, DIN333 HSS, двустороннее CD-AYAMAWA

$C_{и} = 2568$ руб,  $\beta_{п} = 0$ ,  $C_{п} = 0$ ,  $T_{ст} = 201$ мин,  $T_{м} = 0,008$ мин,  $\eta_{и} = 0,9$

$Z_{эи} = 0,1$  руб

-Сверло 860.1-2000-077A1-PM 4234

$C_{и} = 7851$ руб,  $\beta_{п} = 0$ ,  $C_{п} = 0$ ,  $T_{ст} = 201$ мин,  $T_{м} = 0,06$ мин,  $\eta_{и} = 0,9$

$Z_{эи} = 2,1$  руб

-Фреза концевая 2P342-2000-CMA CoroMill

$C_{и} = 14253$ руб,  $\beta_{п} = 0$ ,  $C_{п} = 0$ ,  $T_{ст} = 322$ мин,  $T_{м} = 2,7$ мин,  $\eta_{и} = 0,9$

$Z_{эи} = 107$ руб

-Фреза концевая для обработки фасок 1C050-0150-060-ХА CoroMill

$C_{и} = 4236$  руб,  $\beta_{п} = 0$ ,  $C_{п} = 0$ ,  $T_{ст} = 285$ мин,  $T_{м} = 0,015$ мин,  $\eta_{и} = 0,9$

$Z_{эи} = 0,2$ руб

-Метчик EP09PM22

$C_{и} = 7654$  руб,  $\beta_{п} = 0$ ,  $C_{п} = 0$ ,  $T_{ст} = 165$ мин,  $T_{м} = 0,04$ мин,  $\eta_{и} = 0,9$

$Z_{эи} = 1,6$ руб

Затраты на эксплуатацию инструмента по проектируемому варианту

$Z_{эи} = 2,3 + 1,5 + 2,8 + 0,7 + 9,3 + 10,2 + 4,3 + 5,4 + 0,1 + 2,1 + 107 + 0,2 + 1,6 = 147,5$  руб.

Произведем расчет по инструменту для базового варианта

-Резец 2103-0009 T15K6 ГОСТ 18879-73

$C_{и} = 451$ руб,  $\beta_{п} = 0$ ,  $C_{п} = 0$ ,  $T_{ст} = 120$ мин,  $T_{м} = 12$ мин,  $\eta_{и} = 0,9$

$Z_{эи} = 40,59$ руб

-Сверло  $\varnothing 20$  P6M5 2301-0069 ГОСТ 10903-77

$C_{и} = 576$  руб,  $\beta_{п} = 0$ ,  $C_{п} = 0$ ,  $T_{ст} = 45$ мин,  $T_{м} = 2$ мин,  $\eta_{и} = 0,9$

$Z_{эи} = 23,04$ руб

-Сверло  $\varnothing 80$  P6M5 2301-0188 ГОСТ 10903-77

$C_{и} = 5980$  руб,  $\beta_{п} = 0$ ,  $C_{п} = 0$ ,  $T_{ст} = 100$ мин,  $T_{м} = 2$ мин,  $\eta_{и} = 0,9$

$Z_{эи} = 107,64$ руб

-Резец расточной 2141-0059 T15K6 ГОСТ 18883-73

					ДП 44.03.04.101.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		80

$\Pi_{и} = 358 \text{руб}$ ,  $\beta_{п} = 0$ ,  $\Pi_{п} = 0$ ,  $T_{ст} = 90 \text{мин}$ ,  $T_{м} = 10 \text{мин}$ ,  $\eta_{и} = 0,9$

$Z_{эи} = 35,8 \text{руб}$

-Резец канавочный 2128-0004 Т15К6 МН617-64

$\Pi_{и} = 305 \text{руб}$ ,  $\beta_{п} = 0$ ,  $\Pi_{п} = 0$ ,  $T_{ст} = 60 \text{мин}$ ,  $T_{м} = 0,5 \text{мин}$ ,  $\eta_{и} = 0,9$

$Z_{эи} = 2,2 \text{руб}$

-Сверло  $\emptyset 17,5$  Р6М5 2301-0060 ГОСТ 10903-77

$\Pi_{и} = 495 \text{руб}$ ,  $\beta_{п} = 0$ ,  $\Pi_{п} = 0$ ,  $T_{ст} = 45 \text{мин}$ ,  $T_{м} = 0,5 \text{мин}$ ,  $\eta_{и} = 0,9$

$Z_{эи} = 4,95 \text{руб}$

-Сверло  $\emptyset 21$  Р6М5 2301-0073 ГОСТ 10903-77

$\Pi_{и} = 595 \text{руб}$ ,  $\beta_{п} = 0$ ,  $\Pi_{п} = 0$ ,  $T_{ст} = 45 \text{мин}$ ,  $T_{м} = 0,3 \text{мин}$ ,  $\eta_{и} = 0,9$

$Z_{эи} = 3,57 \text{руб}$

-Зенкер  $\emptyset 29$  177-49-96

$\Pi_{и} = 970 \text{руб}$ ,  $\beta_{п} = 0$ ,  $\Pi_{п} = 0$ ,  $T_{ст} = 30 \text{мин}$ ,  $T_{м} = 0,3 \text{мин}$ ,  $\eta_{и} = 0,9$

$Z_{эи} = 8,73 \text{руб}$

-Метчик М22 2621-1757 ГОСТ 3266-81

$\Pi_{и} = 470 \text{руб}$ ,  $\beta_{п} = 0$ ,  $\Pi_{п} = 0$ ,  $T_{ст} = 30 \text{мин}$ ,  $T_{м} = 0,3 \text{мин}$ ,  $\eta_{и} = 0,9$

$Z_{эи} = 4,23 \text{руб}$

-Сверло  $\emptyset 6,8$  Р6М5 2300-0309 ГОСТ 10902-77

$\Pi_{и} = 182 \text{руб}$ ,  $\beta_{п} = 0$ ,  $\Pi_{п} = 0$ ,  $T_{ст} = 30 \text{мин}$ ,  $T_{м} = 1,5 \text{мин}$ ,  $\eta_{и} = 0,9$

$Z_{эи} = 8,19 \text{руб}$

-Сверло  $\emptyset 18,5$  Р6М5 2301-0063 ГОСТ 10903-77

$\Pi_{и} = 495 \text{руб}$ ,  $\beta_{п} = 0$ ,  $\Pi_{п} = 0$ ,  $T_{ст} = 45 \text{мин}$ ,  $T_{м} = 0,5 \text{мин}$ ,  $\eta_{и} = 0,9$

$Z_{эи} = 4,95 \text{руб}$

-Зенковка 2353-0133 ГОСТ 14953-80

$\Pi_{и} = 372 \text{руб}$ ,  $\beta_{п} = 0$ ,  $\Pi_{п} = 0$ ,  $T_{ст} = 45 \text{мин}$ ,  $T_{м} = 0,5 \text{мин}$ ,  $\eta_{и} = 0,9$

$Z_{эи} = 3,72 \text{руб}$

-Метчик М8 2621-1223 ГОСТ 3266-81

$\Pi_{и} = 354 \text{руб}$ ,  $\beta_{п} = 0$ ,  $\Pi_{п} = 0$ ,  $T_{ст} = 30 \text{мин}$ ,  $T_{м} = 1 \text{мин}$ ,  $\eta_{и} = 0,9$

$Z_{эи} = 10,62 \text{руб}$

					ДП 44.03.04.101.ПЗ	Лист
						81
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

-Метчик М20 2621-1719 ГОСТ 3266-81

$C_{и} = 450$  руб,  $\beta_{п} = 0$ ,  $C_{п} = 0$ ,  $T_{ст} = 30$  мин,  $T_{м} = 1$  мин,  $\eta_{и} = 0,9$

$Z_{эи} = 13,5$  руб

-Фреза  $\varnothing 25$  2223-0011 ГОСТ 17026-71

$C_{и} = 2158$  руб,  $\beta_{п} = 0$ ,  $C_{п} = 0$ ,  $T_{ст} = 90$  мин,  $T_{м} = 3$  мин,  $\eta_{и} = 0,9$

$Z_{эи} = 64,74$  руб

Рассчитаем затраты на эксплуатацию инструмента по базовому варианту

$Z_{эи} = 40,59 + 23,04 + 107,64 + 35,8 + 2,2 + 4,95 + 3,57 + 8,73 + 4,23 + 8,19 + 4,95 + 3,72 + 10,62 + 13,5 + 64,74 = 327,47$  руб.

Результаты расчетов технологической себестоимости одной детали сведем в таблицу 25.

Таблица 25-Технологическая себестоимость детали

Статья затрат	Проектируемый вариант, руб.	Базовый вариант, руб.
Заработная плата с начислениями	130,24	243,88
Затраты на технологическую энергия	14,24	23,5
Затраты на содержание и эксплуатацию оборудования	395,98	827,15
Затраты на инструмент	147,5	327,47
Итого	687,96	1422

Рассчитаем годовую экономию при производстве детали Ступица по проектируемому варианту[25, с.31]:

$$\mathcal{E}_r = (C_{б} - C_{пр}) \cdot N,$$

где  $C_{б}$  – технологическая себестоимость одной детали по базовому варианту, руб.

$C_{пр}$  – технологическая себестоимость одной детали по проектируемому варианту, руб.

$N$  – годовая программа выпуска деталей, шт.

$$\mathcal{E}_r = (1422 - 687,96) \cdot 3000 = 2202120 \text{ руб.}$$

Производство детали Ступица по проектируемому варианту технологического процесса экономически более выгодно по сравнению с базовым вариантом технологического процесса.

### 4.3. Анализ уровня технологии производства

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

К показателям уровня технологии производства относятся

- структура технологического оборудования
- доля прогрессивного оборудования

*Структура технологического оборудования*

Удельный вес каждой операции определяется по формуле [25, с.34]:

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

где:  $T^i$  – штучно-калькуляционное время на каждую операцию, мин.

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

$$Y_{\text{оп}} (\text{СТХ ВЕТА 800}) = \frac{37,05}{37,05} \cdot 100\% = 100\%$$

*Доля прогрессивного оборудования*

Доля прогрессивного оборудования рассчитывается по его стоимости в общей стоимости использования оборудования и по количеству. Удельный вес по количеству прогрессивного оборудования рассчитывается по формуле [25, с.34]:

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

где  $g_{\text{пр}}$  – количество единиц прогрессивного оборудования

$g_{\Sigma}$  – общее количество использованного оборудования

$$Y_{\text{пр}} = \frac{1}{1} \cdot 100\% = 100\%$$

					ДП 44.03.04.101.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		83

Рассчитаем производительность труда на программной операции:

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

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

$K_{вн}$  – коэффициент выполнения норм

$t$  – штучно-калькуляционное время, мин.

Производительность труда в разработанном техпроцессе

$$B = \frac{1682 \cdot 1,2 \cdot 60}{37,05} = 3268,6 \text{ шт/чел.год}$$

Сведем технико-экономические показатели проекта по проектируемому варианту в таблицу 26.

Таблица 26 - Техничко-экономические показатели проекта

Наименование показателей	Единица измерения	Значение показателей по вариантам		Изменение показателей
		базовый	проектируемый	
Годовой выпуск деталей	шт.	3000	3000	0
Кол-во оборудования	шт.	5	1	-4
Кол-во рабочих	чел.	5	1	-4
Трудоемкость обработки одной детали	н/ч	0,97	0,617	-0,353
Технологическая себестоимость одной детали	руб.	1422	687,96	-734,04
Доля прогрессивного оборудования	%	40	100	60
Производительность труда	шт./чел.год	2080	3268	1188
Коэффициент загрузки оборудования	%	27	59	32



В проектируемом варианте технологического процесса механической обработки детали «Ступица», технологическая себестоимость изготовления одной детали составила 687,96 руб., что на 52,2% ниже, чем в базовом варианте(1422 руб.)

## **5. МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ**

### **5.1. Анализ потребностей в переподготовке кадров для ПАО «МЗиК»**

Переподготовка кадров публичного акционерного общества машиностроительный завод имени Калинина ведется на базе центра дополнительного профессионального образования «ДПО ПАО МЗиК».

В «ДПО ПАО МЗиК»установлены формы и методы подготовки, переподготовки рабочих кадров, повышения квалификации, формирования у них высокого профессионализма, современного мышления, умения работать в новых условиях.

Персональную ответственность за организацию и учебно-методическую работу на предприятиях осуществляет отдел по работе с персоналом.

На предприятии организуются следующие виды обучения сотрудников, обеспечивающие его непрерывность:

- подготовка новых сотрудников
- переподготовка сотрудников
- обучение сотрудников смежным профессиям
- повышение квалификации сотрудников

В условиях рыночной экономики потребность предприятия в квалифицированных рабочих кадрах во многом удовлетворяется за счет их подготовки и переподготовки непосредственно на производстве. Анализируя данные предоставленные отделом по работе с персоналом можно отметить, что за последние несколько лет было уделено гораздо больше внимания

					ДП 44.03.04.101.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		85

повышению квалификации сотрудников предприятия. Это в свою очередь значительно повлияло на развитие предприятия в целом. Так как рост производительности труда напрямую связан с повышением квалификации работников. С повышением квалификации рабочих кадров происходит рост качества выпускаемой продукции. При выполнении одной и той же работы квалифицированный работник затрачивает значительно меньше времени, чем менее квалифицированный. Работники с более высокой квалификацией быстрее и эффективнее осваивают новую технику, технологию, методы организации труда. Благодаря своей высшей образовательной и профессиональной подготовке, такие работники получают возможность технологически «видеть» значительно больше своих непосредственных обязанности в процессе производства. Именно это во многом предопределяет более высокую степень удовлетворения своим трудом.

В условиях нестабильности объемов производства работники предприятия могут получить дополнительные знания, пройти переподготовку, повысить свою квалификацию. Это касается не только рабочих, но и инженерно-технических работников. Соответственно, если пару лет назад ПАО «МЗиК» основной упор делал на обучение сотрудников по рабочим специальностям, на прием работников в связи с увеличением объемов производства, то в этом году кадровая политика изменилась и ориентируется в сторону именно качественной подготовки уже имеющихся специалистов.

## **5.2. Анализ профессионального стандарта по профессии оператора ОЦ с ЧПУ**

В базовом технологическом процессе механической обработки детали «Ступица» обработка производилась на следующем оборудовании:

- станок токарно-винторезный 16К20
- станок токарный с ЧПУ 16К30Ф333
- станок горизонтально расточной 2А622

					ДП 44.03.04.101.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		86



Срок обучения по профессии «Оператор станков с ПУ» составляет 17 недель, учебный график – 5 дней в неделю. Обучение проводится в рабочие дни – от 4 до 12 часов в неделю. Продолжительность теоретического обучения 10 недель, производственное обучение – 7 недель, после чего следуют квалификационные испытания.

Обучение программированию ведется непосредственно на базе учебного центра, который имеет 6 учебных рабочих мест для подготовки по профессии «оператор станков с ЧПУ». Каждое место оснащено учебными имитационными стойками Сименс с системой ЧПУ Sinumerik 840Di.



Рисунок 13 – Оборудование для обучения операторов станков с ЧПУ программированию

Согласно профессиональному стандарту по профессии оператор ОЦ с ЧПУ, основная цель вида профессиональной деятельности: Наладка и подналадка обрабатывающих центров с программным управлением, обработка деталей

Рассмотрим обобщенные трудовые функции, представленные в данном профессиональном стандарте.

В таблицах 27 и 28 представлено описание трудовых функций оператора-наладчика ОЦ с ЧПУ в соответствии с профессиональным

стандартом.

Таблица 27 - Описание трудовых функций оператора-наладчика ОЦ с ЧПУ в соответствии с профессиональным стандартом

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

Окончание таблицы 27

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



Разработаем тематический план переподготовки токарей по профессии оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ.

### 5.3. Разработка учебно-тематического плана переподготовки кадров

Исходя из учебного графика на теоретическое обучение отведено 76 часов, а на производственное обучение на базе предприятия – 7 недель от 16до 40 часов в неделю – 246 часов и 6 часов на квалификационные испытания. Итого общее число учебных часов составляет 322 часа.

Базовые профессии – токарь. После переподготовки рабочий получает квалификацию – оператор станков с ЧПУ 3 разряда

Учебно-тематический план переподготовки по профессии «Оператор обрабатывающих центров с ЧПУ» приведен в таблице 29.

Таблица 29 - Учебно-тематический план переподготовки по профессии «Оператор обрабатывающих центров с ЧПУ»

Раздел, тема	Кол-во учебных часов			Форма контроля
	Общее кол-во часов	Теоретическое обучение	Практическое обучение	
1	2	3	4	5
<b>Теоретическое обучение (на базе «ДПО ПАО МЗИК»)</b>	<b>76</b>	<b>40</b>	<b>36</b>	
Металлорежущие инструменты для станков с ЧПУ	18	6	12	Контрольные задания
Оснастка для станков с ЧПУ	12	6	6	Контрольные задания
Устройство станков с ЧПУ	18	12	6	Контрольные задания
Основы программного управления станками с ЧПУ	24	12	12	Контрольные задания
Проверка станков на точность	4	4	-	Тестирование
<b>Теоретическое обучение (на базе предприятия)</b>	<b>246</b>	<b>18</b>	<b>228</b>	
Устройство обрабатывающего центра с ЧПУ. Система координат.	16	2	14	Контрольные задания



Окончание таблицы 29

1	2	3	4	5
Система управления обрабатывающим центром с ЧПУ	16	2	14	Контрольные задания
Установка заготовки и привязка ноля детали.	16	2	14	Контрольные задания
Установка и привязка инструмента	16	2	14	Контрольные задания
Токарная обработка деталей на обрабатывающем центре с ЧПУ	64	2	62	Контрольные задания
Фрезерная обработка деталей на обрабатывающем центре с ЧПУ	56	2	54	Контрольные задания
Токарно-фрезерная обработка деталей на обрабатывающем центре с ЧПУ	48	2	46	Контрольные задания
Особенности многоинструментальной обработки на станке с ЧПУ	8	2	6	Контрольные задания
Квалификационный экзамен	6	2	4	Экзамен
<b>ИТОГО по курсу</b>	<b>322</b>	<b>58</b>	<b>264</b>	

В рамках тематического плана переподготовки по профессии «Оператор обрабатывающих центров с ЧПУ» третьего разряда предусмотрена тема «Основы программного управления станками с ЧПУ». Проведем анализ содержания данной темы.

На изучение темы «Основы программного управления станками с ЧПУ» согласно учебно-тематическому плану отведено 24 часа, причем 12 часов – теоретического и 12 часов – практического обучения.

Что составляет 6 занятий теоретического обучения и 6 занятий практического обучения

Содержание темы, а также распределение часов на теоретическое и практическое обучение представим в виде таблицы 30.

Таблица 30 – Тема «Основы программного управления станками с ЧПУ»

Дидактические единицы содержания темы	Кол-во часов	
	Теоретическое обучение	Практическое обучение
Общие сведения о системах ЧПУ (Определения и терминология, цифровые коды в системах ЧП, код ISO-7bit, задачи, решаемые устройствами ЧПУ, классификация систем, обобщенная структурная схема системы CNC-типа и ее особенности).	2	2
Программирование токарной обработки в системе ЧПУSinumerik (Разработка управляющих программ. Специальные циклы программирования токарной обработки в системе ЧПУSinumerik: их параметры и способы применения. Графический редактор в системе ЧПУSinumerik и работа с ним).	2	2
Программирование фрезерной обработки в системе ЧПУSinumerik (Разработка управляющих программ. Специальные циклы программирования фрезерной обработки в системе ЧПУSinumerik: их параметры и способы применения. Графический редактор в системе ЧПУSinumerik и работа с ним).	2	2
Программирование токарно-фрезерной обработки в системе ЧПУSinumerik (Разработка управляющих программ. Специальные функции преобразования осей, изменения мастер-шпинделей при программировании токарно-фрезерной обработки в системе ЧПУSinumerik: их параметры и способы применения. Графический редактор в системе ЧПУSinumerik и работа с ним).	2	2
<b>ИТОГО</b>	<b>12</b>	<b>12</b>
<b>ВСЕГО</b>	<b>24</b>	

Представленная тема направлена на формирование умения разрабатывать и корректировать управляющие программы обработки деталей на одноконтурных обрабатывающих центрах с ЧПУ, входящего в анализируемую трудовую функцию.

Ниже разработаем перспективно-тематический план изучения данной темы.

Проектирование учебного процесса педагог осуществляет путем комбинации различных возможных сочетаний всех компонентов обучения, анализа этих комбинаций и дальнейшего выбора, с его точки зрения, наиболее оптимального варианта. Особенностью педагогического

проектирования является то, что для осуществления одного и того же образовательного процесса может быть предложено множество педагогических проектов, отвечающих различным индивидуальным (то есть своеобразным, присущим каждому педагогу) методическим системам. [19. с.88].

Сначала формулируем цели обучения. На основе установленных целей обучения выбирают организационные формы и методы обучения. Так, например:

- при выборе организационных форм обучения. Общее знакомство с полным технологическим циклом производства можно проводить в форме экскурсии на предприятии. Умение проводить расчеты целесообразно формировать на уроках закрепления и совершенствования знаний и умений.

- при выборе методов обучения. Для обеспечения ознакомительного уровня достаточно остановиться на объяснительно-иллюстративном методе организации познавательной деятельности учащихся.

В тоже время, уровень умений достигается с помощью продуктивных методов организации познавательной деятельности. Кроме способа организации познавательной деятельности обучаемого важно определить источник знаний и умений. Очевидно, что научить обучаемого расчетам расхода материалов на изготовление единицы продукции можно только методом упражнений, так как объяснение и показ не позволят достигнуть уровня умений, ограничивая усвоение только уровнем репродукции полученных знаний. Определившись с организационной формой и методами обучения, педагог приступает к выбору средств обучения, с помощью которых предполагается реализовать выбранные методы. Несомненно, педагог должен хорошо знать учебно-материальную базу образовательного учреждения с тем, чтобы интенсивно использовать все имеющиеся средства обучения. Фрагмент перспективно-тематического плана приведен в таблице 31.

					ДП 44.03.04.101.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		95

Таблица 31 - Фрагмент перспективно-тематического плана темы «Основы программного управления станками с ЧПУ»

№	Тема занятия	Цели занятия	Методы обучения	Тип занятия	Средства обучения
1	2	3	4	5	6
1 (2 часа)	Системы ЧПУ Sinumerik	<p>дидактические: сформировать у обучаемых знания:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основных типов систем ЧПУ, особенностей системы ЧПУ Sinumerik</li> </ul> <p>воспитательные:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- воспитывать бережное отношение к оборудованию,</li> </ul> <p>развивающие:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- развивать внимание, память, способность систематизировать факты</li> </ul>	<p>рассказ, беседа, демонстрация презентации, самостоятельная работа по заполнению рабочей тетради</p>	Лекция	Проектор, ноутбук, презентация, рабочая тетрадь
2 (2 часа)	Схема системы ЧПУ Sinumerik	<p>дидактические: сформировать у обучаемых знания:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основных типов систем ЧПУ, особенностей кода ISO-7bit</li> <li>- умения анализировать типовую схему системы ЧПУ Sinumerik</li> </ul> <p>воспитательные:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- воспитывать бережное отношение к оборудованию,</li> </ul> <p>развивающие:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- развивать волю при выполнении работы</li> </ul>	<p>рассказ, демонстрация презентации, самостоятельная работа по выполнению практического задания по составлению схемы системы ЧПУ Sinumerik</p>	Практическое занятие	Проектор, ноутбук, Презентация, задания для занятия, открытая модель системы ЧПУ Sinumerik

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

Продолжение таблицы 31

1	2	3	4	5	6
3 (2 часа)	Общие сведения о программном управлении	дидактические: сформировать у обучаемых знания: - кода ISO-7bit, способов создания УП в системе ЧПУ Sinumerik воспитательные: - воспитывать бережное отношение к оборудованию, развивающие: - развивать наблюдательность и внимание	рассказ, беседа, демонстрация презентации, самостоятельная работа по заполнению рабочей тетради	Лекция	Проектор, ноутбук, презентация, рабочая тетрадь
4 (2 часа)	Разработка УП простейшей детали	дидактические: сформировать у обучаемых знания: - кода ISO-7bit, способов создания УП в системе ЧПУ Sinumerik - умения составлять УП в G-кодах вручную, без использования спец. циклов воспитательные: - воспитывать бережное отношение к оборудованию, развивающие: - развивать волю при выполнении работы	рассказ, демонстрация презентации, самостоятельная работа по выполнению практического задания по составлению УП	Практическое занятие	Проектор, ноутбук, Презентация, чертежи деталей, таблица G-кодов и M-функций
5 (2 часа)	Интерфейс системы ЧПУ Sinumerik	дидактические: сформировать у обучаемых знания: - управляющих окон системы ЧПУ Sinumerik, управляющих кнопок и режимов работы. воспитательные: - воспитывать бережное отношение к оборудованию, развивающие: - развивать наблюдательность	рассказ, беседа, демонстрация презентации, самостоятельная работа по заполнению рабочей тетради	Лекция	Проектор, ноутбук, презентация, рабочая тетрадь



повышения качества обучения за счет своего дидактического потенциала, заключающегося в следующих возможностях:

- образное оснащение сложных и абстрактных понятий на основе мультимедийности;
- интерактивность обучения, обеспечивающая управление учебным процессом и создающая условия для осуществления различных видов учебной деятельности при объяснении нового материала за счет динамики предъявления информационных объектов на слайдах и навигации;
- мобильность и упрощение организации переходов от одного вида наглядности к другому при объяснении нового материала посредством интеграции в презентации различных видов информации;
- централизация управления процессом обучения;
- оперативность обновления и изменения содержания обучения в соответствии с быстрыми темпами развития науки, представленной в школьном курсе. [18, с.42]

Рекомендации по созданию презентации, общие требования к презентации: в презентации должно быть не меньше 10 слайдов.

Первый лист – это титульный лист, на котором обязательно должны быть представлены: название проекта; название выпускающей организации; фамилия, имя, отчество автора; учреждение, место работы автора проекта и его должность.

Следующим слайдом должно быть содержание, где представлены основные этапы (моменты) урока-презентации. Желательно, чтобы из содержания по гиперссылке можно перейти на необходимую страницу и вернуться вновь на содержание.

Дизайн требования: сочетаемость цветов, ограниченное количество объектов на слайде, цвет текста.

В презентации необходимы импортированные объекты из существующих цифровых образовательных ресурсов (ЦОР).

					ДП 44.03.04.101.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		99

К данному ресурсу имеются учебно-методические рекомендации для педагогов. Вновь же пришедшие ЦОРы, в основном, сложны в управлении, требуют от преподавателя дополнительных серьёзных знаний в области информатики и информационно-коммуникационных технологий;

Последними слайдами урока-презентации должны быть глоссарий и список литературы.

Чтобы презентация хорошо воспринималась слушателями и не вызывала отрицательных эмоций (подсознательных или вполне осознанных), необходимо соблюдать правила ее оформления.

Презентация предполагает сочетание информации различных типов: текста, графических изображений, музыкальных и звуковых эффектов, анимации и видеофрагментов. Поэтому необходимо учитывать специфику комбинирования фрагментов информации различных типов. Кроме того, оформление и демонстрация каждого из перечисленных типов информации также подчиняется определенным правилам. Так, например, для текстовой информации важен выбор шрифта, для графической — яркость и насыщенность цвета, для наилучшего их совместного восприятия необходимо оптимальное взаиморасположение на слайде. После создания презентации и ее оформления, необходимо отрепетировать ее показ и свое выступление, проверить, как будет выглядеть презентация в целом (на экране компьютера или проекционном экране), насколько скоро и адекватно она воспринимается из разных мест аудитории, при разном освещении, шумовом сопровождении, в обстановке, максимально приближенной к реальным условиям выступления.

## **5.5. Разработка и описание учебного занятия и средств обучения**

Тема занятия «Системы ЧПУ Sinumerik»

Тип занятия – лекция (изучение новых знаний).

					ДП 44.03.04.101.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		100



Цели учебного занятия:

Дидактические:

- сформировать знание основных типов систем ЧПУ;
- сформировать знания особенностей системы ЧПУ Sinumerik;
- сформировать знания элементной базы системы ЧПУ Sinumerik.

Воспитательные:

- воспитывать бережное отношение к оборудованию.

Развивающие:

- развивать внимание, память, способность систематизировать факты

Методы обучения, используемые на учебном занятии:

Информационно-рецептивные методы: рассказ, беседа, демонстрация компьютерной презентации, иллюстрация основных теоретических положений.

Средства обучения, используемые на учебном занятии:

- компьютерная презентация
- рабочая тетрадь
- тест

Главной особенностью восприятия информации является фактор необратимости ее потока. Каждый обучающийся может в любое время отвлечься от восприятия учебной информации, но проблема необратимости информационного потока неразрывно связана с проблемой обратной связи. В данном случае проблема обратной связи решается как входе беседы, так и в тестировании по окончании учебного занятия.

Общий план учебного занятия приведен в таблице 32.

					ДП 44.03.04.101.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		101

Таблица 32 – План учебного занятия по теме «Системы ЧПУ Sinumerik»

Этапы занятия	Деятельность преподавателя	Деятельность учащихся
1. Организационный этап (5 минут);	Приветствие, проверка присутствующих, объявление темы и целей урока	Записывают тему, участвуют в переключке
2. Мотивационный этап (5 минут);	Мотивация обучаемых, сообщение им о рейтинге и рейтинговой системе, сообщение о важности данной темы	Слушают преподавателя, сверяются с собственным рейтингом.
3. Актуализация опорных понятий (15 минут);	Беседа с обучаемыми по вопросам, задаваемым на основании содержания предыдущих занятий. Задаёт 10 вопросов, выслушивает ответы обучаемых, поправляет, комментирует.	Отвечают на вопросы преподавателя, слушают его комментарии, вспоминают материал предыдущего урока.
4. Изучение нового материала (50 минут);	Излагает новый материал, выдает рабочие тетради, использует презентацию для иллюстрации учебного материала, задает иногда вопросы в ходе рассказа.	Слушают преподавателя, ведут конспект урока, заполняют листы рабочей тетради по презентации и рассказу преподавателя
5. Заключительный этап (15 минут).	В краткой беседе и с помощью небольшого теста контролирует первичный уровень понимания учебного материала, разъясняет непонятные вопросы, выдает домашнее задание.	Задают вопросы преподавателю, слушают его ответы и делают поправки в конспектах. отвечают на вопросы теста, записывают домашнее задание.

Основываясь на разработанном плане учебного занятия, разработаем сценарий учебного занятия по данной теме.

Предлагаемая форма наиболее полно удовлетворяет требованиям концепции активного обучения, по которой формированию знаний и умений предшествуют четыре этапа: уяснение целей и мотивов учения; первоначальное осознание общей ориентировки и дальнейшее наполнение ее конкретным содержанием деятельности; действия в материализованной (с моделями) или материальной (с изделиями) форме; действия в речевой форме.

Описание учебного занятия представим в виде таблицы 33.



Продолжение таблицы 33

1	2	3
	<p>Ответ. Токарные резцы, осевые инструменты для обработки отверстий, резьбонарезные инструменты. Иногда специальный инструмент – накатники, шариковые оправки. Молодцы. Я вижу, вы хорошо усвоили материал предыдущего занятия.</p>	<p>Наблюдать и фиксировать кто и как отвечает на вопросы. Оценить самостоятельность, подсказывание, подглядывание, активность и пассивность. Вовремя опроса проходить в вдоль рядов, фиксируя чем занимаются учащиеся, при необходимости сделать замечания и спросить ответ на следующий вопрос. Отметить учащихся за хорошую работу, похвалить за выполнение домашнего задания, сделать замечания (методы поощрения и порицания).</p>
<p>4. Изучение нового материала (50 минут);</p>	<p>Преподаватель начинает рассказ о станке и включает презентацию. Преподаватель говорит о важности данной темы и подчеркивает необходимость изучения ее. Рассказ о системе ЧПУ Sinumerik: SINUMERIK 840D — полностью цифровая система для практически всех типов применений. Это системная платформа с прогрессивными функциями. Совместно с цифровым преобразователем SIMODRIVE 611D и ПЛК SIMATIC S7-300 SINUMERIK 840D представляет полностью цифровую систему, которая подходит для сложных задач обработки и демонстрирует высокий уровень динамики и точности. Во всем мире SINUMERIK 840D применяется для токарной обработки, сверления, фрезерования, шлифования, лазерной обработки, порезки, перфорации, изготовления оснастки и инструмента, как система управления прессами, для высокоскоростного раскроя материалов, обработки древесины и стекла, транспортировки, складских задач.</p>	<p>Слайд 1. Название темы урока. Учащиеся записывают тему в тетрадь.  Слайд 2. Система ЧПУ Sinumerik. Комментарии слайда. Учащиеся заполняют рабочую тетрадь.  Слайд 3. Классификация систем ЧПУ Sinumerik. Комментарии слайда. Учащиеся заполняют рабочую тетрадь.</p>

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Продолжение таблицы 33

1	2	3
	<p>SINUMERIK 840D в модуле NCU (Numeric Control Unit — устройство числового управления) объединяет задачи ЧПУ, ПЛК и коммуникации. Установленный в каркас-носитель, NCU встраивается непосредственно в цифровую систему преобразования SIMODRIVE 611D, при этом он Лист располагается справа, непосредственно у модуля питания-рекуперации.</p> <p>Варианты процессоров NCU и системное программное обеспечение дает возможность оптимальной адаптации к станку и к задаче обработки. Такой модульный принцип позволяет оснастить целый ряд станков различного типа.</p> <p>При помощи SINUMERIK 840D можно управлять максимум 31 осями/шпинделями. При максимальном использовании поддерживается до 10 каналов на каждую группу режимов работы и максимум 12 осей/шпинделей на каждый канал. Каждый канал может иметь свою собственную группу режимов работы.</p> <p>SINUMERIK 840D позволяет просто и экономично обеспечить высокоэффективную защиту обслуживающего персонала и станков благодаря встроенным сертифицированным функциям защиты.</p> <p>Все NCU изначально имеют встроенное подключение 4 быстрых цифровых входов/выходов ЧПУ.</p> <p>Возможно объединение нескольких систем управления в одну.</p> <p>К SINUMERIK 840D можно подключить следующие компоненты:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>панель оператора с PCU или модулем MMC и станочный пульт</li> <li>SIMATIC OP7/OP17</li> <li>кнопочный пульт PP 031-MC</li> <li>ручной пульт управления BHG, тип B-MPI</li> <li>ручной терминал SINUMERIK HT 6</li> <li>ручное программирующее устройство PHG, тип MPI</li> <li>ручной мини-пульт</li> <li>периферия SIMATIC S7-300</li> <li>простой периферийный модуль EFP</li> <li>периферийный модуль PP 72/48</li> <li>терминальный блок NCU с компактными модулями DMP</li> </ul> <p>2 маховика, 2 измерительных щупа и по 4 быстрых входа/выхода ЧПУ</p>	<p>Слайд 4. Структура системы ЧПУ Sinumerik. Комментарии слайда. Учащиеся заполняют рабочую тетрадь.</p> <p>Слайд 5. Система ЧПУ SINUMERIK 840D sl. Комментарии слайда. Учащиеся заполняют рабочую тетрадь.</p> <p>Слайд 6. Контроллеры системы ЧПУ SINUMERIK 840D sl. Комментарии слайда. Учащиеся заполняют рабочую тетрадь.</p> <p>Слайд 7. Контроллеры системы ЧПУ SINUMERIK 840D sl. Комментарии слайда. Учащиеся заполняют рабочую тетрадь.</p>

Продолжение таблицы 33

1	2	3
	<p>посредством распределителя кабелей децентрализованная периферия ПЛК, подключенная через PROFIBUS-DP модуль оцифровки цифровой привод SIMODRIVE 611D программатор, например, FieldPG двигатели 1FK6, 1FT6, 1FN, 1PH, 1FE1 и 1LA.</p> <p>УЧПУ SINUMERIK 840D объединяет на одном модуле NCU задачи ЧПУ (геометрическая и технологическая), PLC (управление электроавтоматикой станка, т.е. логическая задача) и коммуникации (диагностика и терминальная задачи).</p> <p>Высокопроизводительный многопроцессорный модуль NCU после установки в NCU-Box напрямую интегрируется в цифровую линейку приводов SIMODRIVE 611. Все NCU имеют подключение 4-х быстрых цифровых входов/выходов ЧПУ. Другие скоростные входы/выходы могут быть подключены через терминальные блоки NCU на приводной шине. В объем поставки всех NCU включен кабель приборной шины и конечный штекер приводной шины.</p> <p>Панель оператора SINUMERIK OP 010C с цветным дисплеем TFT 10,4” и размером графического экрана 640 x 480 пикселей (VGA) имеет оптимизированную для программирования программ обработки деталей пленочную клавиатуру с 62 клавишами и 8 + 4 горизонтальными и 8 вертикальными программными клавишами.</p> <p>Цифровые приводы. В системах ЧПУ SINUMERIK 810D, 840D используются приводы (D — digital), в которых сигнал от ЧПУ передается по специальной цифровой шине. В каждом модуле привода имеется процессор, который выполняет задачи по управлению приводом и разгружает центральный процессор ЧПУ для других целей. Основными достоинствами цифровых приводов являются: • минимальное приводное время (время, через которое производится контроль положения) - 0,125 мс; • высокая разрешающая способность — 4,2 млн. импульсов на один оборот двигателя; • большой диапазон регулирования скорости (примерно в 50 раз больше по сравнению с аналоговыми приводами); • высокие динамические характеристики.</p>	<p>Слайд 8. Структура аппаратных средств системы ЧПУ SINUMERIK 840D sl. Комментарии слайда. Учащиеся заполняют рабочую тетрадь.</p> <p>Слайд 9. Функции и возможности SINUMERIK 840D sl. Комментарии слайда. Учащиеся заполняют рабочую тетрадь.</p> <p>Слайды 10,11,12. Графический интерфейс управления SINUMERIK 840D sl. Комментарии слайда. Учащиеся заполняют рабочую тетрадь</p> <p>Слайд 13. Приводы SINUMERIK 840D sl. Комментарии слайда. Учащиеся заполняют рабочую тетрадь.</p> <p>Слайд 14. Двигатели SINUMERIK 840D sl. Комментарии слайда. Учащиеся заполняют рабочую тетрадь.</p>

Продолжение таблицы 33

1	2	3
	<p>Цифровое управление приводами позволяет повысить производительность станка и улучшить качество детали. Кроме того, улучшаются сервисные возможности:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• настройка привода через параметры, вводимые через MMC-процессор (без традиционных вольтметров и осциллографов, необходимых для настройки аналоговых приводов);</li> <li>• автоматическая оптимизация приводов, позволяющая более точно и быстро адаптировать приводы к механике станка;</li> <li>• представление информации о состоянии привода (температура, нагрузка и связь осей в системе координат станка MCS)</li> </ul> <p>Эта опция необходима, чтобы соединения осей, которые реализуются в базовой системе координат, могли использоваться также для трансформаций. В системе координат станка связь выполняется 1:1.</p> <p>Задействованные оси после сброса могут конфигурироваться заново.</p> <p>Для станков с обрабатывающими головками, движущимися отдельно друг от друга, при которых должна активироваться одна трансформация, оси ориентирования не могут связываться стандартными способами соединения (COUPON, TRAILON).</p> <p>Задействованные в соединении оси определяются через осевой машинный параметр, который актуализируется клавишей RESET. Тем самым, существует возможность заново определять осевые пары во время режима работы и включать/ выключать через языковую команду ЧПУ.</p> <p>Чтобы защитить обрабатывающие головки от столкновения, можно установить защиту от столкновения и активировать ее, на выбор, через параметр станка или интерфейс VDI.</p> <p>SINUMERIK это надежная, комплексная система, предлагающая стандартизированные решения, надежно защищающие Ваши инвестиции. Непрерывный диалог с пользователем при программировании и управлении, а также высокая безопасность для персонала и оборудования имеет первостепенное значение. Интеллектуальные функции в программировании и управлении обеспечивают наивысшую компетенцию в технологии.</p>	<p>Слайд 15. Сенсорные модули SINUMERIK 840D sl. Комментарии слайда. Учащиеся заполняют рабочую тетрадь.</p> <p>Слайд 16. Пуско-наладка в системе SINUMERIK 840D sl. Комментарии слайда. Учащиеся заполняют рабочую тетрадь.</p> <p>Слайд 17. Пуско-наладка в системе SINUMERIK 840D sl. Комментарии слайда. Учащиеся заполняют рабочую тетрадь.</p>

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Окончание таблицы 33

1	2	3
5. Заключительный этап (15 минут).	Есть ли вопросы ко мне. Давайте я отвечу на ваши вопросы. Выдача кратких тестов для проверки уровня первичного усвоения материала. Пятиминутная проверка усвоения материала. Выдача домашнего задания. Повторить по рабочей тетради и учебнику соответствующую главу.	Осведомляется о наличии вопросов и отвечает на вопросы учащихся с привлечением слайдов презентации. Учащиеся работают с краткими тестами.

Подводя итог в методической части дипломного проекта можно отметить, что ПАО «МЗиК» уделяет большое внимание повышению квалификации своих сотрудников. Для этого предприятие располагает всеми необходимыми ресурсами. На примере переподготовки токаря на оператора ОЦ с ЧПУ был разработан учебно-тематический план, проведено описание учебного занятия.



## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В настоящей выпускной квалификационной работе проведено совершенствование технологического процесса механической обработки детали «Ступица». Новый технологический процесс разработан с применением современного обрабатывающего центра с ЧПУ СТХ ВЕТА 800. В качестве металлорежущего инструмента используется инструмент фирмы «Sandvik Coromant».

В экономической части выполнен расчет капитальных затрат и технологической себестоимости детали по двум вариантам. В результате расчетов установлено, что спроектированный вариант изготовления детали «Ступица» экономически более выгоден, чем базовый вариант.

Применение в разработанном варианте технологического процесса обрабатывающего центра с ЧПУ привело к необходимости переподготовки рабочих. В методической части проведен анализ Профессионального стандарта № 530н «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ». Разработан учебно-тематический план переподготовки кадров. Проведено педагогическое проектирование учебного процесса по теме «Основы программного управления станками с ЧПУ».

Таким образом, решены все задачи, предусмотренные во введении.

					ДП 44.03.04.101.ПЗ	Лист
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		109

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Батышев С. Я. Производственная педагогика: учебник для работников, занимающихся профессиональным обучением рабочих на производстве / С. Я. Батышев. 3-е изд., перераб и доп. Москва: Машиностроение, 1984. 672 с.

2. Безрукова В. С. Педагогика: учебник для инженерно-педагогических специальностей / В. С. Безрукова. Екатеринбург: Изд-во Свердл. инж.- пед. ин-та, 1994. 340 с.

3. Бородина Н. В. Проектирование и организация технологии обучения: учебное пособие / Н. В. Бородина, М. В. Горонович, Е. С. Самойлова. Екатеринбург: Изд-во Рос. гос. проф.-ред. ун-та, 2006. 242 с.

4. Великанов К. М. Экономика и организация производства в дипломных проектах: учебное пособие для машиностроительных вузов / К. М. Великанов, В. Ф. Власов, К. С. Карандашова. 4-е изд., перераб. и доп. Ленинград: Машиностроение, 1986. 285 с.

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

6. ГОСТ 2.105–95. Общие требования к текстовым документам. Взамен ГОСТ 2.105–79, ГОСТ 2.906–71; введ. 1996–07–01. Минск: межгос. совет по стандартизации; Москва: Изд-во стандартов, 1995. 122 с. (Единая система конструкторской документации.)

7. ГОСТ 2.106–96. Текстовые документы. Введ. 1997–07–01. Минск: межгос. совет по стандартизации; Москва: Изд-во стандартов, 1997. 47 с. (Единая система конструкторской документации.)

8. Григорьев В. М. Разработка технологии изготовления отливки: Учеб. пособие. – Хабаровск: Изд-во ДВГУПС, 2014. – 67 с.

					ДП 44.03.04.101.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		110

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

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

11. Каблов Е.Н. Шестой технологический уклад. [Текст] //Наука и жизнь, 2010. № 4.

12. Кириллица Э. Н. Методы обучения при подготовке квалифицированных рабочих в профессионально-технических учебных заведениях / Э. Н. Кириллица, В. Н. Броздниченко, Г. Н. Варковецкая. Москва: Высшая школа, 1990. 69 с.

13. Козлова Т. А. Методические указания к выполнению практической работы. «Анализ заводского технологического процесса механической обработки детали». Екатеринбург, ГОУ ВПО «Рос. гос. проф.-пед. ун-т», 2008.34с.

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

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

16. Малаховская В.В., Воробьева А. Мультимедийные презентации: преимущества и недостатки, этапы создания, практическое применение: Е: педагогические науки, 2013. 80с.

17. Методические указания к выполнению практической работы. «Оформление технологической документации» по дисциплине «Технология машиностроения». Екатеринбург, ГОУ ВПО «Рос. гос. проф.-пед. ун-т», 2009. 41с.

					ДП 44.03.04.101.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		111



## ПРИЛОЖЕНИЕ А

### Перечень листов графических документов

1. Чертеж детали;
2. Чертеж заготовки;
3. Операционные эскизы (3 листа).
4. Плакат. Управляющая программа (Фрагмент).
5. Плакат. Техничко-экономические показатели.

## ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Комплект технологической документации