

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

*РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ
ДЕТАЛИ «КОРПУС ПАТРОНА»*

Дипломный проект

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

Идентификационный код ВКР: 571

Екатеринбург

2017

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Российский государственный профессионально-педагогический университет»
Институт инженерно-педагогического образования
Кафедра технологии машиностроения, сертификации и методики
профессионального обучения

К ЗАЩИТЕ ДОПУСКАЮ:
Заведующий кафедрой ТМС

Н. В. Бородина
«__» _____ 20__ г.

*РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ
ДЕТАЛИ «КОРПУС ПАТРОНА»*

Пояснительная записка к дипломному проекту
по направлению подготовки 44.03.04 Профессиональное обучение (по
отраслям) профиля подготовки «Машиностроение и материалобработка»
специализации «Технология и оборудование машиностроения»

Идентификационный код ВКР: 571

Исполнитель:
студент группы ТО-401 (подпись)

М.Н. Герасимов

Руководитель:
доцент, к. т. н. (подпись)

В.П. Суриков

Екатеринбург

2017

РЕФЕРАТ

Дипломный проект содержит 85 листов машинописного текста, 26 таблиц, 31 использованный источник, приложения на 9 листах, графическую часть на 6 листах.

Ключевые слова: ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС,
ОБРАБАТЫВАЮЩИЙ ЦЕНТР, УПРАВЛЯЮЩАЯ ПРОГРАММА,
ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ.

В дипломном проекте разработан технологический процесс механической обработки детали «Корпус патрона» с ориентацией на возможности ОЦ MULTUS B-300WII. Используются режущие инструменты фирмы Sandvik и выбраны рекомендуемые режимы резания.

Для одной операции разработан фрагмент управляющей программы.

В методической части рассмотрен вопрос повышения квалификации операторов станков с числовым программным управлением.

В экономической части дипломного проекта выполнен расчет экономической эффективности внедрения нового технологического процесса.

					ДП 44.03.04.571 ПЗ			
<i>Изм</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>	Разработка технологического процесса механической обработки детали «Корпус патрона»	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
Выполнил	Герасимов							
Проверил	Свриков В.П..						3	85
.Н.Контр.						ФГАОУВО РГППУ		
Утверд.	Бородин Н.В.							

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	6
1. АНАЛИЗ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ.....	8
1.1. Служебное назначение детали	8
1.2. Анализ технологичности детали	9
1.2.1. Качественная оценка.....	9
1.2.2. Количественная оценка технологичности детали.....	10
1.3. Анализ марки конструкционного материала	10
2.1. Определение типа производства	12
2.2. Выбор исходной заготовки и метода ее получения	13
2.3. Расчет припусков на заготовку	14
3. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ «КОРПУС ПАТРОНА».....	17
3.1. Разработка нового технологического процесса с применением многоцелевого обрабатывающего центра Okuma Multus B-300 WII	17
3.1.1. Описание многофункционального горизонтального обрабатывающего центра Okuma Multus B-300 WII.....	17
3.2.2. Разработка технологического маршрута обработки детали «Корпус патрона» с использованием обрабатывающего центра Okuma Multus B-300 WII.....	19
3.3. Выбор режущего инструмента и режимов резания	21
3.4. Расчет технических норм времени.....	22
4. РАЗРАБОТКА УПРАВЛЯЮЩЕЙ ПРОГРАММЫ	26
5. ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРОЕКТА	29
5.1. Количество технологического оборудования	29
5.2. Расчет технологической себестоимости.....	33
6.1. Анализ учебной документации	44
6.2. Тематический план изучения программы	58

										Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.571 ПЗ					4

6.3. Конспект изложения нового материала.....	61
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	69
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	70
Приложение А – Залание на ВКР	73
Приложение Б – Перечень листов графических документов.....	74
Приложение В – Комплект слайдов по методической части	75
Приложение Г – Управляющая программа на обрабатывающий центр Okuma Multus B-300WII	81
Приложение Д – Маршрутная и операционные карты.....	83

					<i>ДП 44.03.04.571 ПЗ</i>	<i>Лис</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лис</i>	<i>№ докum.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		5

ВВЕДЕНИЕ

Основными задачами российской промышленности являются более полное удовлетворение потребностей народного хозяйства высококачественной продукцией, обеспечение технического перевооружения и интенсификации производства во всех областях.

Поставленные задачи должны решать высококвалифицированные инженеры-машиностроители, в деятельности которых применение на практике технологических наук имеет очень большое значение.

Одним из основных направлений в машиностроении является выбор экономических форм заготовок, которые дают наименьшие технологические отходы. Непрерывное повышение точности заготовки приближение их форм к формам готовых деталей резко сокращает область применения различных методов обработки резанием, ограничивая ее в ряде случаев операциями окончательной отделки и сокращая тем самым отходы металла в стружку.

В настоящее время на многих производствах Российской Федерации происходит постепенная замена универсальных станков на станки с ЧПУ и обрабатывающие центры. Поэтому возникает необходимость в переводе на многофункциональное оборудование.

Целью дипломного проекта является разработка технологического процесса механической обработки детали «Корпус патрона» с использованием многофункционального обрабатывающего центра фирмы OKUMA Multus B-300W II, а также прогрессивного инструмента фирмы «Sandvik Coromant».

Задачи дипломного проекта:

- проанализировать исходные данные;
- выбрать заготовку и метод ее получения;

					ДП 44.03.04.571 ПЗ	Лис
Изм.	Лис	№ доквм.	Подпись	Дата		6

- разработать технологический маршрут обработки детали «Корпус патрона» с использованием многофункционального обрабатывающего центра Multus B-300W II;
- разработать управляющую программу для проектируемого технологического процесса обработки детали «Корпус патрона»;
- выполнить экономическое обоснование проекта;
- разработать фрагмент обучающей программы.

При решении задач необходимо руководствоваться следующим :

- при разработке технологического процесса ориентироваться на технические и технологические возможности обрабатывающего центра MULTUS B-300WII;

- при разработке фрагмента обучающей программы для обучения рабочих необходимо, чтобы присутствовала связь между темой урока и технологическим процессом.

					<i>ДП 44.03.04.571 ПЗ</i>	<i>Лис</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лис</i>	<i>№ доквм.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		7

1. АНАЛИЗ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ

К исходным данным относится рабочий чертеж детали и годовой объем выпуска. Годовой объем выпуска «Корпус патрона» составляет 1000 шт. Внешний вид детали представлен на рисунке 1.

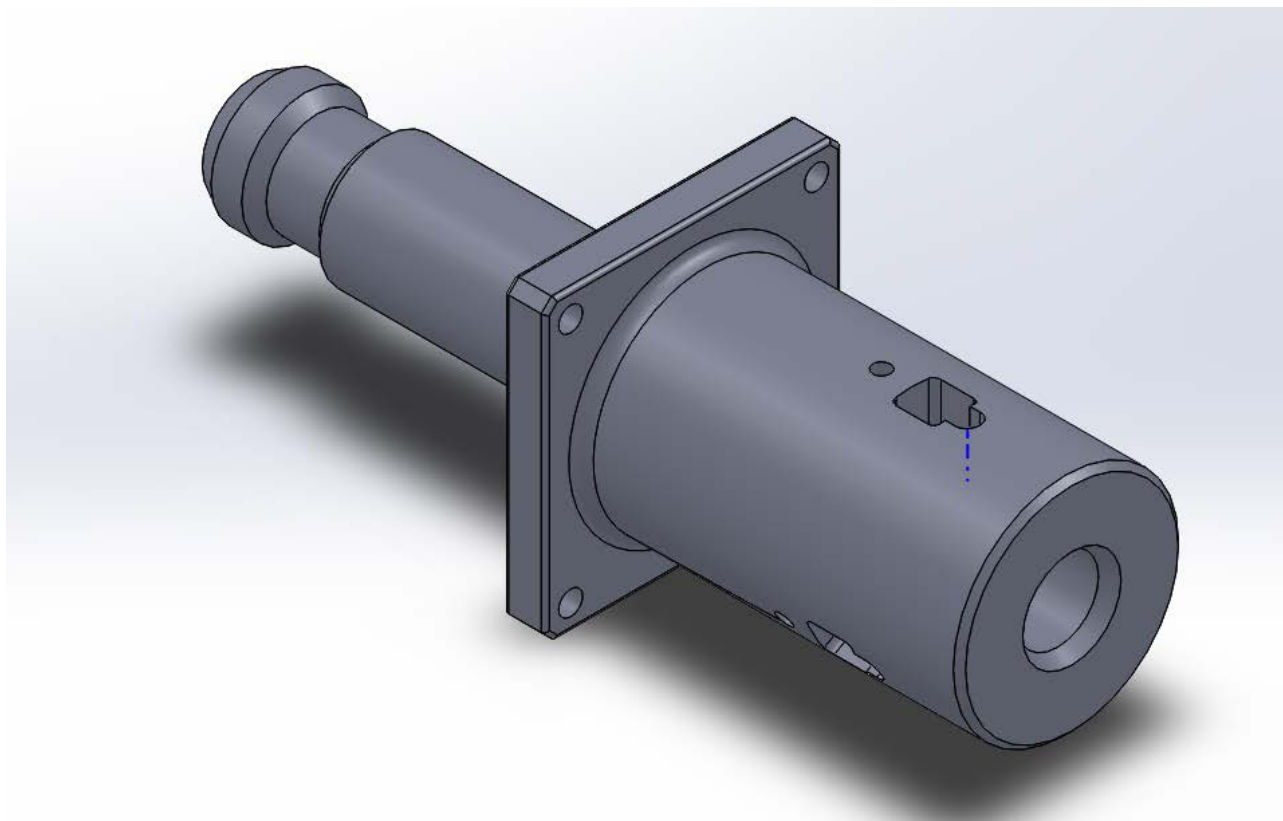


Рисунок 1 – Внешний вид детали

1.1. Служебное назначение детали

Корпус патрона предназначен для размещения кулачков и ползуна. В собранном виде патрон предназначен для удерживания протяжки при протягивании.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.571 ПЗ

Лист

8

1.2. Анализ технологичности детали

1.2.1. Качественная оценка

Корпус патрона представляет собой тело вращения с осевым глухим отверстием переменного диаметра, на цилиндрической части корпуса находятся пазы. Обрабатываемые поверхности простой формы и не требуют специального инструмента. Для закрепления заготовки можно использовать обычный трехлапчатый патрон. Можно сделать вывод, что обработка детали достаточно простая.

В ходе анализа рабочего чертежа корпуса патрона были сформулированы основные технологические задачи, обеспечить:

- точность размера наружного диаметра $62_{-0,06}^{-0,03}$; Ra = 3,2 мкм
- точность размера наружного диаметра $50_{-0,25}^{-0,05}$; Ra = 3,2 мкм
- точность размера наружного диаметра $110_{-0,14}^{-0,05}$; Ra = 1,6 мкм
- точность размера внутреннего диаметра $40^{+0,025}$; Ra = 0,8 мкм
- отклонение от соосности диаметра $62_{-0,06}^{-0,03}$ и диаметра $40^{+0,025}$ не более 0,05 мм
- допуск ширины квадратного паза $22^{+0,14}$; Ra = 3,2 мкм
- неуказанные предельные отклонения размеров получаемых механической обработкой: H14, h14, $\pm \frac{IT14}{2}$;

Представленные допуски и технические требования детали на чертеже соответствуют ее служебному назначению и технологическим возможностям станка. В качестве технологической базы используется отверстие диаметром 40, торец детали и наружный диаметр 62. Такой вариант размещения баз наиболее эффективен, т.к. обеспечивается совмещение конструкторской и технологической базы, что позволит с наименьшей погрешностью выполнить другие размеры детали.

					ДП 44.03.04.571 ПЗ	Лис
Изм.	Лис	№ докum.	Подпись	Дата		9

1.2.2. Количественная оценка технологичности детали

Количественную оценку производю по следующим показателям:

Коэффициент использования материала:

$$K_{и} = \frac{M_{д}}{M_{з}}$$

где $M_{д}$ - масса детали по чертежу, кг;

$M_{з}$ - масса материала, расходуемого на изготовление детали, кг;

Коэффициент точности обработки детали :

$$K = \frac{T_{н}}{T_{о}} = \frac{9}{27} = 0,33 \quad ,$$

где $T_{н}$ - число размеров необоснованной степени точности обработки;

$T_{о}$ - общее число размеров, подлежащих обработке;

Коэффициент шероховатости поверхностей детали:

$$K = \frac{Ш_{н}}{Ш_{о}} = \frac{9}{16} = 0,5 \quad ,$$

где $Ш_{н}$ - число поверхностей, не обоснованной шероховатости, шт;

$Ш_{о}$ - общее число поверхностей детали, подлежащих обработке, шт.

При анализе исходной информации, можно сделать вывод,

что получение заготовки методом литья в песчаные формы нецелесообразен, так как при обработке детали достаточно много металла будет уходить в стружку, поэтому следует найти более технологичный метод получения заготовки.

1.3. Анализ марки конструкционного материала

Деталь «Корпус патрона» изготавливается из конструкционной легированной стали Сталь 40ХН. Она используется для производства осей, валов, шатунов, зубчатых колес, валов экскаваторов, муфт, валов-шестерней, шпинделей, болтов, рычагов, штоков, цилиндров и других ответственных нагруженных деталей, подвергающихся вибрационным и динамическим нагрузкам, к которым предъявляются требования повышенной прочности и

					ДП 44.03.04.571 ПЗ	Лис
Изм.	Лис	№ доквм.	Подпись	Дата		10

вязкости, валков рельсобалочных и крупносортовых станов для горячей прокатки металла.

Таблица 1 - Химический состав в процентах для Стали 40ХН ГОСТ 4543-71.

C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Cu
0.36- 0.44	0.17- 0.37	0.5-0.8	1-1.4	До 0,035	До 0,035	0,45- 0,75	До 0.3

Таблица 2 - Механические свойства при T=20°C Стали 40ХН

Сортамент	Размер	Напр.	s _B	s _T	d ₅	у	КСУ		Термообр.
-	мм	-	МПа	МПа	%	%	кДж / м ²		-
Прутки, ГОСТ 4543-71	Ø 25			980	785	11	45	690	Закалка и отпуск
Твердость 40ХН после отжига, ГОСТ 4543-71								НВ 10 -1 = 207 МПа	
Твердость 40ХН, Прутки горячекатан. ГОСТ 10702-78								НВ 10 -1 = 179 МПа	

2. ВЫБОР ЗАГОТОВКИ И МЕТОДА ЕЕ ПОЛУЧЕНИЯ

2.1. Определение типа производства

Тип производства - это классификационная категория производства, определяемая по признакам широты номенклатуры, регулярности и объема выпуска изделий. Различают три типа производства: единичное, серийное, массовое.

Тип производства по ГОСТ 3.1108-74 характеризуется коэффициентом закрепления операций: $1 < КЗ.О. < 10$ - массовое и крупносерийное производство, $10 < КЗ.О. < 20$ - среднесерийное, $20 < КЗ.О. < 40$ – мелкосерийное производство. В единичном производстве КЗ.О. не регламентируется.

На данном этапе тип производства ориентировочно может быть определен в зависимости от массы детали и объема выпуска.

При массе детали 19,88 кг и выпуске продукции 1000 шт, тип производства – среднесерийный.

Такт выпуска продукции определяется по формуле:

$$t_{\text{в}} = \frac{60 * F_{\text{д}}}{N} \quad , \quad (1)$$

где $F_{\text{д}}$ - действительный фонд времени, ч

N - годовая программа выпуска деталей, шт

$$t_{\text{в}} = \frac{60 * 2032}{1000} = 122$$

Количество деталей в партии (n , шт) для одновременного запуска определяется по формуле:

$$n = \frac{N * a}{254} \quad , \quad (2)$$

где a - периодичность запуска в днях, $a = 5$ дня;

254 - количество рабочих дней в году.

Определим количество деталей в партии:

					ДП 44.03.04.571 ПЗ	Лис
Изм.	Лис	№ докum.	Подпись	Дата		12

$$n = \frac{1000 \cdot 5}{254} = 20 \text{ шт}$$

2.2. Выбор исходной заготовки и метода ее получения

Выбор заготовки для дальнейшей обработки является одним из самых важных этапов проектирования технологического процесса изготовления детали. От правильности выбора заготовки, размеров, установления ее форм, припусков на обработку, точности размеров в значительной степени зависят характер и число операций или переходов, трудоемкость изготовления детали, расход материала и инструмента, и, в итоге, стоимость изготовления детали.

Выбор метода получения заготовки будет проводиться по следующим параметрам:

а) по коэффициенту использования материала:

$$K = \frac{q_{дет}}{Q_{заг}} \quad (3)$$

где $q_{дет}$ - масса детали

$Q_{заг}$ - масса заготовки;

б) по стоимости заготовки S.

Общие исходные данные: материал детали Сталь 40ХН ГОСТ 4543-71, масса детали $q_{дет} = 19,88$ кг, годовая программа 1000 шт/год.

Поскольку заготовка стальная, то для ее получения рассмотрим два из основных метода:

1) Прокат.

Берем круглый прокат $\varnothing 200$ мм.

$$Q_{заг} = \frac{\pi}{4} l D^2 \rho = \frac{3.14}{4} * 0.4 * 0.2^2 * 7.8 * 10^3 = 97.96 \text{ кг},$$

					ДП 44.03.04.571 ПЗ	Лис
Изм.	Лис	№ докum.	Подпись	Дата		12

где $Q_{заг}$ - масса заготовки в кг;
 D - диаметр заготовки в м;
 l - длина в м;
 ρ - плотность, объемная масса стали.

Коэффициент использования материала в этом случае:

$$K_1 = \frac{19,88}{97,96} = 0,2$$

2) Штамповка.

$$Q_{заг} = \left(\frac{\pi}{4} * l_1 * D_1^2 + \frac{\pi}{4} * l_2 * D_2^2 \right) * \rho = 31,81 \text{ кг} \quad (4)$$

(посчитано при помощи программы компас 3D)

Коэффициент использования материала в этом случае:

$$K_2 = \frac{19,88}{31,81} = 0,62$$

Таким образом, принимаем в качестве заготовки штамповку ГОСТ 7505-89

Группа стали М2,
 Степень сложности С2
 Класс точности Т4
 Исходный индекс 15

2.3. Расчет припусков на заготовку

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

					ДП 44.03.04.571 ПЗ	Лис
Изм.	Лис	№ докum.	Подпись	Дата		14

металлорежущих станков и другого оборудования.

В машиностроении применяют опытно-статистический и расчётно-аналитический методы установления припусков на обработку. При опытно-статистическом методе общие и промежуточные припуски берутся по таблицам. Недостаток этого метода в том, что припуски назначаются без учёта методов обработки поверхностей и конкретных условий выполнения технологических операций и переходов. При расчётно-аналитическом методе промежуточный припуск на каждом технологическом переходе должен быть таким, чтобы при его снятии устранялись погрешности обработки и дефекты поверхностного слоя, полученные на предшествующих переходах,

а также погрешности установки обрабатываемой заготовки, возникающие на выполняемом переходе. Этот метод применяют в серийном и массовом производстве, когда обработка ведётся на настроенных станках по методу автоматического получения размеров.

Проведём расчёт припусков на обработку и промежуточные предельные размеры для поверхности диаметром $110_{-0,14}^{-0,05}$. Заготовка представляет собой штамповку 2 класса точности массой 31,81 кг.

Технологический маршрут обработки поверхности диаметром $110_{-0,14}^{-0,05}$ состоит из трех операций чернового, чистового точения и шлифования

Расчёт припусков на обработку поверхности диаметром $110_{-0,14}^{-0,05}$ ведем путем составления таблицы, в которую последовательно записываем технологический маршрут обработки и все значения элементов припуска.

					<i>ДП 44.03.04.571 ПЗ</i>	Лис
Изм.	Лис	№ доквм.	Подпись	Дата		15

Таблица 3 – Расчет припусков на обработку

Технологические переходы обработки поверхности	Элементы припуска, мкм				Расчетный размер 110_{min} , мкм	Расчетный размер фр, мм	Допуск d , мкм	Предельный размер, мм		Предельные значения припусков, мм	
	R_z	h	p	ε				d_{min}	d_{max}	$2Z_{min}^{np}$	$2Z_{max}^{np}$
Заготовка	160	200	200	-	-	112,432	700	112,4320	114,1320		
Точение черновое	50	50	124	-	1760	110,672	460	110,6720	111,1320	1,3000	2,4600
Точение чистовое	10	20	82	-	448	110,224	87	110,2240	110,3110	0,3610	0,9080
шлифование	5	10	62	-	224	110	25	110,0000	109,0750	0,1990	0,3110

Изм.	Лис	№ доквм.	Подпись	Дата
------	-----	----------	---------	------

ДП 44.03.04.571 ПЗ

Лис

16

3. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ «КОРПУС ПАТРОНА»

3.1. Разработка нового технологического процесса с применением многоцелевого обрабатывающего центра Okuma Multus B-300 WII

3.1.1. Описание многофункционального горизонтального обрабатывающего центра Okuma Multus B-300 WII

Концерн OKUMA - крупнейший мировой производитель металлорежущего оборудования. По объему продаж концерн занимает 4-е место в мире, производит и продает по всему миру свыше шести тысяч станков в год. В 1998 г. концерн OKUMA отметил 100-летие своего существования. Производство оборудования организовано в самой Японии.

В России официальным представителем корпорации OKUMA является компания "Пумори-Инжиниринг Инвест"

В настоящее время OKUMA производит свыше 200 моделей и модификаций высокоточного и высокопроизводительного универсального оборудования:

- Вертикальные и горизонтальные токарные центры;
- Многофункциональные обрабатывающие центры;
- Вертикальные и горизонтальные обрабатывающие центры;
- Обрабатывающие центры портального типа;
- Круглошлифовальные и внутришлифовальные станки;

Okuma Multus B-300W II:

Многофункциональные горизонтальные обрабатывающие центры MULTUS сочетают в себе преимущества токарных и фрезерно-сверлильных станков с ЧПУ. Оборудование данной серии обеспечивает возможность комплексной обработки детали, что существенно сокращает количество

					ДП 44.03.04.571 ПЗ	Лис
Изм.	Лис	№ доквм.	Подпись	Дата		17

необходимого оборудования и оснастки, а также снижает трудоемкость изготовления деталей. Обрабатывающие центры MULTUS сочетают в себе высокую гибкость при переналадке и высокую производительность. Наличие противопинделя позволяет производить обработку инструментами (как токарными, так и вращающимися) в любом из двух шпинделей станка или с перехватом детали.

Преимущества Multus В:

- Значительное сокращение совокупных затрат
- Компактность
- Полный цикл обработки на одном обрабатывающем центре.

Всё это позволяет сократить оперативное время, расходы и количество необходимых опций.



Рисунок 1 – Многофункциональный обрабатывающий центр Okuma Multus B300W II

					ДП 44.03.04.571 ПЗ	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дата		18

Таблица 4 - Технические характеристики ОЦ Okuma Multus B300W II

Технические характеристики	Multus B300W II
1	2
Макс. диаметр обработки, мм	710
Ход, мм	Ось X 690
Ось Z	1545-2045
Ось Y	230
Ось B	225
Ось C	360
Ось W	1550-2050
Частота вращения главного шпинделя, об/мин	3800
Частота вращения противоположного шпинделя, об/мин	3800
Двигатель главного шпинделя, кВт	30/22
Двигатель противоположного шпинделя, кВт	22/15
Хвостовик инструмента	HSK A63
Инструментальный магазин	20
ЧПУ	OKUMA OSP-P300S

3.2.2. Разработка технологического маршрута обработки детали «Корпус патрона» с использованием обрабатывающего центра Okuma Multus B-300 WII

Маршрут обработки детали «Корпус патрона»

005 Токарно-винторезная

16к20 Токарно-винторезный станок

Точить торец и поверхность под базу А

010 Комплексная с ЧПУ

ОЦ Okuma Multus B-300 WII

Установ А

					ДП 44.03.04.571 ПЗ	Лис
Изм.	Лис	№ докum.	Подпись	Дата		19

1. Установить, закрепить, снять деталь
 2. Подрезать торец
 3. Точить $\varnothing 110$ с припуском 0,05 на сторону
 4. Сверлить глухое отверстие $\varnothing 25$
 5. Расточить отверстие $\varnothing 40$ с припуском 0,05
 6. Точить канавку 5мм $\varnothing 42$
 7. Точить фаску
 8. Фрезеровать пазы шириной 22мм
 9. Фрезеровать карманы
 10. Сверлить отверстия $\varnothing 8,5$
 11. Сверлить отверстия $\varnothing 4,5$
 12. Нарезать резьбу М10х1.5
 13. Фрезеровать размер 145 мм
- Установ Б
14. Сверлить отверстия $\varnothing 13,8$
 15. Нарезать резьбу М14
 16. Установить, закрепить, снять деталь
 17. Точить торец с припуском 0,05 мм
 18. Точить шейки $\varnothing 62$ с припуском 0,05 мм
 19. Точить шейку $\varnothing 50$ с припуском 0,05 мм
 20. Точить фаски
- 015 Термобработка
- 020 Шлифовальная

					ДП 44.03.04.571 ПЗ	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дата		20

3.3. Выбор режущего инструмента и режимов резания

На выбор режущего инструмента влияют следующие факторы: тип производства, точность обработки, производительность обработки, материал обрабатываемой детали. Инструмент и режимы резания для всех инструментов выбираю согласно рекомендациям каталога фирмы Sandvik Coromant.

Основные формулы для расчетов режимов резания

Число оборотов:

$$n=1000V/\pi D, \quad (7)$$

где V - скорость выбранная по каталогу, м/мин

D - диаметр инструмента или обрабатываемого отверстия, мм

Таблица 5 – Инструмент и режимы резания

Переход	Режущий инструмент	t, м	i	fn, мм/об	Vс, м/мин	n, об/мин
1	2	3	4	5	6	7
2,3	Резцовая головка CoroTurn TR-C5-V13MBL-00115. Пластина TR-DC 1312-M	1	2	0,2	250	711
4	Сверло CoroDrill 870-2500-25L32-10, Сменная головка для сверла 870-2500-25-PM	12,5	1	0,1	80	1019
5,6,7	Расточная оправка A10K-SCLCR/L06 Пластины CCMT 060204-WF	2	4	0,2	110	875
8.9	Концевая фреза CoroMill Plura R216.24-12050FCC26P	20	6	0,07	90	2388
10	Твердосплавное сверло CoroDrill 860.1-0850-045A1-PM	4,25	4	0,15	80	2997
11	Твердосплавное сверло CoroDrill 860.1-0450-018A1-PM	2,25	3	0,13	80	5661
12	Метчик CoroTap 200 E006V10	5	4	1,5	17	541,4
13	Фреза CoroMill 490-025C3-08M Пластины 490R-08T308M-PL	3	35	0,15	130	5175
14	Сверло CoroDrill 860.1-1250-040A1-PM 4234	6,25	4	0,15	80	1846

Окончание таблицы 5

1	2	3	4	5	6	7
15	Метчик CoroTap 200 E326M14	7	4	1,5	15	341
16,1 7,18, 19,2 0	Резцовая головка CoroTurn TR-C5-V13MBL-00115. Пластина TR-DC 1312-M	1	2	0,2	250	1326

3.4. Расчет технических норм времени

Норма времени:

$$T_{шт-к} = T_{шт} + \frac{T_{п-з}}{n}, \quad (8)$$

где $T_{шт-к}$ – штучно-калькуляционное время выполнения работ на станках, мин;

$T_{шт}$ – норма штучного времени, мин;

$T_{п-з}$ – норма подготовительно-заключительного времени, мин.

Штучное время определяется по формуле:

$$t_{шт} = t_o + t_v + t_{обс} + t_{лп} + t_n, \quad (9)$$

где t_o - основное время;

t_v - вспомогательное время;

$t_{обс}$ - время на обслуживание рабочего места;

$t_{лп}$ - время на личные потребности и, при утомительных работах, на дополнительный отдых;

t_n - время на перерывы в работе в соответствии с технологией и организацией производственного процесса.

Основное время - это часть штучного времени, затрачиваемая на изменение и (или) последующее определение состояния предмета труда. Иными словами - это время на механическую обработку, сборку или контроль изделия. Основное время может быть машинным, машинно-ручным и ручным.

					ДП 44.03.04.571 ПЗ	Лис
Изм.	Лис	№ доквм.	Подпись	Дата		22

При работе на металлорежущих станках основное машинное время для каждого технологического перехода определяют по формуле

$$t_0 = \frac{l \cdot i}{s} \quad , \quad (10)$$

где l - расчетная длина обрабатываемой поверхности или обработки в направлении подачи;

i - число рабочих ходов;

s - минутная подача.

$$T_{шт} = (T_0 + T_в * K_{тв}) * \left(1 + \frac{A_{обс} + A_{отд}}{100}\right) \quad , \quad (11)$$

где T_0 – основное время на обработку одной детали, мин;

$T_в$ – вспомогательное время, мин;

$K_{тв}$ – поправочный коэффициент вспомогательного времени;

$A_{обс}$ – время на обслуживание рабочего места, %;

$A_{отд}$ – время на отдых и личные надобности, %.

$$T_в = T_{ву} + T_{в.пер} + T_{в.изм} \quad , \quad (12)$$

где $T_{ву}$ – время на установку и снятие детали, мин;

$T_{в.пер}$ – время, связанное с переходом, мин;

$T_{в.изм}$ – время на измерение, мин

$$T_{п-з} = T_{п-з1} + T_{п-з2} + T_{п-з.обр} \quad , \quad (13)$$

где $T_{п-з1}$ – время на организационную подготовку, мин;

$T_{п-з2}$ – время на наладку станка, мин;

$T_{п-з.обр}$ – нормы времени на пробную обработку, мин.

Штучное время для станков ЧПУ:

					ДП 44.03.04.571 ПЗ	Лис
Изм.	Лис	№ докum.	Подпись	Дата		22

$$T_{шт} = (T_{пу} + T_{в} * K_{1в}) * \left(1 + \frac{A_{тех} + A_{орг} + A_{отл}}{100}\right),$$

где $T_{пу}$ – время цикла автоматической работы станка по программе, мин.

$$T_{пу} = T_{о} + T_{мв}, \quad (14)$$

где $T_{о}$ – основное технологическое время, на обработку одной детали, мин.

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

Результаты нормирования времени приведены в таблице 6

Таблица 6 – Результаты нормирования времени

№ оп	Наименование	Значение
1	2	3
	Комплексная с ЧПУ	
	1. Основное время	22,35
	2. Вспомогательное время:	6,27
	Время, связанное операцией	0,84
	- время на установку и снятие детали	2,4
	- время, связанное с операцией	5,91
	- время на измерения	
	- машинно-вспомогательное время по программе	
	смена инструмента, подвод детали, время технологических пауз, изменение режимов.	
	Коэффициент вспомогательного времени	0,87

Окончание таблицы 6

1	2	3
	Суммарное вспомогательное время	9,24
	3. Время технического, организационного обслуживания рабочего места	4%
	на отдых и личные надобности	2,5%
	4. Подготовительно-заключительное время	22
	- организационная подготовка	6
	-установить инструментальные блоки	2,1
	-установить программноноситель в считывающее устройство и снять ввести программу в память системы ЧПУ	1
	-установить исходные координаты	4
	-произвести пробную обработку	28,81
	Время цикла автоматической работы станка по программе	32,37
	Штучное время	32,37
	Штучно-калькуляционное время	33,47

4. РАЗРАБОТКА УПРАВЛЯЮЩЕЙ ПРОГРАММЫ

Разработка фрагмента управляющей программы для проектируемого технологического процесса обработки детали «Корпус патрона».

Для разработки управляющей программы необходимо : Выбрать инструмент, выбрать режимы резания, спроектировать траекторию движения инструмента, определить координаты опорных точек.

Управляющая программа была создана в автоматическом режиме помощью программного обеспечения SolidCAM , после этого скорректирована вручную. Траектория движения инструмента и таблица координат опорных точек приведены на операционных эскизах в графической части

Перечень используемых подготовительных и вспомогательных функций представлен в таблице 7.

Таблица 7 - Перечень используемых функций G и M Код функции

Код функции	Описание назначения функции
G00	Ускоренное перемещение
G01	Линейная интерполяция
G02	Круговая интерполяция по часовой стрелке
G90	Абсолютная система отсчета координат
G96	Постоянная скорость резания при точении
G41	Коррекция на радиус резца
Вспомогательные функции	
M06	Смена инструмента
M08	Включение СОЖ
M09	Выключение СОЖ
M02	Конец управляющей программы

Фрагмент управляющей программы разработан согласно рекомендациям и представлен в таблице 8.

Таблица 8 - Фрагмент управляющей программы

1	2
G140	Выбор главного шпинделя
G50 S2000	Ограничение максимальных оборотов
PR1=2 (DRILL D25)	Выбор инструмента №2
CALL OGRAF	Описание заготовки
NP1 G20 HP=1 (* DRILL D25 *)	№ программы
CALL OPER1 TLN=PR1	Вызов программы и инструмента
M02	Конец программы
OPER1 (DRILL D3)	Имя операции которая вызывалась ранее
MT=TLN*100+1	Переменная следующего инструмента
M321	Подготовка инструмента
IF [VRSTT NE 0] NRTS	Условие, при котором программа выполняется дальше
G00 X0 Z25 TL=TLN*010101 BT=0	Выход в точку, вызов инструмента с коррекцией, поворот головы
G95 G97 S1000	подача мм/об, отмена постоянной скорости резания, обороты 1000
G00 Z5 G17 M08	выход в точку, выбор плоскости x-y, подача СОЖ
G183 X0 Z-310 K4.5 D2 L10 F0.05	Цикл глубокого сверления

Окончание таблицы 8

G180	Окончание цикла глубокого сверления
G00 Z100 X100 M09	Выход на безопасное расстояние, отключение СОЖ
G20 HP=1	Выход в позицию смены инструмента
T100	Поворот токарно-фрезерной головки в положение смены инструмента
M50	Включение фиксации
NRTS RTS	Конец операции
OGRAF	Начало описания заготовки
DEF WORK	-
PS LC,[-310,0],[310,75]	-
PS LC,[-310,0],[310,0],0	-
END	Конец описания заготовки

5. ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРОЕКТА

Проектируемый вариант за счет внедрения многоцелевого обрабатывающего центра Okuma Multus-300WII позволяет в одной операции выполнять точение, расточку, фрезерование, сверление, нарезание резьбы. Данное оборудование позволяет снизить время обработки детали.

5.1. Количество технологического оборудования

Количество технологического оборудования рассчитываем по формуле:

$$g = \frac{t * N_{\text{год}}}{F_{\text{об}} * k_{\text{вн}} * k_3 * 60}, \quad (15)$$

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

$N_{\text{год}}$ – годовая программа выполнения деталей, $N_{\text{год}} = 1000$ шт.;

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

$k_{\text{вн}}$ – коэффициент выполнения норм времени, $k_{\text{вн}}=1$;

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

$$F_{\text{об}} = F_n \left(1 - \frac{K_p}{100} \right), \quad (16)$$

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 определяется по производственному календарю на текущий год (365 – календарное количество дней; 118 – количество выходных и праздничных дней; 247 – количество рабочих дней.). Отсюда количества рабочих часов оборудования (номинальный фонд):

									Лис
									29
Изм.	Лис	№ докum.	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.571 ПЗ				

- при двухсменной работе (ОЦ с ЧПУ):

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

Потери рабочего времени на ремонтные работы равны 3,0% для ОЦ с ЧПУ.

Отсюда действительный фонд времени работы оборудования составляет:

$$F_{об} = 3946 \cdot \left(1 - \frac{3}{100}\right) = 3827 \text{ ч}$$

Определяем количество станков по штучно-калькуляционному времени

$$g = \frac{33,47 \cdot 1000}{3827 \cdot 1,02 \cdot 0,8 \cdot 60} = 0,179 \text{ шт.}$$

Таблица 9 - Количество оборудования по проектному варианту

№	Операция	Оборудование	Кол-во станков	
			Расчет	Принято
1	Комплексная с ЧПУ	Multus B-300WII	0,179	1
Итого			0,179	1

Стоимость металлорежущих станков приведена в таблице 10

Таблица 10 - Стоимость металлорежущих станков приобретаемых для изготовления деталей

Наименование оборудования (станок)	Тип (модель)	Мощность электро-двигателя, кВт	Количество, шт	Стоимость, тыс.р.	
				Единицы оборудования	общая
Обрабатывающий центр	Okuma Multus-300WII	22	1	19000	19000
Итого:	-	22	1	-	19000

Капиталовложения в оборудование K_o , р. рассчитываются по формуле:

$$K_o = K_{от} + K_{оэ} + K_{пт} + K_{оу}, \quad (17)$$

где $K_{от}$ – капиталовложения в технологическое оборудование, тыс. р

$K_{оэ}$ – капиталовложения в энергетическое оборудование, тыс. р;

$K_{пт}$ – капиталовложения в подъемно-транспортное оборудование, тыс.

$K_{оу}$ – капиталовложения в средства контроля и управления, тыс. р.

Вложения в технологическое оборудование определяются по формуле:

$$K_{то} = \sum_{i=1}^n C_{oi}(1 + k_{тз} + k_c + k_m) \quad (18)$$

где C_{oi} – оптовая цена единицы оборудования i -го вида, тыс. р.;

$k_{тз}$ – коэффициент транспортно-заготовительных расходов, $k_{тз} = 0,05$;

k_c – коэффициент, учитывающий затраты на строительные работы, в том числе устройство фундаментов, $k_c = 0,07$;

k_m – коэффициент, учитывающий затраты на монтаж и наладку оборудования, $k_m = 0,1$.

Коэффициент загрузки оборудования

Проектируемый вариант $K_{з.о} = 0.179$

$K_{то}$ (Обрабатывающий центр) = $19000 \times (1 + 0,05 + 0,07 + 0,1) = 23180$ (тыс. р.)

Укрупнено капиталовложения в энергетическое оборудование принимаем равным 5% от стоимости технологического оборудования.

$$K_{зо} = 0,05 \times 23180 = 1159 \text{ (тыс. р.)}$$

					<i>ДП 44.03.04.571 ПЗ</i>	Лис
Изм.	Лис	№ докв.	Подпись	Дата		21

Укрупнено капиталовложения в подъемно-транспортное оборудование составляют 10% от стоимости технологического оборудования.

$$K_{пт} = 0,1 \times 23180 = 2318 \text{ (тыс.р.)}$$

Капиталовложения в средства контроля и управления технологическим процессом принимаются равными 1% от стоимости технологического оборудования.

$$K_{ку} = 0,01 \times 23180 = 231,8 \text{ (тыс.р.)}$$

Определяем величину капиталовложений в оборудование:

$$K_o = 23180 + 1159 + 2318 + 231,8 = 26888,8 \text{ (тыс. р.)}$$

Затраты на оснастку укрупнено принимаем 7% от стоимости технологического оборудования:

$$K_{ос} = 0,07 \times 26888,8 = 1882,2 \text{ (тыс.р.)}$$

Вложения в инвентарь и хозяйственные принадлежности долговременного пользования примем в размере 3 % от стоимости технологического оборудования.

$$K_{хп} = 0,03 \times 23180 = 695,4 \text{ (тыс. р.)}$$

Результаты расчета капитальных вложений в основные производственные фонды участка представлены в таблице 11.

Таблица 11 - Расчет капитальных вложений в основные производственные фонды

Виды основных фондов	Количество оборудования	Балансовая стоимость основных фондов, тыс.р.	Норма амортизации, %	Годовая сумма амортизационных отчислений
1	2	3	4	5
Okuma Multus-300WII	1	23180	6,5	1506,7

Окончание таблицы 11

1	2	3	4	5
Всего:	1	23180	-	1506,7
Энергетическое оборудование	По нормативам	1159	4,4	50,99
Подъемно-транспортное оборудование		2318	16,7	387,1
Средства контроля и управления		231,8	11	25,498
Технологическая оснастка		1882,2	20	376,44
Инвентарь и хозяйственные принадлежности		695,4	15,4	107,09
Итого:		29258,4	-	2453,82

5.2. Расчет технологической себестоимости

Технологическая себестоимость складывается из суммы следующих элементов:

$$C = Z_m + Z_{\text{э}} + Z_{\text{п}} + Z_{\text{об}} + Z_{\text{осн}} + Z_{\text{и}}, \quad (19)$$

где Z_m – затраты на все виды материалов, комплектующих и полуфабрикатов, руб.;

$Z_{\text{э}}$ – затраты на технологическую электроэнергию, руб.;

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

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

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

$Z_{\text{и}}$ – затраты на малоценный инструмент, руб.

Рассчитаем затраты на материалы заготовки:

$$Z_m = K \cdot Ц_1 \cdot m_1 - Ц_2 \cdot m_2, \quad (20)$$

где K – коэффициент, учитывающий транспортно – заготовительные расходы,
 $K = 1,04\%$;

$Ц_1$ – цена материала заготовки, руб.;

m_1 – масса заготовки, кг;

$Ц_2$ – цена отходов, руб.;

m_2 – масса отходов, кг.

$$Z_m = 1.04 \cdot 40 \cdot 24,82 - 15 \cdot 4,94 = 958,4 \text{ руб.}$$

Затраты на заработную плату рассчитываем по формуле:

$$Z_{\text{зп}} = Z_{\text{пр}} + Z_{\text{н}} + Z_{\text{эл}} + Z_{\text{к}} + Z_{\text{тр}}, \quad (21)$$

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

$Z_{\text{эл}}$ – основная и дополнительная заработная плата с отчислениями на социальное страхование электронщиков, руб.;

					<i>ДП 44.03.04.571 ПЗ</i>	Лис
Изм.	Лис	№ доквм.	Подпись	Дата		24

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

Зтр- основная и дополнительная заработная плата с отчислениями на социальное страхование транспортных рабочих, руб.;

Для расчетов используем следующие часовые тарифные ставки:

1-го разряда: = 124,43 (р./ч.);

2-го разряда: = 136,64 (р./ч.);

3-го разряда: = 141,53 (р./ч.);

4-го разряда: = 148,86 (р./ч.);

5-го разряда: = 153,74 (р./ч.);

6-го разряда = 161,07 (р./ч)

Расчет расценки при тш, мин

Р_о (комбинированная) = 153,74 * 32,37/60 = 82,94 р.

Основная и дополнительная заработная плата с отчислениями на социальное страхование, при применении сдельной оплаты труда:

$$Зпр = \text{Стар} \cdot \text{Тшт-к} \cdot \text{кмн} \cdot \text{кдоп} \cdot \text{ксоц} \cdot \text{кп}, \text{ руб.} \quad (22)$$

где Стар – часовая тарифная ставка производственного рабочего на операции, руб.;

Тшт-к – норма времени на операцию, час;

кмн- коэффициент, учитывающий многостаночное обслуживание, кмн=1;

кдоп – коэффициент, учитывающий дополнительную заработную плату,

кдоп = 1,15;

					ДП 44.03.04.571 ПЗ	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дата		35

ксоц – коэффициент учитывающий отчисления на социальное страхование,
ксоц= 1,3;

кп – районный коэффициент, кп= 1,15.

Зпр = 153,74 · 0,56 · 1 · 1,15 · 1,3 · 1,15 = 148 руб./ч

Численность станочников (операторов) вычислим по формуле:

$$Ч_{ст} = \frac{T_{шт-к} \cdot N \cdot K_{мн}}{\Phi_p \cdot 60}, \quad (23)$$

где Φ_p – годовой фонд времени одного рабочего

к_{мн} – коэффициент, учитывающий многостаночное обслуживание;

T_{шт-к} – норма времени на операцию, час;

N – годовая программа выпуска детали, шт.

$$Ч_{ст} = \frac{0,56 \cdot 1000 \cdot 1}{1973} = 1 \text{ чел.}$$

Затраты на заработную плату на изготовление одной детали и численность работающих заносим в таблицу 12.

Таблица 12 – Затраты на заработную плату станочников

Наименование операции	Часовая тарифная ставка, руб/час	Tшт-к, ч	Заработная плата, руб./ч.	Численность станочников, чел
Комплексная	153,74	0,56	148	1
Итого:			148	1

Определим затраты на заработную плату на годовую программу:

$$Ззп = 148 \cdot 1000 = 148000 \text{ р.}$$

Численность вспомогательных рабочих соответствующей специальности определим следующим образом:

$$Ч_{всп} = \frac{q_p \cdot n}{H}, \quad (24)$$

где q_p - расчетное количество оборудования, шт.; (0,179)

n - количество смен работы оборудования; (2 сменный график)

H - число станков, обслуживаемых одним наладчиком и электронщиком.
($H=8$)

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

$$Ч_{трансп.} = 0,283 \cdot 0,05 = 0,014 \text{ чел.};$$

$$Ч_{контр.} = 0,283 \cdot 0,07 = 0,019 \text{ чел.}$$

Численность вспомогательных рабочих (наладчики оборудования) проектный вариант:

$$Ч_{всп} = \frac{0,179 \cdot 2}{8} = 0,045$$

Заработная плата вспомогательных рабочих рассчитываем по формуле

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

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

$N_{год}$ – годовая программа выпуска деталей, $N_{год} = 1000$ шт.;

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

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

$k_{доп} = 1,15$;

					ДП 44.03.04.571 ПЗ	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дата		27

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

$Ч_{всп}$ – численность вспомогательных рабочих соответствующей специальности и разряда, р.

$$З_{нал} = \frac{161,07 \cdot 1973 \cdot 0,045 \cdot 1,15 \cdot 1,15}{1000} = 18,91 \text{ р.};$$

$$З_{трансп.} = \frac{113,63 \cdot 1973 \cdot 0,014 \cdot 1,15 \cdot 1,15}{1000} = 4,15 \text{ р.};$$

$$З_{контр.} = \frac{85,22 \cdot 1973 \cdot 0,019 \cdot 1,15 \cdot 1,15}{1000} = 4,22 \text{ р.}$$

Таблица 13- Затраты на заработную плату вспомогательных рабочих разрабатываемого технологического процесса

Специальность рабочего	Часовая тарифная ставка, р.	Численность, чел.	Затраты на год на изготовление одной детали, р.
Наладчик станков	161,07	0,045	18,91
Транспортный рабочий	113,63	0,014	4,15
Контролер ОТК	85,22	0,019	4,22
Итого:		0,078	27,28

Затраты на электроэнергию, рассчитаем по формуле:

$$З_э = \frac{N_y \cdot k_N \cdot k_{вр} \cdot k_{од} \cdot k_w \cdot t}{\eta \cdot k_{вн} \cdot 60} \cdot Ц_э, \quad (26)$$

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

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

$k_{вр}$ - средний коэффициент загрузки электродвигателя по времени (для среднесерийного производства- 0,8);

$k_{од}$ - средний коэффициент одновременной работы всех электродвигателей станка ;

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

η - коэффициент полезного действия оборудования (по паспорту оборудования);

$k_{вн}$ - коэффициент выполнения норм;

ρ - стоимость 1 кВт·ч электроэнергии, р.

$$Z_3 = \frac{22 \cdot 0,4 \cdot 0,8 \cdot 0,75 \cdot 1,04 \cdot 33,47}{0,95 \cdot 1 \cdot 60} \cdot 2,6 = 3,22 \text{ р.}$$

Таблица 14- Затраты на электроэнергию в разрабатываемом технологическом процессе

Станок	Установленная мощность, кВт	Штучно-калькуляционное, мин	Затраты на электроэнергию, р.
Обрабатывающий центр Multus B300WII	22	33,47	3,22

Затраты на эксплуатацию инструмента

На основании опыта внедрения инструмента предлагается вычислять затраты на эксплуатацию прогрессивного инструмента по формуле:

$$Z_{\text{ЭИ}} = (C_{\text{ПЛ}} \cdot n + (C_{\text{КОРП}} + k_{\text{КОМПЛ}} \cdot C_{\text{КОМПЛ}}) \cdot Q^{-1}) \cdot T_{\text{МАШ}} \cdot (T_{\text{СТ}} \cdot b_{\text{ФИ}} \cdot N)^{-1}, \quad (27)$$

где $Z_{\text{ЭИ}}$ - затраты на эксплуатацию сборного инструмента, р.;

$C_{\text{ПЛ}}$ - цена сменной многогранной пластины, р.;

n - количество сменных многогранных пластин, установленных для одновременной работы в корпусе сборного инструмента, шт.; $C_{\text{КОРП}}$ - цена корпуса сборного инструмента (державки токарного резца, корпуса сборной фрезы/сверла), р.;

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

$k_{\text{КОМПЛ}}$ - коэффициент, учитывающий количество наборов комплектующих изделий, используемых в 1 корпусе (державке) сборного инструмента в течение времени его эксплуатации, шт. Коэффициент - эмпирический, величина его зависит от условий использования инструмента и качества его изготовления, от режимов резания и общего уровня технической культуры предприятия. Максимальное значение $k_{\text{КОМПЛ}} = 5$ соответствует обдирочному точению кованных или литых заготовок с соответствующим качеством обрабатываемых поверхностей;

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

Величина Q также определена опытным путем и зависит от условий обработки и формы сменной пластины. Значения показателя Q рекомендованные для условий полустойковой токарной обработки представлены в таблице 1;

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

$b_{\text{ФИ}}$ - коэффициент фактического использования, связанный со случайной убылью инструмента. Экспериментальные данные показывают диапазон

					ДП 44.03.04.571 ПЗ	Лис
Изм.	Лис	№ доквм.	Подпись	Дата		40

изменения величины коэффициента от 0,87 при черновой обработке до 0,97 при чистовой обработке;

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

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

Таблица 15 – затраты на эксплуатацию инструмента

Опера ция	Инструмент	Машин- ное время, мин	Цена единицы инстру- мента, руб.	Суммар- ный период стойкости инстру- мента, мин	Затраты на переточк у инструме нта, руб.	Коэффи- циент убыли	Итого затра ты, руб.
1	2	3	4	5	6	7	8
010	Резцовая головка CoroTurn TR-C5- V13MBL-00115. Пластина TR-DC 1312-M	9,16	12360 460	 340	 -	 0,9	110,3
	Сверло CoroDrill 870- 2500-25L32-10, Сменная головка для сверла 870-2500-25- PM	3,48	8750 430	 460	 -	 0,9	57,13
	Расточная оправка A10K-SCLCR/L06 Пластины CCMT 060204-WF	2,68	3600 710	 460	 -	 0,9	18,64
	Концевая фреза CoroMill Plura R216.24- 12050FCC26P	1,01	4700 650	 370	 -	 0,9	10,4
	Твердосплавное сверло CoroDrill 860.1-0850-045A1- PM	0,43	4700 460	 380	350	0,9	4,33
	Твердосплавное сверло CoroDrill 860.1-0450-018A1- PM	0,33	4500 460	 380	350	0,9	3,66
	Метчик CoroTap 200 E006M10	0,35	4700 360	 360	 -	 0,9	13,99
	Фреза CoroMill 490- 025C3-08M Пластины 490R- 08T308M-PL	9,61	14560 430	 320	 -	 0,9	111,1 2
	Сверло CoroDrill 860.1-1380-040A1- PM 4234	0,63	4300 310	 310	350	0,9	6,9

Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дата
------	-----	----------	---------	------

ДП 44.03.04.571 ПЗ

Лис

41

Окончание таблицы 15

1	2	3	4	5	6	7	8
	Метчик CoroTap 200 E326M14	0,39	4700	360	-	0,9	13,4
	Резцовая головка CoroTurn TR-C5-V13MBL-00115. Пластина TR-DC 1312-M	3,46	12360	460	340	-	0,9
Итого							361,85

$$C_{ам} = \frac{Ц_{об} + Н_{ам} \cdot t}{F_{об} \cdot k_3 \cdot k_{вн} \cdot 60}, \quad (28)$$

- где
- Ц_{об}- цена единицы оборудования, р.;
 - Н_{ам}- норма амортизационных отчислений;
 - F_{об}- годовой действительный фонд времени работы оборудования, ч;
 - k_з- нормативный коэффициент загрузки оборудования;
 - k_{вн}- коэффициент выполнения норм;
 - t- штучно- калькуляционное время, мин.

$$C_{ам} = \frac{23180000 \cdot 0,065 \cdot 33,47}{3946 \cdot 0,8 \cdot 1,2 \cdot 60} = 221,87$$

Таблица 16 – Технологическая себестоимость обработки детали

Статьи затрат	Сумма,руб
1	2
Заработная плата с начислениями	
Основных рабочих	148
Вспомогательных рабочих	27,28

Окончание таблицы 16

1	2
Затраты на технологическую электроэнергию	3,22
Затраты на содержание и эксплуатацию оборудования	221,87
Затраты на инструмент	361,85
Затраты на материал	958,4
Итого	1720,62

Уровень механизации труда на программных операциях:

$$k_{\text{мех}} = \frac{T_0 + T_{\text{всп}}}{t} * 100\%, \quad (29)$$

где $k_{\text{мех}}$ – коэффициент механизации на операции, %;

T_0 – основное (машинное) время обработки детали на программных операциях, мин;

$T_{\text{всп}}$ – вспомогательное время механизированных приемов, мин;

t – штучно-калькуляционное время, мин;

$$k_{\text{мех}} = \frac{22,35 + 6,27}{33,47} * 100\% = 85\%$$

Производительность труда на программных операциях:

$$B = \frac{F_p * k_{\text{вн}} * 60}{t}, \quad (30)$$

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

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

$$B = \frac{1973 * 1,2 * 60}{33,47} = 4244,27$$

					ДП 44.03.04.571 ПЗ	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дата		42

6. МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ ПРОЕКТА

В рамках дипломного проекта разработан технологический процесс обработки детали «Корпус патрона». Деталь обрабатывается на обрабатывающем центре OKUMA Multus B-300W II. За счёт нового оборудования предприятие повысит качество выпускаемой продукции, снизит её себестоимость, а значит, увеличит конкурентоспособность продукции на рынке товаров. С внедрением нового оборудования и повышением точности обработки появляется необходимость повышения, квалификации операторов станков с ЧПУ с 4-ого до 5-ого разряда.

В связи с тем что на ООО «УТЗ» нет своего учебного центра, повышение квалификации операторов будет производится НОЧУ ДПО «УЦПК» по договоренности с заводом.

6.1. Анализ учебной документации

Для разработки учебного плана необходимо проанализировать профессиональный стандарт для операторов-наладчиков обрабатывающих центров с ЧПУ 5-ого разряда.

Требования к рабочему по профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ»

Профессия – Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ

Квалификация - 5-ий разряд Согласно Профессиональному стандарту,

утвержденному приказом Министерства труда и социальной защиты

Российской Федерации «4» августа 2014г. № 530н, Оператор-наладчик обрабатывающих центров с числовым программным управлением должен иметь:

- образование и обучение - Среднее профессиональное образование – программы подготовки квалифицированных рабочих (служащих)

					ДП 44.03.04.571 ПЗ	Лис
Изм.	Лис	№ докum.	Подпись	Дата		44

- опыт практической работы - Не менее одного года работ второго квалификационного уровня по профессии «оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ».

В таблице 18 приведено описание трудовых функций оператора- наладчика обрабатывающих центров с ЧПУ в соответствии с профессиональным стандартом.

Таблица 18 - Описание трудовых функций оператора-наладчика

Обобщенные трудовые функции		Трудовые функции		
Наименование	Уровень квалификаци и	Наименование	код	уровень (подуровень) квалификации
1	2	3	4	5
Наладка и подналадка обрабатывающих центров с программным управлением для	2	Наладка на холостом ходу и в рабочем режиме обрабатывающих центров для обработки	A/01.2	2

Продолжение таблицы 18

1	2	3	4	5
обработки простых и средней сложности деталей; обработка простых и сложных деталей		отверстий в деталях и поверхностей деталей по 8–14 квалитетам		
		Настройка технологической последовательнос ти обработки и режимов резания, подбор режущих и измерительных инструментов и приспособлений по технологической карте	A/02.2	2
		Установка деталей в универсальных и специальных приспособлениях	A/03.2	2

Продолжение таблицы 18

					ДП 44.03.04.571 ПЗ	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дата		46

1	2	3	4	5
		и на столе станка с выверкой в двух плоскостях		
		Отладка, изготовление пробных деталей и передача их в	A/04.2	2
		отдел технического контроля (ОТК)		
		Подналадка основных механизмов обрабатывающих центров в процессе работы	A/05.2	2
		Обработка отверстий и поверхностей в деталях по 8–14 квалитетам	A/06.2	2

Продолжение таблицы 18

					ДП 44.03.04.571 ПЗ	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дата		47

1	2	3	4	5
		Инструктированы рабочие, занятых на обслуживаемом оборудовании	A/07.2	2
Наладка на холостом ходу и в рабочем режиме обрабатывающих центров с программным управлением для обработки деталей, требующих перестановок и комбинированного их крепления;	3	Наладка обрабатывающих центров для обработки отверстий в деталях и поверхностей деталей по 7–8 квалитетам	B/01.3	3
		Программирование станков с числовым	B/02.3	3
обработка деталей средней сложности		программным управлением (ЧПУ)		

Окончание таблицы 18

					ДП 44.03.04.571 ПЗ	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дата		48

1	2	3	4	5
		Установка деталей в приспособлениях и на столе станка с выверкой их в различных плоскостях	В/03.3	3
		Обработка отверстий и поверхностей в деталях по 7–8 квалитетам	В/04.3	3
Наладка и регулировка на холостом ходу и в рабочем режиме обрабатывающих центров с программным управлением для обработки деталей и сборочных единиц с разработкой программ управления; обработка сложных деталей	4	Наладка обрабатывающих центров для обработки отверстий и поверхностей в деталях по 6 квалитету и выше	С/01.4	4
		Обработка отверстий и поверхностей в деталях по 6 квалитету и выше	С/02.4	4

Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.571 ПЗ

Лис

49

Проанализируем обобщенную трудовую функцию - «Наладка на холостом ходу и в рабочем режиме обрабатывающих центров с программным управлением для обработки деталей, требующих перестановок и комбинированного их крепления; обработка деталей средней сложности.» Данная трудовая функция, согласно Стандарту имеет код В/01.3 и принадлежит третьему уровню квалификации. Анализ приведен в таблице 19.

Таблица 19 - Анализ трудовых функций

Наименование	Наладка на холостом ходу и в рабочем режиме обрабатывающих центров с программным управлением для обработки деталей, требующих перестановок и комбинированного их крепления; обработка деталей средней сложности.	Код	В	Уровень квалификации	3
1	2				
Возможные наименования должностей	Наладчик обрабатывающих центров (5-й разряд) Оператор обрабатывающих центров (5-й разряд) Оператор-наладчик обрабатывающих центров (5-й разряд) Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ 3-й квалификации Оператор обрабатывающих центров с ЧПУ 3-й квалификации Наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ 3-й квалификации				

Окончание таблицы 19

1	2
Требования к образованию и обучению	Среднее профессиональное образование - программы подготовки квалифицированных рабочих (служащих)
Требования к опыту практической работы	Не менее одного года работ второго квалификационного уровня по профессии "оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ"
Особые условия допуска к работе	Прохождение обязательных предварительных (при поступлении на работу) и периодических медицинских осмотров (обследований), а также внеочередных медицинских осмотров (обследований) в установленном законодательством Российской Федерации порядке.
	Прохождение работником инструктажа по охране труда на рабочем месте

Таблица 20 - Дополнительные характеристики

Наименование классификатора	Код	Наименование базовой группы, должности (профессии) или специальности
ОКЗ	7223	Станочники на металлообрабатывающих станках, наладчики станков и оборудования
ЕТКС	§45	Наладчик станков и манипуляторов с программным управлением, 4-й разряд
ОКНПО	010703	Наладчик станков и манипуляторов с программным управлением

В рамках анализируемой обобщенной трудовой функции, обучаемый должен уметь выполнять следующие трудовые действия:

Наладка обрабатывающих центров для обработки отверстий и поверхностей в деталях по 7-8 квалитетам (на основе знаний и практического опыта)

Наладка на холостом ходу и в рабочем режиме обрабатывающих центров для обработки отверстий в деталях и поверхностей деталей по 8-14 квалитетам (на основе знаний и практического опыта)

Контроль точности и работоспособности позиционирования обрабатывающего центра с ЧПУ с помощью измерительных инструментов

Контроль с помощью измерительных инструментов точности и работоспособности позиционирования обрабатывающего центра с ЧПУ

Наладка обрабатывающих центров для обработки отверстий и поверхностей в деталях по 7-8 квалитетам (на основе знаний и практического опыта)

Выберем трудовую функцию – «Наладка обрабатывающих центров для обработки отверстий в деталях и поверхностей деталей по 7–8 квалитетам». Данная трудовая функция должна быть сформирована на 3-ем уровне (подуровне) квалификации.

Анализ приведен в таблице 21.

Таблица 21 – Анализ трудовой функции «Наладка обрабатывающих центров для обработки отверстий в деталях и поверхностей деталей по 7–8 квалитетам»

Наименование	Наладка обрабатывающих центров для обработки отверстий в деталях и поверхностей деталей по 7–8 квалитетам		Код	В/01.3	Уровень (подуровень) квалификации	3
Происхождение трудовой функции	Оригинал Х	Заимствовано из оригинала				
			Код оригинала	Регистрационный номер профессионального стандарта		

Таблица 22 - Трудовые действия

1	2
Трудовые действия	Изучение конструкторской документации станка и инструкции по наладке обрабатывающих центров
	Наладка на холостом ходу и в рабочем режиме обрабатывающих центров для обработки отверстий в деталях и поверхностей деталей по 8-14 квалитетам (на основе знаний и практического опыта)

Продолжение таблицы 22

1	2
	Контроль точности и работоспособности позиционирования обрабатывающего центра с ЧПУ с помощью измерительных инструментов
	Контроль с помощью измерительных инструментов точности и работоспособности позиционирования обрабатывающего центра с ЧПУ
	Наладка обрабатывающих центров для обработки отверстий и поверхностей в деталях по 7-8 квалитетам (на основе знаний и практического опыта)
Необходимые умения	Анализировать конструкторскую документацию станка и инструкцию по наладке и определять предельные отклонения размеров по стандартам, технической документации для выполнения данной трудовой функции
	Пользоваться встроенной системой измерения инструмента
	Пользоваться встроенной системой измерения детали
	Отслеживать состояние и износ инструмента

Продолжение таблицы 22

1	2
	<p>Читать и оформлять чертежи, схемы и графики; составлять эскизы на обрабатываемые детали с указанием допусков и посадок</p>
	<p>Рассчитывать и измерять основные параметры простых электрических, магнитных и электронных цепей</p> <p>Применять контрольно-измерительные приборы и инструменты</p> <p>Выполнять наладку одноступенчатых обрабатывающих центров с ЧПУ</p> <p>Пользоваться конструкторской документацией станка и инструкцией по наладке для выполнения данной трудовой функции</p> <p>Использовать контрольно-измерительные инструменты</p> <p>Налаживать обрабатывающие центры для обработки отверстий и поверхностей в деталях по 7-8 квалитетам.</p>
<p>Необходимые знания</p>	<p>Система допусков и посадок, степеней точности; квалитеты и параметры шероховатости</p> <p>Параметры и установки системы ЧПУ станка</p>

Продолжение таблицы 22

1	2
	<p>Наименование, стандарты и свойства материалов, крепежных и нормализованных деталей и узлов</p>
	<p>Способы и правила механической и электромеханической наладки, устройство обслуживаемых однотипных станков</p>
	<p>Системы управления и структура управляющей программы обрабатывающих центров с ЧПУ</p>
	<p>Правила проверки станков на точность, на работоспособность и точность позиционирования</p>
	<p>Устройство, правила проверки на точность однотипных обрабатывающих центров с ЧПУ</p>
	<p>Устройство и правила применения универсальных и специальных приспособлений, контрольно-измерительных инструментов, приборов и инструментов для автоматического измерения деталей</p>
	<p>Правила настройки и регулирования контрольно-измерительных инструментов и приборов</p>
<p>Правила заточки, доводки и установки универсального и специального режущего инструмента</p>	

Окончание таблицы 22

1	2
	Основы электротехники, электроники, гидравлики и программирования в пределах выполняемой работы
	Правила и нормы охраны труда, производственной санитарии и пожарной безопасности
	Правила пользования средствами индивидуальной защиты
	Требования, предъявляемые к качеству выполняемых работ
	Виды брака и способы его предупреждения и устранения
	Требования по рациональной организации труда на рабочем месте
	Использовать контрольно-измерительные инструменты
	Налаживать обрабатывающие центры для обработки отверстий и поверхностей в деталях по 7-8 квалитетам
Другие характеристики	Наличие II квалификационной группы по электробезопасности

Исходя из анализа профессионального стандарта для операторов-наладчиков обрабатывающих центров с ЧПУ 5-ого разряда необходимо

разработать учебный план переподготовки операторов-наладчиков обрабатывающих центров с 4-ого на 5-ый разряд.

Учебным планом предусмотрено изучение 3 тем, выполнение 7 практических работ. По окончании курса учащиеся сдают экзамен. Общая трудоемкость программы «Оператор-наладчик обрабатывающих центров 5-го разряда» очной формы обучения составляет 144 часа.

6.2. Тематический план изучения программы

Тематический план изучения программы «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ 5-ого разряда» состоит из 7 разделов:

1. Устройство обрабатывающего центра Okuma MU-300WII, основные узлы станка (2 часа).

2. Технологические основы обработки деталей на станке Okuma MU-300WII (6 часов).

3. Инструментальное обеспечение токарно-фрезерной обработки на станке Okuma MU-300WII (8 часов).

4. Основные сведения о программном управлении металлорежущим оборудованием (8 часов).

5. Система ЧПУ OSP - P200 и программирование в ней (8 часов).

6. Создание и регистрация инструментов в программном пакете LAP4 (6 часов)

7. Программирование токарно-фрезерной обработки в системе ЧПУ OSP-P200 в программном пакете LAP4(28 часов). Выбрана тема (4)

«Основные сведения о программном управлении металлорежущим оборудованием». На тему отводится 8 часов. Перспективно-тематический план темы «Основные сведения о программном управлении металлорежущим оборудованием»

										Лис
										58
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.571 ПЗ					

Таблица 23 - Тематический план изучения программы

Название дисциплины	Всего, ч	Теория, ч	Практика, ч	Контроль
Современные обрабатывающие центры и программирование обработки	8	4	4	Зачет
Основы программирования обработки на станках с ЧПУ	8	4	4	Зачет
Создание УП для токарно- фрезерных станков Okuma	10	4	6	Зачет
Практическое обучение	42		42	Зачет
Консультации	1			
Квалификационный экзамен	3			Экзамен
Итого	72			

Для дальнейшей разработки выберем из тематического плана раздел «Основы программирования обработки на станках с ЧПУ».

На теоретическую часть раздела «Основы программирования обработки на станках с ЧПУ» отведено 4 академических часа.

Тема занятия: «Основы программирования обработки на станках с ЧПУ»

Цели занятия:

Обучающая: Сформировать знания о структуре управляющей программы, о подготовительных и вспомогательных функциях

Воспитательная: воспитание интереса к выбранной профессии и изучаемой дисциплине

Развивающая: развитие умений обобщать полученные сведения и делать выводы.

Организационная форма обучения: лекция, ориентированная на усвоение новых знаний.

Методы обучения: объяснение, рассказ, иллюстрация.

Технические средства обучения: компьютер, проектор

Дидактические средства обучения: мультимедийная презентация

Занятие проходит в учебном классе.

Таблица 24 - Модель взаимодействия преподавателя и слушателей

Структура занятия	Деятельность преподавателя	Деятельность слушателей
1	2	3
1.Организационная часть (5 мин)	Приветствие Озвучивание темы и цели занятия	Приветствуют преподавателя. Записывают тему занятия в тетрадь.

Окончание таблицы 24

1	2	3
2. Изложение нового материала (50мин)	Рассказывает новый материал, в процессе рассказа показывает слайды (приложение А)	Слушатели слушают преподавателя, изучают слайды. Важные моменты записывают в тетрадь.
3. Закрепление нового материала	Задаёт вопросы. Вопросы для удобства восприятия демонстрируются на слайде.	Слушатели устно отвечают на поставленные вопросы, пользуются конспектами. Дополняют ответы друг друга, если требуется.
4. Подведение итогов занятия (5 мин.)	Подводит итог занятия. Отвечает на вопросы. Доводит тему следующего занятия.	Слушают. Задают вопросы. Запоминают.
5. Домашнее задание (5 мин.)	Повторить пройденный материал.	Учащиеся записывают.

6.3. Конспект изложения нового материала

Основы программирования обработки на станках с ЧПУ

Структура управляющей программы

Управляющая программа (УП) – совокупность команд на языке программирования, соответствующая заданному алгоритму функционирования станка по обработке конкретной заготовки. УП содержит информацию о ве-

личинах и скоростях перемещения режущего инструмента относительно заготовки детали, указания об изменении частоты вращения шпинделя, смене инструмента, коррекции инструмента, подаче СОЖ и другие команды исполнительным органам станка. Эта информация записывается в кодах конкретного устройства ЧПУ в последовательности, соответствующей принятому техпроцессу обработки.

Кадр УП – составная часть УП, вводимая и обрабатываемая как единое целое и содержащее не менее одной команды.

Слово УП – составная часть кадра УП, содержащая данные о параметре процесса обработки заготовки или другие данные по выполнению управления.

Адрес УП – часть слова УП, определяющая назначение следующих за ним данных.

Кодирование информации УП в алфавитно – цифровом коде

Правила кодирования информации УП регламентированы ГОСТом 20999 – 83. Ниже описывается структура основных слов, формируемых в алфавитно – цифровом коде при подготовке УП для станков с ЧПУ. Конкретные правила кодирования информации УП устанавливаются форматом УП конкретного устройства ЧПУ.

- Слово Размерное перемещение.

Слово предназначено для задания геометрической информации (размерных перемещений). Эти слова записываются в кадре с адресами X,Y,Z,A,B,C и др. Линейные перемещения должны быть выражены в миллиметрах и их десятых долях, угловые размеры – в радианах или градусах. Слова могут быть записаны без использования десятичной запятой (подразумеваемое положение десятичной запятой) и с использованием десятичного знака (явное положение десятичной запятой). Подразумеваемое положение десятичной запятой определяется в характеристиках формата конкретного устройства с ЧПУ. Размерные

									Лис	
Изм.	Лис	№ докum.	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.571 ПЗ					62

перемещения указываются в абсолютных значениях (отсчет от принятого начала отсчета) или в приращениях (отсчет от предыдущего положения рабочего органа станка).

- Слово Функция подачи.

Слово определяет скорости подачи. Слово записывается в кадре с адресом F, данными которого может быть значение подачи (метод прямого обозначения) или кодовое число, соответствующее подаче.

- Слово Функция главного движения.

Слово определяет скорость главного движения. Слово записывается в кадре, как правило, с адресом S, данными которого может быть значение скорости главного движения или частоты вращения шпинделя (метод прямого обозначения) или кодовое число, соответствующее скорости главного движения или частоте вращения шпинделя.

- Слово Функция инструмента.

Слово используется для выбора инструмента. Слово записывается в кадре с адресом T, данными которого является номер инструмента (инструментального магазина, револьверной головки и т. д.). Допускается использовать это слово для коррекции инструмента. В этом случае Слово Функция инструмента будет состоять из двух групп цифр. Первая группа цифр используется для выбора инструмента, вторая – для коррекции инструмента.

- Слово Подготовительная функция.

Слово определяет режим работы устройства ЧПУ. Слово записывается в кадре с адресом G, данными которого является десятичный код. Назначение подготовительных функций весьма многообразно.

В таблице 25 представлен список подготовительных функций.

					ДП 44.03.04.571 ПЗ	Лис
Изм.	Лис	№ доквм.	Подпись	Дата		62

Таблица 25 – Список подготовительных функций

Команда	Описание	Пример
1	2	3
G00	Ускоренное перемещение инструмента (холостой ход)	G0 X0 Y0 Z100;
G01	Линейная интерполяция	G01 X0. Y0. Z100 F200;
G02	Круговая интерполяция по часовой стрелке	G02 X15. Y15. R5 F200;
G03	Круговая интерполяция против часовой стрелки	G03 X15. Y15. R5 F200;
G04	Задержка выполнения программы, способ задания величины задержки зависит от реализации системы управления	G04 P500;
G10	Задать новые координаты для начала координат	G10 X10 Y10 Z10;
G15	Отмена полярной системы координат	G15 X15. Y22.5; G15;
G16	Полярная система координат (X радиус Y угол)	G16 X15. Y22.5
G17	Выбор рабочей плоскости X-Y	
G18	Выбор рабочей плоскости Z-X	
G19	Выбор рабочей плоскости Y-Z	
G20	Режим работы в дюймовой системе	G90 G20;
G21	Режим работы в метрической системе	G90 G21;
G22	Активировать установленный предел перемещений (Станок не выйдет за их предел)	G22 G01 X15 Y25;
G28	Вернуться на референтную точку	G28 G91 Z0 Y0;
G30	Поднятие по оси Z на точку смены инструмента	G30 G91 Z0;
G40	Отмена компенсации радиуса инструмента	G1 G40 X0. Y0. F200
G41	Компенсировать радиус инструмента слева от траектории	G41 X15. Y15. D1 F100
G42	Компенсировать радиус инструмента справа от траектории	G42 X15. Y15. D1 F100

Продолжение таблицы 25

1	2	3
G43	Компенсировать длину инструмента положительно	G43 X15. Y15. Z100. H1 S1000 M3
G44	Компенсировать длину инструмента отрицательно	G44 X15. Y15. Z4. H1 S1000 M3
G49	Отмена компенсации длины инструмента	G49 Z100
G53	Отключить смещение начала системы координат станка	G53 G0 X0. Y0. Z0.
G54- G59	Переключиться на заданную оператором систему координат	G54 G0 X0. Y0. Z100.
G61- G64	Переключение режимов Точный Стоп/Постоянная скорость	
G68	Поворот координат на нужный угол	G68 X0 Y0 R45;
G70	Цикл продольного чистового точения	G70 P10 Q15
G71	Цикл многопроходного продольного чернового точения	G71 P10 Q15 D0.5 U0.2 W0.5
G80	Отмена циклов сверления, растачивания, нарезания резьбы метчиком и т. д.	G80
G81	Цикл сверления	G81 X0 Y0. Z-10. R3 F100
G82	Цикл сверления с задержкой	G82 X0. Y0. Z-10. R3 P100 F100
G83	Цикл прерывистого сверления (с полным выводом сверла)	G83 X0. Y0. Z-10. R3 Q8 F100

Окончание таблицы 25

1	2	3
G84	Цикл нарезания резьбы	G95 G84 M29 X0. Y0. Z-10. R3 F1.411
G90	Задание абсолютных координат опорных точек траектории	G90 G1 X0.5. Y0.5. F10
G91	Задание координат инкрементально последней введенной опорной точки	G91 G1 X4. Y5. F100
G94	F (подача) — в формате мм/мин.	G94 G80 Z100
G95	F (подача) — в формате мм/об.	G95 G84 X0. Y0. Z-10. R3 F1.411
G99	После каждого цикла не отходить на "проходную точку"	G99 G91 X10 K4;

- Слово Вспомогательная функция.

Слово определяет технологические команды. Слово записывается в кадре с адресом M, данными которого является десятичный код. Назначение вспомогательных функций весьма многообразно, например, M03 - включение шпинделя почасовой стрелке, M05 – выключение шпинделя, M06 – смена инструмента и др. Вспомогательные функции приведены в таблице 26

Таблица 26- Список вспомогательных функций

Код	Описание	Пример
1	2	3
M00	Приостановить работу станка до нажатия кнопки «старт» на пульте управления, так называемая «безусловная технологическая остановка»	G0 X0 Y0 Z100 M0

Продолжение таблицы 26

1	2	3
M01	Приостановить работу станка до нажатия кнопки «старт», если включён режим подтверждения остановки	G0 X0 Y0 Z100 M1
M02	Конец программы, без сброса модальных функций	M02
M03	Начать вращение шпинделя по часовой стрелке	M3 S2000
M04	Начать вращение шпинделя против часовой стрелки	M4 S2000
M05	Остановить вращение шпинделя	M5
M06	Сменить инструмент	T15 M6
M07	Включить дополнительное охлаждение	M3 S2000 M7
M08	Включить основное охлаждение. Иногда использование более одного М-кода в одной строке (как в примере) недопустимо, для этого используются M13 и M14	M3 S2000 M8
M09	Выключить охлаждение	G0 X0 Y0 Z100 M5 M9
M13	Включить охлаждение и вращение шпинделя по часовой стрелке	S2000 M13
M14	Включить охлаждение и вращение шпинделя против часовой стрелки	S2000 M14
M17	Конец подпрограммы	M17

Окончание таблицы 26

1	2	3
M25	Замена инструмента вручную	M25
M97	Запуск подпрограммы, находящейся в той же программе (где P — номер кадра, в случае примера переход осуществится к строке N25), действует не везде, предположительно — только на станках HAAS	M97 P25
M98	Запуск подпрограммы, находящейся отдельно от основной программы (где P — номер подпрограммы, в случае примера переход осуществится к программе O1015)	M98 P1015
M99	Конец подпрограммы	M99
M30	Конец программы, со сбросом модальных функций	M30

Формат управляющей программы.

Управляющая программа конкретного устройства ЧПУ характеризуется форматом. Формат УП – это условная запись кадра с максимальным объёмом информации, определяющая набор примененных слов, порядок их расположения и объём информации каждого слова. Формат УП записывается по следующим правилам. Слова изображаются символами их адресов в принятой для кадров последовательности. За адресом безразмерных слов записывается одна цифра, показывающая количество цифр в слове, или, если можно опустить нули, стоящие перед первой значащей цифрой, то за адресом безразмерных слов записываются две цифры, первая из которых нуль. За адресом каждого из размерных слов записываются две цифры, первая из которых показывает количество разрядов перед подразумеваемой запятой, отделяющей целую часть числа от дробной, а вторая – количество разрядов после запятой, т. е. две или три

цифры, первая или последняя из которых 0 в зависимости от того, опускаются ли нули перед первой или после последней значащей цифры.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Целью дипломного проекта являлось проектирование технологического процесса обработки детали «Корпус патрона».

Предлагаемый проектный вариант обработки детали «Корпус» патрона» наиболее технологичен по сравнению с технологическим процессом, который основан на применении универсального оборудования. Применение обрабатывающего центра с ЧПУ позволяет уменьшить вспомогательное время на операциях за счет сокращения времени на установку и снятие детали, а также улучшить условия труда рабочих, сокращением времени ручного труда. В процессе выполнения работы сравнивалось два метода получения исходной заготовки: прокат и штамповка в ГКМ. В результате экономического расчета и обоснования выбора заготовки принят вариант штамповки в ГКМ. Это сокращает время на обработку детали. Использование высокопроизводительного режущего инструмента позволяет сократить производственный цикл, при этом обеспечив требуемое качество механической обработки. Обеспечение заданной точности размеров было достигнуто за счет постоянства баз на большинстве операций и переходов.

					ДП 44.03.04.571 ПЗ	Лис
Изм.	Лис	№ доквм.	Подпись	Дата		69

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Ансеров М.А. Приспособления для металлорежущих станков. М.: Машиностроение, 1966. 650 с.
2. Анурьев В.И. Справочник конструктора–машиностроителя: В 3 т. Т.1. 6-е изд., перераб. и доп. М.: Машиностроение, 1982. 736с.
3. Бородина Н.В., Горонович М.В., Фейгина М.И. Подготовка педагогов профессионального обучения к перспективно-тематическому планированию: модульный подход: Учеб. пособие. Екатеринбург: Изд-во Рос.гос.проф.-пед. ун-та, 2002. 260с.
4. Горошкин А.К. Приспособления для металлорежущих станков: Справочник. – 7-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1979. – 303 с., ил.
5. ГОСТ 12.0.004-90 ССБТ. Организация обучения безопасности труда. Общие требования.
6. ГОСТ 12.1.003-83 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности.
7. ГОСТ 12.1.012-90 ССБТ. Вибробезопасность.
- 8.ГОСТ 12. 1.030-81 ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление.
9. ГОСТ 7505-89 Поковки стальные штамповочные. Допуски, припуски и кузнечные напуски.
10. ГН 2.2.5.686-98 Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны.
11. ГН 2.2.5.691-98 Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны. Дополнение № 1.
12. Козлова Т.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учеб. пособие. – Екатеринбург: Изд-во Урал. гос. проф.-пед. ун-та, 2001. 169 с.
13. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учеб. пособие для машиностроит. спец. вузов/Л.В. Худобин, В.Ф. Гурьянихин, В.Р. Берзин. – М.: Машиностроение, 1989. 288 с.

					ДП 44.03.04.571 ПЗ	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дата		70

14. Макиенко Н.И. Педагогический процесс в училищах профессионально-технического образования: Метод. Пособие. – М.: Высш. школа, 1983. – 344 с., ил.

15. Обработка металлов резанием: Справочник технолога /А.А.Панов, В.В. Аникин, Н.Г. Бойм и др.; Под общ. ред. А.А. Панова. – М.: Машиностроение, 1988. 736 с.

16. Общемашиностроительные нормативы режимов резания для технического нормирования работ на металлорежущем станке. В 2 ч. М.: Машиностроение, 1974. 416с.

17.Общемашиностроительные нормативы вспомогательного времени и времени на обслуживание на металлорежущих станках. М.: Экономика, 1988. 366с.

18. Общемашиностроительные нормативы времени вспомогательного, на обслуживание рабочего места и подготовительно-заключительного для технического нормирования станочных работ. М.: Машиностроение, 1974. 136с.

19. Овумян Г.Г., Адам Я.И. Справочник зубореза – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1983. 223 с.

20. Охрана труда в машиностроении. Учебник для машиностроительных вузов. Е.Я. Юдин, С.В. Белов, С.К. Баланцев под ред. Е.Я. Юдина 2-е изд. перероб. и доп. М.: Машиностроение, 1983. 432с.

21. Прогрессивные режущие инструменты и режимы резания металлов: Справочник/В.И. Баранчиков, А.В. Жаринов, Н.Д. Юдина и др.; Под общ. ред. В.И. Баранчикова. – М.: Машиностроение, 1990. 400 с.

22. Режимы резания металлов: Справочник / Под ред. Ю.В. Барановского. М.: Машиностроение, 1972. 408 с.

23. СП 2.2.2.1327-03 Гигиенические требования к организации технологических процессов, производственному оборудованию и рабочим инструментам.

					ДП 44.03.04.571 ПЗ	Лис
Изм.	Лис	№ доквм.	Подпись	Дата		71

24. Справочник технолога-машиностроителя. В2-х т. Т.1/Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова – 4-е изд., переаб. и доп. – М.: Машиностроение, 1986. 656с.

25. Справочник технолога-машиностроителя. В2-х т. Т.2/Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова – 4-е изд., переаб. и доп. – М.: Машиностроение, 1986. 496с.

26. Станочные приспособления: Справочник, В 2-х т. /Ред. совет: Б.Н. Вардашкин (пред.) и др. – М.: Машиностроение, 1984. – Т. 1 /Под ред. Б.Н. Вардашкина, А.А. Шатилова, 1984. 592 с., ил.

27. Станочные приспособления: Справочник, В 2-х т. /Ред. совет: Б.Н. Вардашкин (пред.) и др. – М.: Машиностроение, 1984. – Т. 2 /Под ред. Б.Н. Вардашкина, В.В. Данилевского, 1984. 656 с., ил.

28. Техничко-экономические расчеты в выпускных квалификационных работ (дипломных проектах): Учебн. Пособие / Авт.-сост. Е.И. Чучкалова, Т.А. Козлова, В.П. Суриков. Екатеринбург: Изд-во ГОУ ВПО «Рос. гос. проф.-пед. ун-т», 2006. 66 с.

29. Эрганова Н.Е. Методика профессионального обучения: Учеб. пособие. 3-е изд., испр. и доп. – Екатеринбург: Изд-во Рос. гос. проф.-пед. ун-та, 2004. – 150 с.

30, Sandvik Coromant "Вращающийся инструмент Sandvik Coromant" - каталог,, 2015, 1499 с.

31. Sandvik Coromant "Токарный инструмент Sandvik Coromant" - каталог, 2015, 1251 с.

					<i>ДП 44.03.04.571 ПЗ</i>	Лис
Изм.	Лис	№ докum.	Подпись	Дата		72

Приложение А

					ДП 44.03.04.571 ПЗ	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дата		72

Перечень листов графических документов

Наименование документа	Обозначение документа	Формат	Кол-во листов	Примечания
1. Корпус патрона	ДП 44.03.04.571.01	A1	1	
2. Корпус патрона Штамповка	ДП 44.03.04.571.02	A1	1	
3. Технологический эскиз	ДП 44.03.04.571	A1	3	
4. Управляющая программа	ДП 44.03.04.571	A1	1	

Комплект слайдов по методической части

Тема урока: «Основы программирования обработки на станках с ЧПУ»

Панель управления ОЦ Okuma
Multus B-300W II



Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.571 ПЗ

Лис

75

Разработка управляющих программ

Для программирования необходимы:

- Чертеж детали,
- Руководство по эксплатации ОЦ Okuma Multus B-300WII,
- Инструкция по программированию,
- Каталог режущих инструментов и нормативы режимов резания.

Состав кадра УП

ГОСТ 20999-83



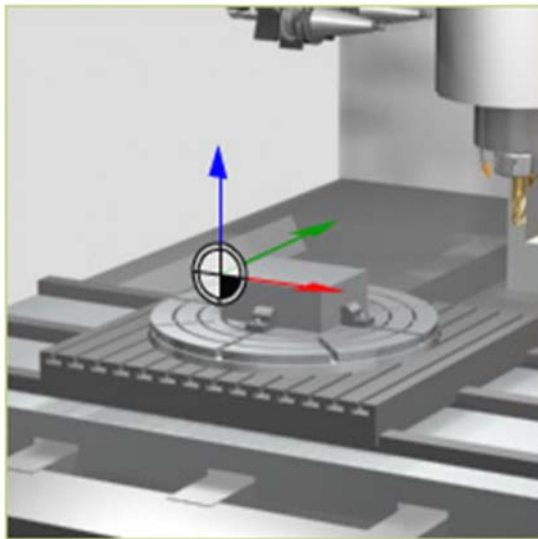
Изм.	Лис	№ докum.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.571 ПЗ

Лис

76

Нулевая точка детали



Функция

G54

G55

G56

G57

С помощью G54- G57 задаются координаты нулевой точки детали в системе координат станка

Программирование интерполяции G00

Программирование ускоренных перемещений происходит с помощью функции **G00**.

G00 X100 Y200 – инструмент на холостом ходу переместится в положение X100мм Y200мм

Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дата

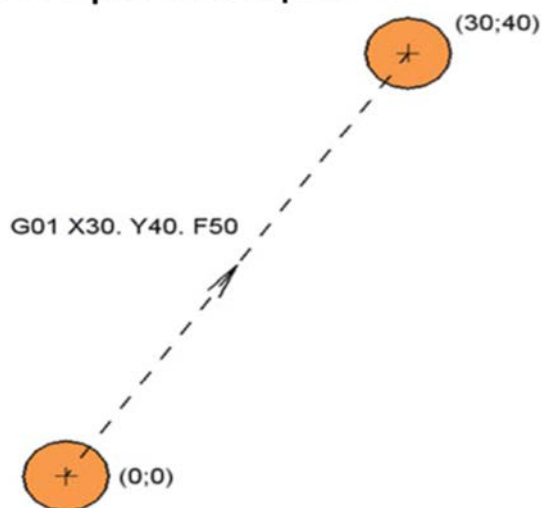
ДП 44.03.04.571 ПЗ

Лис

77

Программирование интерполяции G01

Функцией **G01** программируется прямолинейная интерполяция с рабочей подачей



Программирование интерполяции G02

Функция **G02** программирует движение инструмента по дуге, по часовой стрелке.



Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дата

Программирование интерполяции G03

Функция **G03** программирует движение инструмента по дуге, против часовой стрелки.



Фрагмент УП Цикл сверления

%	Знак начала программы
G17 G90 G54	Задание плоскости X-Y, нулевой точки и абсолютных перемещений
T1M6	Выбор инструмента и перемещение его в шпиндель
G00 G43 Z50 H1	Применение корректора длины и подвод на Z 50 мм
S1000 M03	Включение оборотов по часовой стрелке
X10 Y20	Выход в центр отверстия
G81 Z-20 R5 F100	Сверление на глубину 20 мм с выходом на безопасную высоту 5 мм на подаче 100 мм/мин
G80	Отмена цикла сверления
G00 Z200	Ускоренный отход в точку Z 200 мм
M30	Конец программы

Изм.	Лис	№ доквм.	Подпись	Дата
------	-----	----------	---------	------

ДП 44.03.04.571 ПЗ

Лис

79

Вопросы для закрепления материала

- Что необходимо для разработки управляющей программы?
- Каков порядок составления кадра в программе?
- Какой функцией программируется прямолинейная интерполяция?
- Какой функцией программируется интерполяция против часовой стрелки?

					ДП 44.03.04.571 ПЗ	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дата		80

Приложение Г

Управляющая программа на обрабатывающий центр Okuma Multus B-300WII

G13

G140

G50 S2000

PR1=2 (DRILL D25)

CALL OGRAF

NP1 G20 HP=1 (* DRILL D25 *)

CALL OPER1 TLN=PR1

M02

OPER1 (DRILL D3)

MT=TLN*100+1

M321

IF [VRSTT NE 0] NRTS

G00 X0 Z25 TL=TLN*010101 BT=0

G95 G97 S1000

G00 Z5 G17 M08

G183 X0 Z-310 K4.5 D2 L10 F0.05

G180

G00 Z100 X100 M09

G20 HP=1

M51

T100

					ДП 44.03.04.571 ПЗ	Лис
Изм.	Лис	№ доквм.	Подпись	Дата		81

M50

NRTS RTS

OGRAF

DEF WORK

PS LC,[-310,0],[310,75]

PS LC,[-310,0],[310,0],0

END

CLEAR

DRAW

RTS

					ДП 44.03.04.571 ПЗ	Лис
Изм.	Лис	№ доквм.	Подпись	Дата		82

Приложение Д

					ДП 44.03.04.571 ПЗ	Лис
Изм.	Лис	№ докум.	Подпись	Дата		82