

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

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА
МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ «ШЕСТЕРНЯ ВЕНЕЧНАЯ»

по направлению 44.03.04 Профессиональное обучение,
Профессиональное обучение (по отраслям)
профиль подготовки «Машиностроение и материалобработка»
специализация «Технология и оборудование машиностроения»

Идентификационный код ВКР: 930

Екатеринбург 2018

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
«___» _____ 2018г.

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА
МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ
«ШЕСТЕРНЯ ВЕНЕЧНАЯ»**

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

Идентификационный код ВКР: 930

Исполнитель
студент гр. ЗТО-405С

В. С. Смоленков

Руководитель
Доцент

Т. А. Козлова

Екатеринбург 2018

АННОТАЦИЯ

Дипломный проект содержит 112 листов печатного текста, 21 иллюстрацию, 24 слайда, 39 таблиц, 30 использованных источника, 3 приложения.

Ключевые слова: ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС, ОБРАБАТЫВАЮЩИЙ ЦЕНТР С ЧПУ, ОБРАБОТКА ПОВЕРХНОСТЕЙ, ЭЛЕМЕНТЫ РЕЖИМА РЕЗАНИЯ, РАСЧЁТ НОРМ ВРЕМЕНИ, РАСЧЕТ СИЛ ЗАЖИМА, ВЫБОР КОНТРОЛЬНОГО ПРИБОРА, ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ, МЕТОДИЧЕСКАЯ РАЗРАБОТКА.

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

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

Составлена управляющая программа.

Выполнен расчет сил зажима приспособления.

Выбран и описан контрольный прибор.

Приведено экономическое обоснование использования ОЦ с ЧПУ.

В методическом разделе профессионального стандарта разработан план теоретического обучения при подготовке операторов с ЧПУ на основе анализа.

					ДП 44.03.04.930.ПЗ			
<i>Из</i>	<i>Лист</i>	<i>№</i>	<i>Подп.</i>	<i>Дата</i>	Проектирование технологического процесса механической обработки детали «Шестерня венечная»	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Лист</i>
Разраб.	Смоленков						2	112
Пров.	Козлова							
Норма.	Суриков							
Зав. каф.	Бородина					ФГАОУ ВО РГПУ, ИИПО Группа ЗТО-405С		

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ И ЗАДАЧИ ПРОЕКТА	5
1. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	6
1.1. Анализ исходной информации	6
1.1.1. Служебное назначение и техническая характеристика детали....	6
1.1.2. Анализ технологичности конструкции детали	8
1.1.3. Анализ заводского технологического процесса обработки детали.....	12
1.1.4. Определение типа производства.....	19
1.2. Разработка технологического процесса обработки детали	20
1.2.1. Выбор исходной заготовки и метода ее получения.....	20
1.2.2. Выбор технологических баз	21
1.2.3. Выбор методов обработки поверхностей.....	23
1.2.4. Составление технологического маршрута обработки детали «Шестерня венечная».....	24
1.2.5. Выбор средств технологического оснащения	24
1.2.5.1. Выбор и описание оборудования.....	24
1.2.5.2. Выбор металлорежущего инструмента и режимов резания ...	28
1.3. Технологические расчеты	35
1.3.1. Расчет припусков	35
1.3.2. Расчет технических норм времени	41
1.4. Проверочный расчет зажимного приспособления (расчет сил зажима).....	46
1.5. Разработка управляющей программы для технологической операции обработки детали «Шестерня венечная».....	47
1.6. Выбор и описание контрольного прибора	53
2. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	55
2.1. Техническое описание разрабатываемого мероприятия	55
2.2. Расчёт капитальных затрат	55

					ДП 44.03.04.930.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		3

2.3. Расчет технологической себестоимости детали	59
3. МЕТОДИЧЕСКАЯ РАЗРАБОТКА	76
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	108
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	109
Приложение А. Лист задания по дипломному проектированию	110
Приложение Б. Перечень листов графических документов	112
Приложение В. Комплект технологической документации	113
Приложение Г. Комплект презентаций.....	114

					ДП 44.03.04.930.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		4

ВВЕДЕНИЕ И ЗАДАЧИ ПРОЕКТА

Особенностью современного машиностроительного производства является необходимость частой сменяемости номенклатуры выпускаемых изделий, что вызвано потребностями рынка. В таких условиях предприятия машиностроительного профиля стремятся обеспечить гибкость производства и иметь технологическое оснащение, соответствующее требованиям серийного производства, что позволяет выпускать продукцию широкой номенклатуры. При этом условия жесткой конкуренции вынуждают минимизировать трудоемкость изготовления изделий, поэтому возросли требования к достижению высокой производительности в мелко- и среднесерийном производстве.

Целью дипломного проекта является Проектирование технологического процесса изготовления детали «Шестерня венечная» с применением станка с ПУ в условиях среднесерийного производства для повышения эффективности обработки.

Цель дипломного проекта определяет следующие задачи:

- анализ заводского технологического процесса;
- разработка нового технологического процесса;
- разработка содержания технологической операции;
- разработка управляющей программы;
- расчет сил зажима заготовки в приспособлении;
- выбор контрольного прибора;
- экономическое обоснование проекта;
- методическая разработка.

В проектируемом технологическом процессе предполагается использовать современное высокопроизводительное оборудование и прогрессивный режущий инструмент, что позволит повысить производительность и качество обработки, снизить себестоимость изготовления детали.

					ДП 44.03.04.930.ПЗ	Лист
						5
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

1. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

1.1. Анализ исходной информации

К исходной информации относятся: рабочий чертёж детали «Шестерня вечная», заводской технологический процесс механической обработки детали, рабочий чертёж заготовки. Тип производства – среднесерийный.

Для разработки технологического процесса необходимы данные имеющиеся в справочниках и нормативах машиностроения.

1.1.1. Служебное назначение и техническая характеристика детали

Деталь входит в состав коробки передач буровой установки. Конструктивно деталь «Шестерня вечная III ряда» выполняет в узле две функции. Внутренний зубчатый венец ($m=5$) является коронной шестерней (эпициклом) III планетарного ряда, по которому обкатываются сателлиты водила I, II, III рядов. Наружный зубчатый венец ($m=3$) является частью дискового тормоза (фрикциона Ф3) коробки передач. При включении фрикциона диски останавливают вращение детали, крутящий момент от солнечной шестерни передается сателлитам, которые обкатываясь по эпициклу передают момент вращения на водило коробки передач.

На рисунке 1 представлена 3D модель детали «Шестерня вечная».

Габаритные размеры детали $\varnothing 352 \times 172$ масса 9,35 кг. Деталь толстостенная имеет простой профиль, небольшое количество отверстий. Во время работы коробки передач буровой установки деталь «Шестерня вечная» испытывает переменные и цикловые динамические нагрузки.

Деталь «Шестерня вечная» изготавливается из конструкционной легированной стали 38ХС ГОСТ 4543-71.

Назначение стали 38ХС: для валов, шестерен, муфт, пальцев и других деталей небольших размеров, к которым предъявляются требования высокой прочности, упругости и износостойкости.

					ДП 44.03.04.930.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

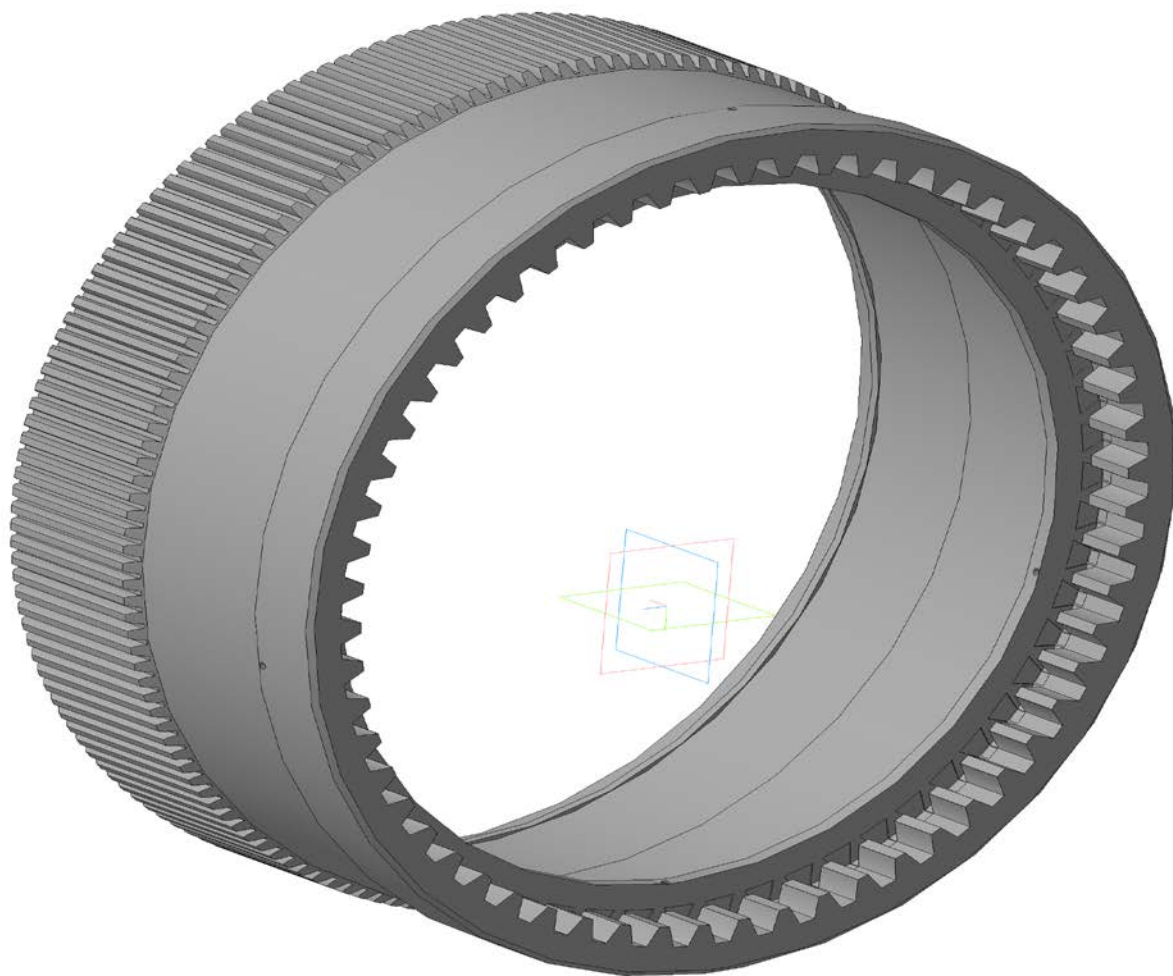


Рисунок 1 – 3D модель детали «Шестерня венечная»

Массовая доля элементов, %, по ГОСТ4543-71 [17]:

- углерод (C) 0,34-0,42%;
- кремний (Si) 1,00-1,4%;
- марганец (Mn) 0,3-0,6%;
- хром (Cr) 1,3-1,6%;
- сера (S) не более 0,035%;
- фосфор (P) не более 0,035%;
- никель (Ni) не более 0,3%;
- медь (Cu) не более 0,3%.

Приведем в таблице 1 пределы выносливости стали 38ХС.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.930.ПЗ

Лист

7

Таблица 1 - Предел выносливости, МПа [17]

σ_B	σ_T	σ_{-1}
780...800	540	590

Технологические характеристики:

- температура ковки °С: начала – 1200, конца – 800;
- поковки сечением до 250мм охлаждаются на воздухе, 251-350мм – в яме;
- свариваемость – трудно свариваемая;
- обрабатываемость резанием: после закалки и отпуска 250-300НВ и $\sigma_B=780-800\text{Н/мм}^2$, $k_v = 0,8$ (твёрдый сплав), $k_v = 0,72$ (быстрорежущая сталь);
- флокеночувствительность – малочувствительна;
- склонность к отпускной хрупкости – склонна;
- коррозионная стойкость – низкая.

1.1.2. 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 как качественный, так и количественный.

Качественная оценка технологичности детали.

Достоинства:

- конфигурация детали и её материал позволяют применять наиболее прогрессивные заготовки, сокращающие объём механической обработки;
- при конструировании изделия используются простые геометрические формы, позволяющие применять высокопроизводительные методы производства;

					ДП 44.03.04.930.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		8

- предусмотрена удобная и надёжная технологическая база в процессе обработки;
- деталь допускает обработку поверхностей на проход;
- предусмотрена возможность удобного подвода жёсткого и высокопроизводительного инструмента к зоне обработки детали;
- обеспечен свободный вход и выход инструмента из зоны обработки;
- для снижения объема механической обработки предусмотрены допуски только точных поверхностей.

Недостатки:

В детали отсутствуют не технологические элементы конструкции.

Считаем, что конструкция детали технологична.

Количественная оценка технологичности детали.

Коэффициенты точности обработки и коэффициенты шероховатости определяются в соответствии с ГОСТ 18831-73. Для этого необходимо рассчитать среднюю точность и среднюю шероховатость обработанных поверхностей. Данные по деталям сведём в таблицы 2 и 3, в которых T_i – квалитеты, $Ш_i$ – значение параметра шероховатости, n_i – количество размеров или поверхностей для каждого квалитета или шероховатости.

Определим коэффициент точности по [1, с. 229], а результаты занесём в таблицу 2.

Таблица 2 - Определение коэффициента точности

T_i	n_i	$T_i \cdot n_i$	T_i	n_i	$T_i \cdot n_i$
8	1	8	13	2	26
11	2	22	14	18	252
12	8	96			

$$\Sigma n_i = 31; \quad \Sigma T_i \cdot n_i = 404$$

$$T_{CP} = \frac{\Sigma T_i \cdot n_i}{\Sigma n_i} = \frac{404}{31} = 13,032.$$

$$K_{Tч} = 1 - \frac{1}{T_{cp}} = 1 - \frac{1}{13,032} = 0,923$$

т. к. $K_{Tч}=0,923>0,8$, то деталь по данному показателю технологична.

Определение коэффициента шероховатости по [1, с. 229], а результаты занесём в таблицу 3.

Таблица 3 - Определение коэффициента шероховатости

$Ш_i$	n_i	$Ш_i \cdot n_i$	$Ш_i$	n_i	$Ш_i \cdot n_i$
1,25	1	1,25	12,5	1	12,5
6,3	2	12,6	20	35	700

$$\Sigma n_i = 39;$$

$$\Sigma Ш_i \cdot n_i = 726,35$$

$$Ш_{cp} = \frac{\Sigma Ш_i \cdot n_i}{\Sigma n_i} = \frac{726,35}{39} = 18,642$$

$$K_{ш} = 1 - \frac{1}{Ш_{cp}} = 1 - \frac{1}{18,642} = 0,946.$$

т. к. $K_{ш}=0,946>0,32$ следовательно, деталь по данному показателю технологична.

Коэффициент использования материала [5, с. 29]:

$$K_M = \frac{m_{ДЕТ}}{m_{ЗАГ}} = \frac{23,76}{38,26} = 0,621$$

Высокий коэффициент использования материала говорит о том, что базовый вариант получения заготовки оптимален (поковка) и его следует заменить на другой более производительный способ получения заготовки, который будет соответствовать серийному типу производства, например – штамповка на ГКМ.

Формулировка основных технологических задач.

Основные технологические задачи [5, с. 37].

Обеспечить качество:

- отверстия Ø290Н8 по Ra1,25мкм; отверстия Ø310Н11 и среднего диаметра зубчатого венца Б по Ra6,3мкм; поверхности Ø354Н11 по

					ДП 44.03.04.930.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		10

Ra 12,5мкм; остальные поверхности по Ra 20мкм.

Обеспечить точность размеров:

- отверстия Ø290 по 8-му качеству; отверстия ø310 и поверхности ø354 по 11-му качеству; поверхностей ø352, ø347, отверстий ø333, ø340, ø328,5, ø335, ø312, ø374 по 12-му качеству; линейные размеры 30мм и 172мм по 13-му качеству; остальные поверхности и размеры по 14-му качеству.

- Обеспечить допуск торцевого биения поверхности в расточке ø312 относительно базовых поверхностей **В** и **Г** в пределах 0,1 мм.

- Обеспечить допуск радиального биения поверхности ø354 относительно базовых поверхностей **В** и **Г** в пределах 0,25 мм.

- Обеспечить позиционный допуск отверстий Ø3мм в пределах 2мм.

- Обеспечить биение неуказанных поверхностей относительно базовых поверхностей **В** и **Г** в пределах 0,30 мм.

- Обеспечить допуск овальность поверхностей 352h12, 354h11, 340H12, 333H12, 335H12, 347h12 до 0,1мм сверх допуска, при этом среднеарифметическая величина размеров диаметров должна быть в пределах допуска.

- Обеспечить не более, чем на 10 зубьях $m=3$ прослабление шагового размера на 0,2мм сверх допуска.

- Обеспечить проверку зубчатым калибром зубьев $m=3$, изготовленным по нижним отклонениям сопрягаемой детали сцентрированным по зубьям $m=5$.

- Обеспечить взаимное расположение 45 отверстий 3 относительно 4 отв. 3 - произвольно.

- Обеспечить покрытие торца Г - Х21 тв. до 307 не менее. Допускается увеличение толщины хрома до 60мкм.

- Обеспечить покрытие остальных поверхностей - Хим.Окс.фос. прм. или Хим.Окс.прм.

									Лист
									11
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.930.ПЗ				

1.1.3. Анализ заводского технологического процесса изготовления детали

Характеристика технологического процесса.

По признакам технологический процесс относят [6]:

- по числу охватываемых изделий – среднесерийный;
- по назначению – рабочий;
- по документации – маршрутный.

Анализ методов обработки поверхностей.

Методы обработки поверхностей (МОП) зависят от служебного назначения детали. На рисунке 2 укажем обрабатываемые поверхности и проанализируем методы их обработки. Проанализируем МОП с точки зрения экономической точности, а результаты занесем в таблицу 4 [6].

В большинстве своем методы обработки в базовой технологии верны.

Анализ выбора технологических баз.

По технологическим картам выявим технологические черновые и чистовые базы в станочных операциях, а результаты занесем в таблицу 5 [6].

Базы на операциях выбраны, верно, соблюдается правило базирования: принцип постоянства и совмещения баз [6].

Анализ маршрута обработки

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 [6].

Анализ станочных операций

Проанализируем операции 010 Токарно-винторезную и 030 Радиально-сверлильную, а результаты занесем в таблицу 6 [6].

					ДП 44.03.04.930.ПЗ	Лист
						12
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Таблица 4 - Сравнение методов обработки поверхностей (МОП) экономической точности

№ поверхности	Вид поверхности	Квалитет	Шероховатость	МОП в М.К.	МОП экономической точности		Примечание
					Квалитет	Шер-ть	
1	2	3	4	5	6	7	8
1, 7	Поверхность цилиндрическая	12	20	Точение однократное	12...14	6,3...12,5	Соответствует
2, 8, 10, 12	Отверстие	12	20	Точение однократное	12...14	6,3...12,5	Соответствует
3	Отверстие	11	20	Точение однократное	12...14	6,3...12,5	Не соответствует
4	Отверстие	8	1,25	Точение черновое, чистовое, шлифование	6...8	1,25...2,5	Соответствует
5, 15	Отверстие	14	20	Сверление	12...14	6,3...12,5	Соответствует
6	Отверстие	14	20	Точение однократное	12...14	6,3...12,5	Соответствует

Окончание таблицы 4

1	2	3	4	5	6	7	8
9, 16	Фаска	14	20	Точение однократное	12...14	6,2...12,5	Соответствует
11	Поверхность цилиндрическая	11	12,5	Точение однократное	12...14	6,3...12,5	Не соответствует
13, 14	Торец	13	20	Точение однократное	12...14	6,3...12,5	Соответствует

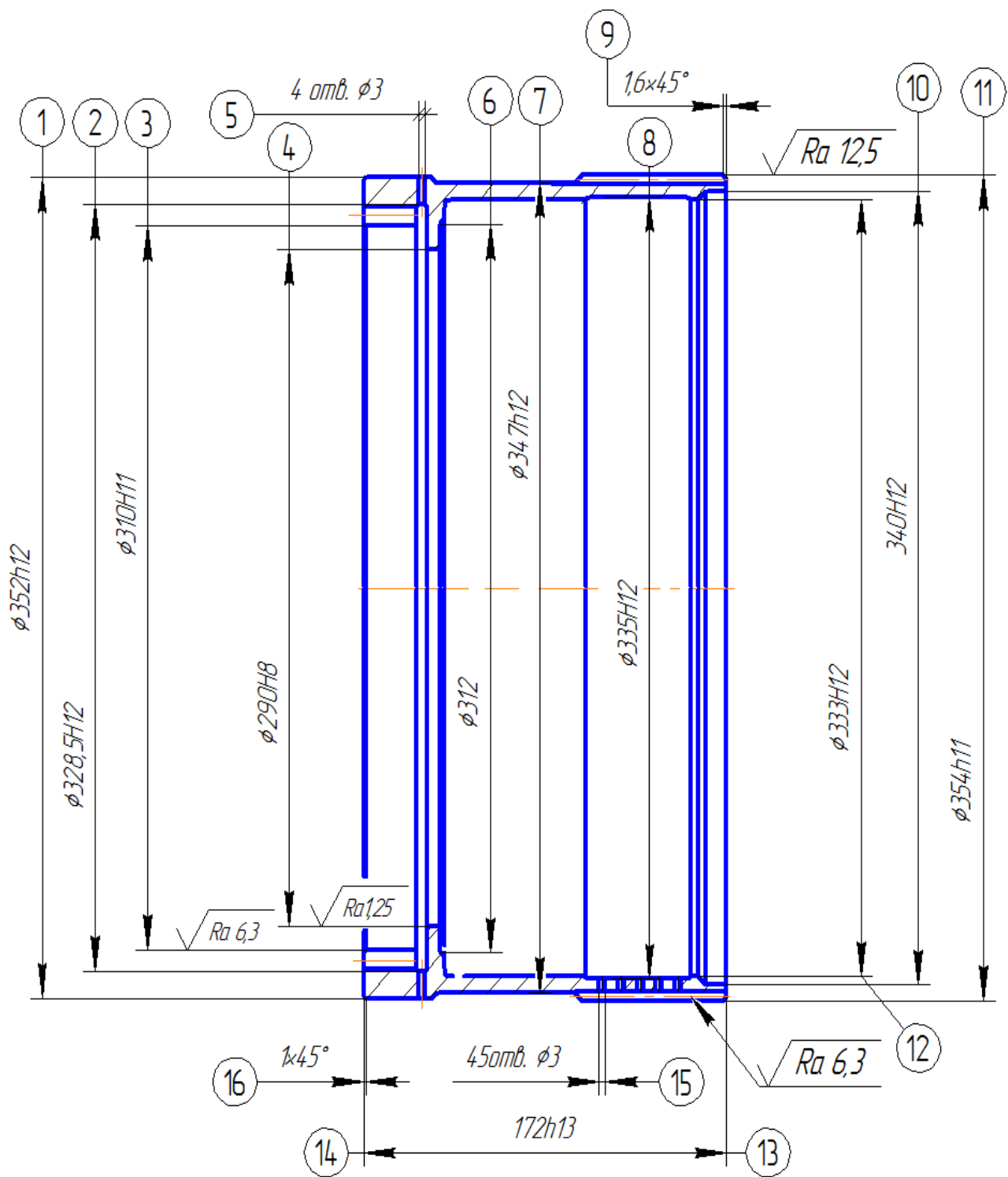


Рисунок 2 – Эскиз детали «Шестерня венечная»

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.930.ПЗ

Лист

15

Таблица 5 - Технологические базы в станочных операциях базовой технологии

№ операции	Наименование и содержание операции	Технологические базы	
		Черновые	Чистовые
005	Токарно-винторезная Точить торец 14, точить поверхности 1 и 7, расточить отверстия 3 и 4, точить канавку 2. Точить фаску 16.	Торец 13 и поверхность 11.	-
010	Токарно-винторезная Точить торец 13, точить поверхность 11, расточить отверстия 10, 12 и 6, точить фаску 9.	-	Торец 14, поверхность 1.
015	Внутришлифовальная Шлифовать отверстие 4.	-	Торец 13 и поверхность 11.
020	Зубодолбежная Долбить зубья венца 3	-	Торец 13 и поверхность 11.
025	Зубофрезерная Фрезеровать зубья венца 11	-	Торец 14, отверстие 1.
030	Радиально-сверлильная Сверлить отверстия 5	-	Торец 14 и отверстие 4.
035	Радиально-сверлильная Сверлить отверстия 15	-	Торец 14 и отверстие 4.

Таблица 6 - Анализ станочных операций

№ операции	Наименование и содержание операции	Структура операции				Технологическая база	Способ установки и закрепления	Модель станка	Схема построения операции
		Кол-во установок	Кол-во позиций	Кол-во переходов	Кол-во ходов				
010	Токарно-винторезная Точить торец 13, точить поверхность 11, расточить отверстия 10, 12 и 6, точить фаску 9.	1	-	8	15	Торец 14, поверхность 1.	Патрон 3-х кулачковый	16К30	Одноместная, многоинструментальная последовательная обработка
030	Радиально-сверлильная Сверлить отверстия 5.	1	-	4	8	Торец 14 и отверстие 4.	Кондуктор	2Н55	Одноместная, одноинструментальная последовательная обработка

Выводы

При рассмотрении заводского технологического процесса выявлены следующие недостатки:

- большое количество установов, что значительно влияет на точность взаимного расположения поверхностей;
- применение специализированных приспособлений с ручным зажимом, что увеличивает вспомогательное время;
- в процессе производства задействовано большая группа оборудования различного назначения, что приводит к увеличению длительности технологического цикла изготовления, возникновению межоперационного пролеживания и увеличивает себестоимость производства изделия.

Принятые шаги к совершенствованию технологического процесса и устранения недостатков:

- применение многооперационного оборудования, что приведет к сокращению вспомогательного времени, увеличения доли машинного времени, сокращению количества установов и как следствие сокращение цикла производства, сокращение количества оборудования участвующего в процессе производства;
- применение специализированных приспособлений с пневматическим зажимом, значительно сократит вспомогательное время на операцию.

					ДП 44.03.04.930.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		18

1.1.4. Определение типа производства

Типы производства характеризуются следующими значениями коэффициентов закрепления операций (K_{30}) [5, с. 33]:

- Тип производства K_{30}
- Массовое.....1
- Серийное:
- Крупносерийное.....св. 1 до 10
- Среднесерийное.....св. 10 до 20
- Мелкосерийное.....св. 20 до 40
- Единичное.....св. 40

Таблица 7 - Зависимость типа производства от объема выпуска (шт.) и массы детали

Масса детали, кг.	Тип производства				
	единичное	мелкосерийное	среднесерийное	крупносерий-ное	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 $m_{дет}=23,76$ кг и годовой программе выпуска $N=950$ шт., предварительно примем тип производства - среднесерийное.

Серийное производство характеризуется ограниченной номенклатурой изделий изготовленных периодически повторяющимися партиями и сравнительно большим объемом выпуска. В зависимости от объема выпуска изделий серийное производство делится на: мелкосерийное, среднесерийное и крупносерийное. Широко применяются специальные станки, полуавтоматы, автоматы и станки с ЧПУ. Технологические процессы разрабатываются подробно, следовательно, повышается производительность, и время изготовления детали уменьшаются. Оборудование располагается по ходу технологического процесса. В серийном производстве большая часть

оборудования, приспособлений и инструмента специализированы.

Квалификация рабочих ниже, чем в единичном производстве.

1.2. Разработка технологического процесса обработки детали

1.2.1. Выбор исходной заготовки и метода ее получения

Исходные данные:

-масса детали 23,76кг.

-габариты детали $\varnothing 352 \times 172$.

-материал 38ХС ГОСТ 4543-71 ($\sigma_B=780\dots 800$ МПа).

-годовое число деталей 950 шт.

Учитывая заданный материал – сталь 38ХС, требуемой точностью изготовления заготовки - для данной детали «Шестерня венечная» мы выбираем способ получения заготовки – на кривошипном горячештамповочном прессе, открытая штамповка.

Данный способ получения заготовок соответствует серийному типу производства, дает высокую производительность труда, отвечает нормам безопасности.

Определим исходный индекс заготовки.

Определим массу детали по формуле [5, с. 48]:

$$m_d = V_{\text{общ}} \cdot \rho, \quad (1)$$

где $V_{\text{общ}}$ – общий объем детали, мм^3 $V_i = \frac{\pi \cdot d_i^3 \cdot l_i}{4}$;

ρ – удельный вес материала, для стали 38ХС $\rho=0,0781$ г/мм³.

Тогда:

$$V_{\text{общ}} = V_1 + V_2 + V_3 - V_4 - V_5 - V_6 - V_7 - V_8 - V_9 - V_{10} = \frac{3,14 \cdot 352^2}{4} \cdot 32 + \frac{3,14 \cdot 374^2}{4} \cdot 70 + \frac{3,14 \cdot 354^2}{4} \cdot 70 -$$
$$- \frac{3,14 \cdot 320^2}{4} \cdot 25 - \frac{3,14 \cdot 329^2}{4} \cdot 5 - \frac{3,14 \cdot 290^2}{4} \cdot 6 - \frac{3,14 \cdot 333^2}{4} \cdot 67 - \frac{3,14 \cdot 335^2}{4} \cdot 50 - \frac{3,14 \cdot 333^2}{4} \cdot 3,5 -$$
$$- \frac{3,14 \cdot 340^2}{4} \cdot 14 = 3042062 \text{ мм}^3$$

$$M_d = 3042062 \cdot 0,00781 = 23759g = 23,76kg$$

					ДП 44.03.04.930.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		20

Масса штамповки расчётная:

$$M_{\text{ш}} = M_{\text{д}} \cdot K, \quad (2)$$

где K - расчётный коэффициент, прием $K=1,3$;

$M_{\text{д}}$ - масса детали.

$$M_{\text{ЗАГ}} = 23,76 \cdot 1,3 = 30,9 \text{ кг}$$

По содержанию углерода сталь 38ХС относится к группе сталей М2 [5, с. 48].

По соотношению объёма детали к объёму элементарной фигуры в которую вписывается деталь $V_{\text{ДЕТ}}/V_{\text{ЗАГ}} = 3042062/16729518 = 0,182$ степень сложности С3 [6, с.47]. Класс точности поковки Т4 [6, с. 49].

При массе заготовки 30,9 кг исходный индекс равен 17 [5, с. 50 табл. 3].

1.2.2. Выбор технологических баз и разработка схем базирования

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

Выделяют основные и вспомогательные базы, черновые и чистовые базы.

К основным технологическим базам относят левый торец и отверстие $\varnothing 290\text{Н}8$. К вспомогательным базам относят правый торец и отверстия $\varnothing 333\text{Н}12$ и $\varnothing 340\text{Н}12$ (рис. 2).

К черновым базам относят поверхности, которые используются на первой операции, когда отсутствуют обработанные поверхности.

В нашем случае черновой базой будут торец «А» и поверхность «Б». Торец «А» лишает деталь 3-х степеней свободы (одного перемещения и двух вращений), поверхность «Б» – 2-х степеней свободы (двух перемещений). Таким образом, базирование не полное. Схема чернового базирования показана на рисунке 3.

Чистовая база – это обработанная поверхность, на которую устанавливается деталь при чистовой обработке поверхностей. В нашем

					ДП 44.03.44.930 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		21

случае чистовыми базами является торец «В» и поверхность «Г».

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

Чистовое базирование представлено на рисунке 4.

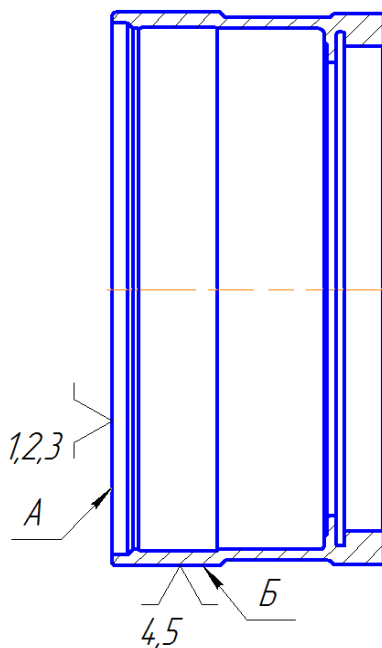


Рисунок 3 - Черновое базирование детали

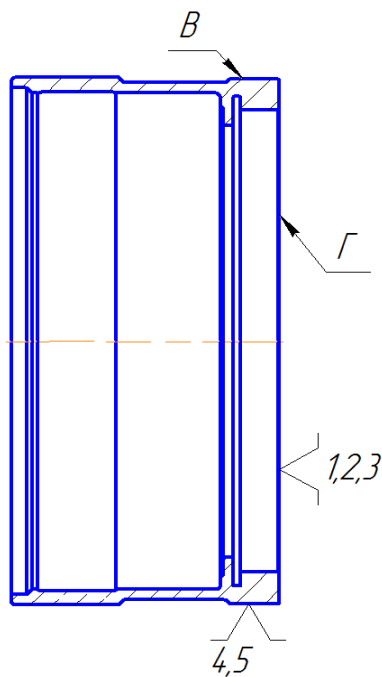


Рисунок 4 - Чистовое базирование детали

1.2.3. Выбор методов обработки поверхностей

На рисунке 5 обозначим обрабатываемые поверхности и назначим на них методы обработки.

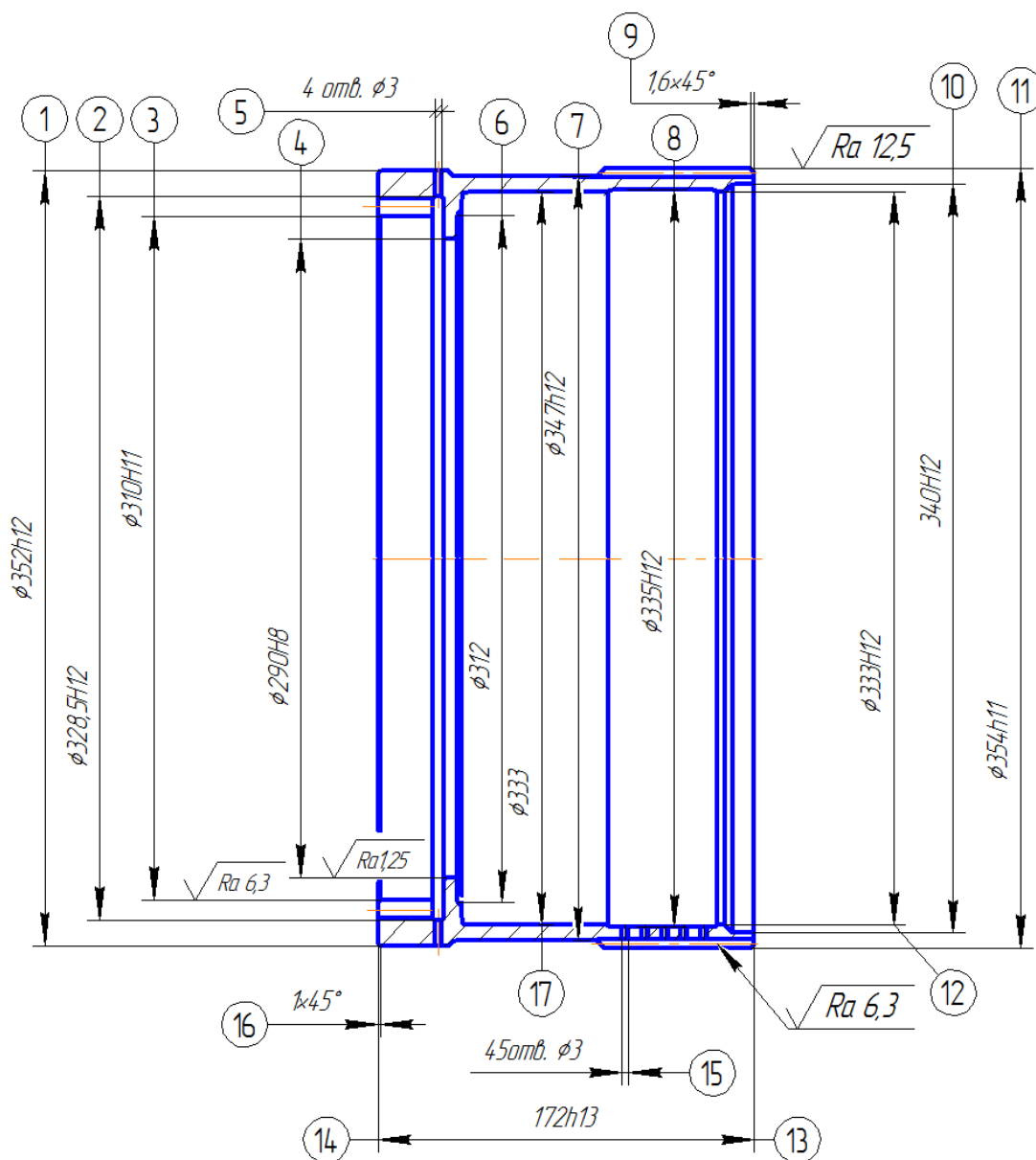


Рисунок 5 – Эскиз детали «Шестерня венечная»

Методы обработки будем выбирать по таблицам экономической точности [1, с. 150 табл. 3]:

- поверхности 1, 7, 11: точение однократное;
- отверстия 3, 6, 8, 10, 12, 17: точение однократное;
- отверстия 5, 15: сверление;

- отверстие 4: точение черновое, чистовое, тонкое;
- торцы 13 и 14: точение однократное;
- фаски 9 и 16: точение однократное.

1.2.4. Составление технологического маршрута обработки детали «Шестерня венечная»

Технологический маршрут обработки детали «Шестерня венечная» представлен в таблице 8. Поверхности обрабатываемые обозначены на рисунке 5.

Таблица 8 – Технологический маршрут обработки детали «Шестерня венечная»

Наименование операции, оборудование	Метод обработки	Обрабатываемая поверхность
005 Комплексная на ОЦ с ЧПУ Установ А	Точить торец	14
	Точить фаску	16
	Точить поверхность	1
	Точить поверхность	7
	Расточить отверстие	3
	Расточить отверстие	4
	Точить канавку	2
	Сверлить 4 отверстия	5
005 Комплексная на ОЦ с ЧПУ Установ Б	Точить торец	13
	Точить фаску	9
	Точить поверхность	11
	Расточить отверстия	12 и 6
	Расточить отверстия	10 и 8
	Фрезеровать зубчатый венец Б	11
010 Зубодолбежная	Долбить зубья венца А	3

1.2.5. Выбор средств технологического оснащения

1.2.5.1. Выбор и описание оборудования

В связи с увеличением производственной программы выпуска деталей

«Шестерня венечная» с 520 до 950 в год существующее универсальное оборудование не справится с предстоящей задачей. Для увеличения производительности предлагается перевести механическую обработку с универсального оборудования на обрабатывающий центр с ЧПУ.

Выбор типа станка необходимо сопоставить с его возможностями обеспечить технические требования, формы и качество обрабатываемых поверхностей.

В дипломном проекте предлагается использовать токарно-фрезерный обрабатывающий центр с ЧПУ модели DOOSAN PUMA MX-2100S (про-во Южная Корея) [18].

Серия фрезерно-токарных станков Doosan MX.

Совмещение обрабатывающего центра с токарным центром обеспечивает непревзойденную эксплуатационную гибкость и производительность, позволяя пользователям выполнять комплексную обработку детали средствами одного станка.

Фрезерно-токарные станки Doosan MX могут выполнять от простых токарных и фрезеровочных операций, до более сложных одновременных многоосевых операций.

Станки Doosan MX с осью Y и устанавливаемой осью B, имеют широкий диапазон фрезерной обработки.

В зависимости от модели станки MX могут поставляться с задней бабкой, нижней револьверной головкой и вторым шпинделем [18].

Особенности DOOSAN PUMA MX-2100S [18]:

- педаль управления патроном;
- блокировка передней двери защитного ограждения;
- система подачи СОЖ с поддоном для стружки;
- задняя бабка с противошпинделем;
- встроенный мотор шпинделя для токарных и фрезерных операций;
- устройство автоматической смены инструмента на 40 позиций;

					ДП 44.03.04.930.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		25

- червячно-роликовая пара оси наклона шпинделя;
- защитное ограждение направляющих, подвижных узлов из

нержавеющей стали;

- полная защита от разбрызгивания СОЖ и разлёта стружки;
- комплект ручного инструмента (включая мелкий инструмент для обслуживания);
- выравнивающие винты и плиты;
- освещение рабочей зоны;
- двухпутевое программирование;
- устройство централизованной смазки.

Все три оси X/Y/Z оснащаются направляющими качения (в базовой комплектации роликовые направляющие на оси Z и шариковые на осях X,Y)

Таблица 9 - Характеристики ОЦ DOOSAN PUMA MX-2100S [18]

Перемещения по X, Y, Z	565 x 170 x 1050 мм
1	2
Максимальный диаметр заготовки	540мм
Максимальная длина обработки	1000мм
Рабочий шпиндель	
Максимальная частота вращения шпинделя (противошпинделя), об/мин	5000
5000 об/мин, ISO/VT 40	22кВт
Максимальная частота вращения приводного инструмента, об/мин	12000
Инструментальный магазин	
Время смены инструмента	2,6с
Кол-во позиций в автоматическом сменщике инструмента	40
Максимальная масса инструмента	4,2кг

Окончание таблицы 4

1	2
Рабочие перемещения	
Максимальная скорость холостых подач Y/Z/X, м/мин	24/18/24
Максимальные рабочие подачи по осям, м/мин	11,5
Система ЧПУ	Siemens D840

На рисунке 6 представлен токарного ОЦ DOOSAN PUMA MX-2100S [18], а на рисунке 7 – рабочая зона токарного ОЦ.



Рисунок 6 – Токарный ОЦ DOOSAN PUMA MX-2100S

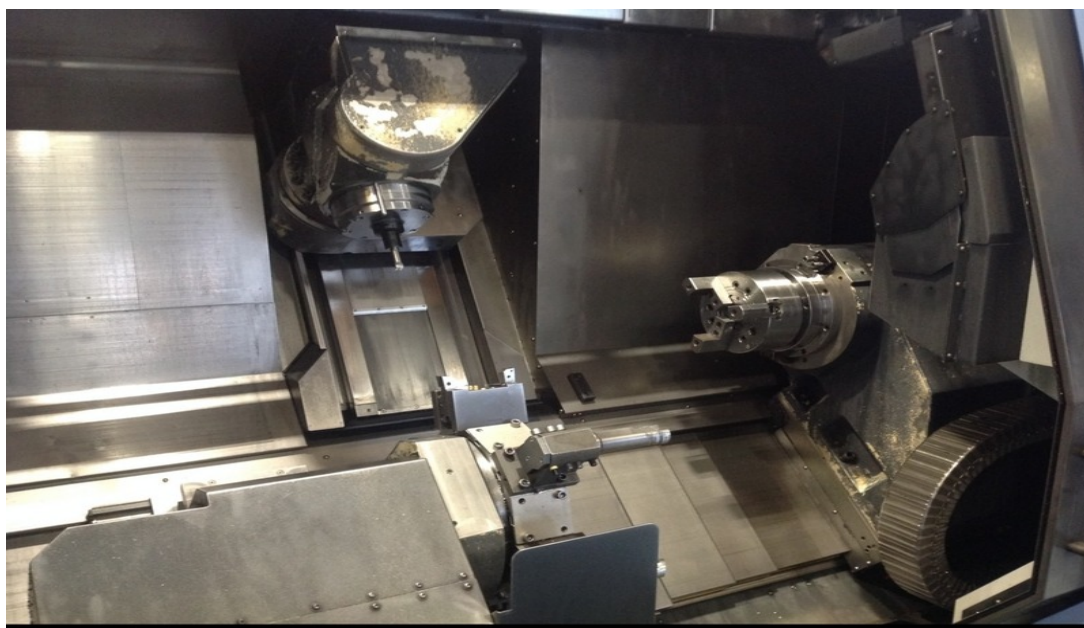


Рисунок 7 – Рабочая зона токарного ОЦ DOOSAN PUMA MX-2100S

1.2.5.2. Выбор и описание металлорежущего инструмента и режимов резания

Предлагается использовать режущий инструмент фирмы «SECO».

Режущий инструмент для разрабатываемого технологического процесса выбираем, в соответствии с рекомендациями, изложенными в каталогах металлорежущего инструмента фирмы «SECO» [13, 14, 15].

Материал детали – сталь 38ХС по классификации компании «SECO» относится к группе 4 ($550 < \sigma_B < 700$) [10, с. 616].

Фрагмент из каталога «Seco» для выбора элементов режима резания показан на рисунке 8.

Классификация материалов - SMG2



		R_m (Н/мм ²)
1	Очень мягкие низкоуглеродистые стали. Чистые ферритные стали.	<450
2	Автоматные стали.	400 <700
3	Конструкционные стали. Обычные углеродистые стали с содержанием углерода от низкого до среднего (<0,5 %С).	450 <550
4	Углеродистые стали с высоким содержанием углерода (>0,5 %С). Среднетвёрдые упрочняемые стали. Обычные низколегированные стали. Ферритные и мартенситные нержавеющие стали.	550 <700

Рисунок 8 – Выбор группы материала для стали 38ХС из каталога фирмы «SECO»

Операция 005 Комплексная на ОЦ с ЧПУ.

Установ А.

Переход 1. Точить торец 14, точить фаску 16, точить поверхность 1 и точить поверхность 7 за два прохода (рис. 5).

Державка токарная наружная РТJNR 2525М 16 [13, с. 97],

где обозначено: Р – крепление пластины (штифт), Т – форма пластины (треугольная), J – тип инструмента (93°), N – задний угол (0°), R – направление резания (правое), 25 – высота хвостовика (25мм), 25 – ширина хвостовика (25мм), М – длина инструмента (150мм), 16 – длина режущей кромки (рис. 9) [13, с. 10-11].

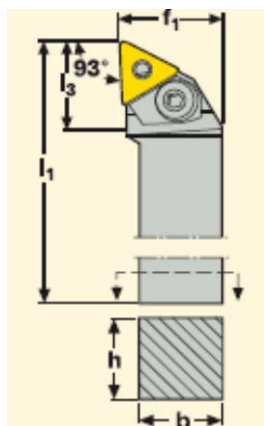


Рисунок 9 – Державка токарная наружная

Размеры державки: $L_1=150\text{мм}$, $f_1=32\text{мм}$, $L_3=23\text{мм}$ $h=25\text{мм}$, $b=25\text{мм}$ [13, с. 97].

Пластина TNMG 160408-FF1 TP2500 [13, с. 219],

где обозначено: Т - форма пластины (треугольная), N - задний угол (равен 0°), М – класс допуска, G – тип СМП, 16 – номинальная длина режущей кромки (16мм), 04 – толщина (4,76мм), 08 – радиус вершины (0,8мм), FF1 – внутреннее обозначение (обозначение стружколома) [13, с. 14-15]. TP2500 – предназначен для широкого круга токарных операций по стали и нержавеющей стали, а также и по чугуну. Износостойкость и прочность

					ДП 44.03.04.930.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		29

кромки совместно с высокой универсальностью делают сплав предпочтительным для большого количества операций. [13, с. 33].

Фрагмент каталога «SECO» для выбора державки, пластины и материала показан на рисунках 10 и 11.

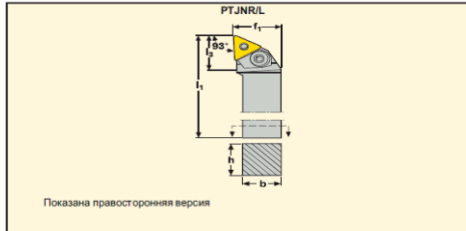
Токарная обработка - Державки, наружные



Державки для пластин TNMA, TNMA, TNMG, TNMM и TNMX



• Пластины, см. стр. 219-223, 251
• γ_0° = Передний угол, λ_0° = Угол наклона

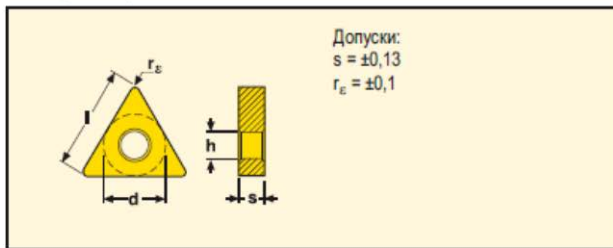


Применение	Обозначение	Размеры в мм					γ_0°	λ_0°	KG	Класс
		h	b	l_1	f_1	l_2				
	PTJNR 2020K16	20	20	125	25	23	-5	-6	0,6	TN.1604.
	2525M16	25	25	150	32	23	-5	-6	0,7	TN.1604.
	3225P16	32	25	170	32	23	-5	-6	1,0	TN.1604.
	3232P16	32	32	170	40	23	-5	-6	1,4	TN.1604.
	PTJNL 2020K16	20	20	125	25	23	-5	-6	0,6	TN.1604.
	2525M16	25	25	150	32	23	-5	-6	0,7	TN.1604.
	3225P16	32	25	170	32	23	-5	-6	1,0	TN.1604.
	3232P16	32	32	170	40	23	-5	-6	1,4	TN.1604.

Токарная обработка – Пластины



TNMA, TNMG, TNMM



Размер	Размеры в мм				
	d	l	s	h	r_s
11	6,35 ±0,05	11,0	3,18	2,26	0,4-0,8
1603	9,52 ±0,05	16,5	3,18	3,81	0,4-1,6
1604	9,52 ±0,05	16,5	4,76	3,81	0,4-1,6
22	12,70 ±0,08	22,0	4,76	5,15	0,4-3,2
27	15,88 ±0,10	27,5	6,35	6,35	0,8-3,2
33	19,05 ±0,10	33,0	9,52	7,92	2,4

Пластини	Обозначение	Сплавы																			
		С покрытием										Без покрытия				Кермет					
		TP1000	TP1500	TP2000	TP2500	TP3000	TP200	TP40	TM2000	TM4000	TK1000	TK2000	TS2000	TS2500	CP500	HX	KX	883	890	СМР	СМ
 TNMA	TNMA 160404										■										
	160408										■	■									
	160412										■	■									
	160416										■										
	TNMA 220408											■									
	220412											■	■								
 TNMG-FF1	TNMG 160404-FF1	■																		■	
	160408-FF1	■	■		■																

Рисунок 9 – Выбор державки наружной из каталога фирмы «SECO»

Сплавы с покрытием CVD



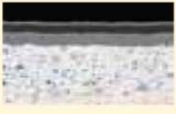

	TP1000	Наиболее износостойкий из сплавов Seco для чистовой и получерновой обработки стали и легированной стали. TP1000 показывает исключительную износостойкость и прочность обеспечивающие длительный и предсказуемый срок службы инструмента. Правильный выбор для случаев когда требуется высокая производительность. Ti(C,N) + Al ₂ O ₃ + Ti(C,N) + TiN
	TP1500	Предназначен для общей токарной обработки сталей и легированных сталей. Высокая износостойкость даёт возможность обработки с высокими скоростями. Ti(C,N) + Al ₂ O ₃ DURATOMIC™
	TP2000	TP2000 предназначен для общей токарной обработки сталей и легированных сталей. Прочность кромки достаточна для работы в тяжёлых условиях и при высоких скоростях, что делает этот сплав наиболее предпочтительным при обработке партий деталей. Ti(C,N) + Al ₂ O ₃ + Ti(C,N) + TiN
	TP2500	TP2500 предназначен для широкого круга токарных операций по стали и нержавеющей стали, а также и по чугуну. Износостойкость и прочность кромки совместно с высокой универсальностью делают сплав предпочтительным для большого количества операций. Ti(C,N) + Al ₂ O ₃ DURATOMIC™

Рисунок 11 – Выбор пластины и материала пластины
из каталога фирмы «SECO»

Рекомендуемые режимы резания по каталогу [13, с. 38]: $a_{pmax}=3,5\text{мм}$,
 $f=0,40\text{ мм/об}$, $V_c=265\text{м/мин}$.

Переход 2. Расточить фаску, отверстия 3 и 4 (рис. 5).

Державка токарная внутренняя A25S PCLNR09 [13, с. 151].

Пластина CNMG 090308-M3 TP2500 [13, с. 197].

На рисунке 12 показана державка токарная внутренняя A25S PCLNL09.

Размеры державки (рис. 12): $L_1=250\text{мм}$, $f_1=17\text{мм}$, $L_3=35\text{мм}$ $d_m=25\text{мм}$
[13, с. 151].

Рекомендуемые режимы резания: $f=0,4\text{ мм/об}$, $V_c=265\text{м/мин}$ [13, с. 38].

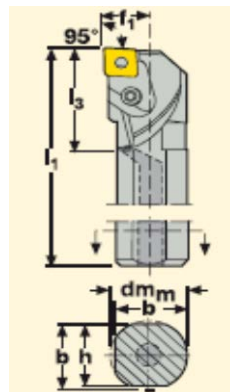


Рисунок 12 - Державка токарная внутренняя A25S PCLNL09

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.930.ПЗ

Лист

31

Переход 3. Точить канавку 2 (рис. 5).

Державка токарная внутренняя CNR 0025R14A [13, с. 445] (рис. 13).

Пластина 14ER 4.2FG CP500 [13, с. 433].

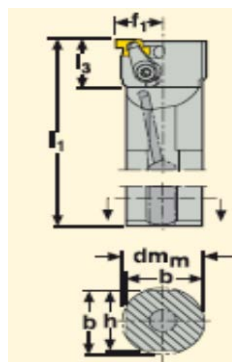


Рисунок 13 - Державка токарная внутренняя CNR 0025R14A

Размеры $L_1=200\text{мм}$, $f_1=17,5\text{мм}$, $L_3=32\text{мм}$ $d_m=25\text{мм}$ [13, с. 445].

Рекомендуемые режимы резания по каталогу [13, с. 40]: $a_{p\text{max}}=5\text{мм}$,
 $f=0,20\text{ мм/об}$, $V_c=240\text{м/мин}$.

Переход 4. Сверлить 4 отверстия 5 (рис. 5).

Сверло SD203-3.0-14-6R1 [14, с. 19],

где SD203 – тип сверла, 3.0 – диаметр сверла (3,0мм), 14 – глубина сверления (14мм), 6 – диаметр хвостовика, R – правое вращение, 1 – тип хвостовика (цилиндрический) [14, с. 20] (рис. 14).

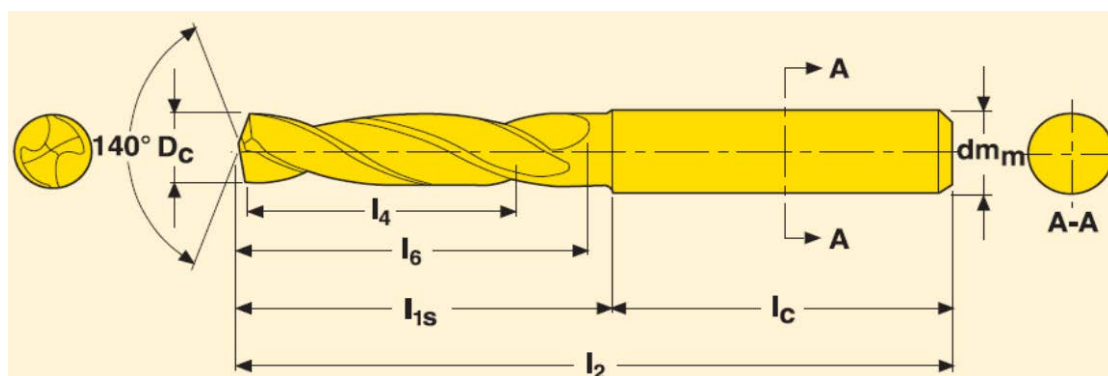


Рисунок 14 – Сверло Seco Feedmax – SD203

Размеры сверла: $D_c=3\text{мм}$, $d_m=6\text{мм}$, $l_4=14\text{мм}$, $l_2=62\text{мм}$, $l_c=36\text{мм}$ [14, с. 19].

Рекомендуемые режимы резания по каталогу [14, с. 64]: $f=0,12\text{ мм/об}$,

$V_c=100$ м/мин.

Установ Б.

Переход 1. Точить торец 13, фаску 9 и поверхность 11 (рис. 5).

Державка токарная наружная PTJNL 2525M 16 [13, с. 97].

Пластина TNMG 160408-FF1 TP2500 [13, с. 219],

Рекомендуемые режимы резания по каталогу [13, с. 38]: $a_{pmax}=3,5$ мм,
 $f=0,40$ мм/об, $V_c=265$ м/мин.

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

Переход 2. Расточить отверстия 12, 17 и 6 (рис. 5).

Державка токарная внутренняя A25S PCLNL09 [13, с. 151].

Пластина CNMG 090308-M3 TP2500 [13, с. 197].

Рекомендуемые режимы резания: $f=0,4$ мм/об, $V_c=265$ м/мин [13, с. 38].

Переход 3. Расточить отверстия 8 и 10 (рис. 5).

Державка токарная внутренняя A25S PCLNL09 [13, с. 151].

Пластина CNMG 090308-M3 TP2500 [13, с. 197].

Рекомендуемые режимы резания: $f=0,4$ мм/об, $V_c=265$ м/мин [13, с. 38].

Переход 4. Фрезеровать зубья венца Б (рис. 5).

Фреза модульная CoroMill 172 (рис. 15) компании SANDVIK Coromant [22]. Рекомендуемые режимы резания по [22]: $f=0,6$ мм/зуб, $V_c=200$ м/мин.

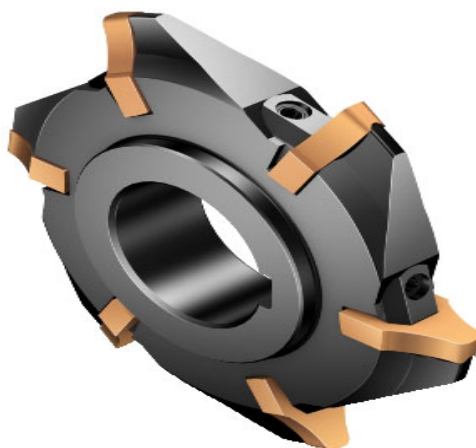


Рисунок 15 – Фреза модульная CoroMill 172

					ДП 44.03.04.930.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		34

Переход 5. Сверлить 45 отверстий 15 (рис. 5).

Сверло SD203-3.0-14-6R1 [14, с. 19],

Рекомендуемые режимы резания по каталогу [14, с. 373]:

$a_{p\max}=0,1 \dots 0,2$ мм, $f=0,20$ мм/об, $V_c=80$ м/мин.

Операция 010 Зубодолбежная.

Станок зубодолбежный модели 5M14.

Переход 1. Долбить зубья венца А (рис. 5).

Долбяк ГОСТ 9323-79.

Для операций элементы режима резания определим по каталогу фирмы «SECO», а результаты занесем в таблицу 10.

Таблица 10 - Элементы режима резания

Наименование операции, перехода, позиции	t, мм (a)	So, (f)мм/об	Sm, мм/мин	n, об/мин	V, м/мин
Операция 005					
Комбинированная с ЧПУ					
Установ А					
Переход 1	3,0	0,35	100	285	265
	2,5	0,35	85	243	265
Переход 2	4,0	0,32	87	272	265
Переход 3	5,0	0,20	47	233	240
Переход 4	1,5	0,12	561	4671	44
Установ Б					
Переход 1	3,0	0,35	83	238	265
Переход 2	3,5	0,32	81	253	265
Переход 3	3,5	0,32	79	248	265
Переход 4	1,4	6,0	2124	354	200
Переход 5	1,5	0,12	561	4671	44
Операция 010					
Зубодолбежная					
Переход 1	3,0	0,6	75	125	118

1.3. Технологические расчеты

1.3.1. Расчет припусков

Расчет будем вести аналитическим и табличным методом.

Расчет припусков аналитическим методом.

Заготовка – штамповка на кривошипном горячештамповочном прессе .

Материал – сталь 38ХС ГОСТ 4543-71.

Масса заготовки $m_3=30,9$ кг.

Определим припуск на размер отверстия $\varnothing 290H8^{(+0,081)}$.

Технологический маршрут обработки отверстия $\varnothing 290H8^{(+0,081)}$:

- растачивание черновое;
- растачивание чистовое;
- растачивание тонкое.

Определим элементы припуска [10, с. 186 табл. 12; с. 188 табл. 25] и занесем их в таблицу 11.

Определим пространственные отклонения заготовки [1, с. 67 табл. 4.7]:

$$\rho = \sqrt{\rho_{кор}^2 + \rho_{см}^2}, \quad (3)$$

где $\rho_{см}$ - смещение поверхностей, примем 2,5мм;

$\rho_{кор}$ - корбление поверхностей, определим по формуле

$$\rho_{кор} = \Delta k \cdot \ell = 0,5 \cdot 6 = 0,003 \text{ мм.}$$

Тогда:

$$\rho_3 = \sqrt{2,5^2 + 0,003^2} \approx 2,5 \text{ мм} = 2500 \text{ мкм}$$

Остаточные пространственные отклонения [10, с. 37]:

- после чернового растачивания:

$$\rho_1 = 0,05 \cdot \rho_3 = 0,05 \cdot 2500 = 125 \text{ мкм}$$

- после чистового растачивания:

$$\rho_2 = 0,02 \cdot \rho_3 = 0,02 \cdot 2500 = 50 \text{ мкм}$$

Погрешность установки определим по [10, с. 75 табл. 4.10] и занесем в таблицу 11.

Расчетный минимальный припуск определим по формуле [10] и занесем в таблицу 11.

$$2 \cdot Z_{0\min} = 2 \cdot (R_{zi-1} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2}) \quad (4)$$

					ДП 44.03.04.930.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		36

Графу D_p заполняем, начиная с последнего (чертежного) размера путем последовательного вычитания расчетного минимального припуска каждого перехода.

Графу D_{min} получаем по расчетным размерам, округленным до точности допуска перехода.

Графу D_{max} определим путем сложения допусков к минимальным размерам D_{min} .

Результаты занесем в таблицу 11.

Определим минимальные значения припусков по формуле [10]:

$$Z_{\min}^{np} = D_{\min i}^{np} - D_{\min i-1}^{np}, \quad (5)$$

Максимальные значения припусков определим по формуле [10]:

$$Z_{\max}^{np} = D_{\max}^{np} - D_{\max i-1}^{np}, \quad (6)$$

Результаты вычислений занесем в таблицу 11.

Общий номинальный припуск:

$$2 \cdot Z_{оном} = 2 \cdot Z_{о\min} + \frac{\sigma_3}{2} - \sigma_3 = 3,181 + \frac{5,6}{2} - 0,081 = 5,9 \text{ мм}$$

Произведем проверку правильности вычислений по формуле:

$$Z_{\max i}^{np} - Z_{\min i}^{np} = \sigma_{i-1} - \sigma_i, \quad (7)$$

$$7,95 - 2,87 = 5,6 - 0,52 = 5,08 \text{ мм}$$

$$0,56 - 0,25 = 0,52 - 0,21 = 0,31 \text{ мм}$$

$$0,190 - 0,061 = 0,210 - 0,081 = 0,129 \text{ мм}$$

На рисунке 16 изобразим графическую схему припусков и допусков.

					ДП 44.03.04.930.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		37

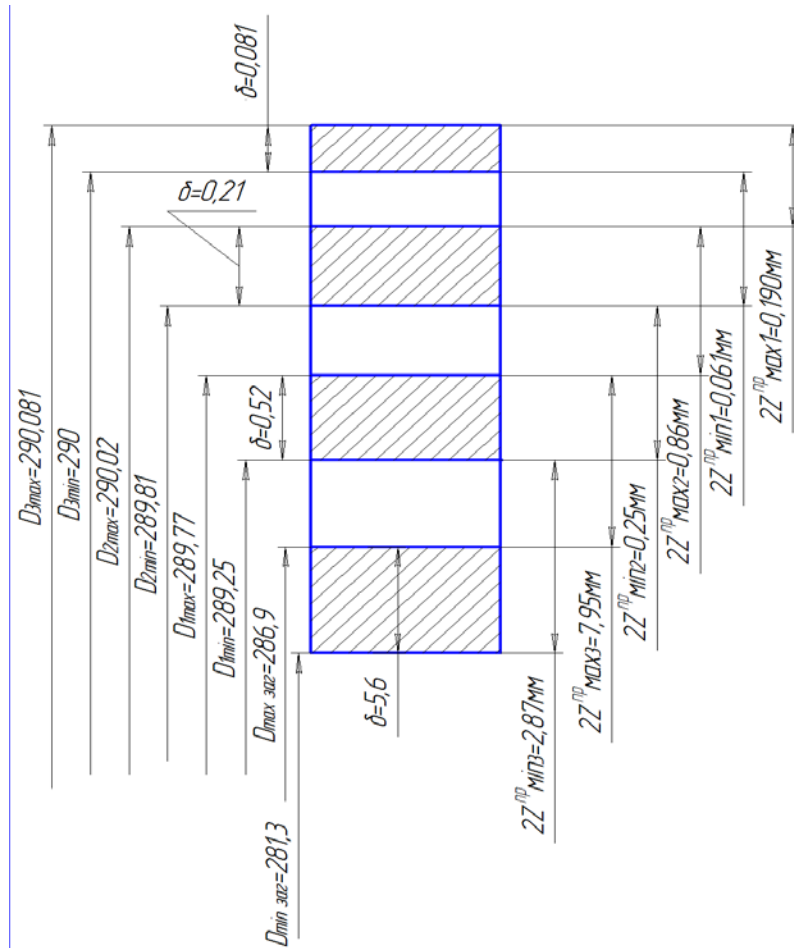


Рисунок 16 - Схема графического расположения припусков и допусков на обработку отверстия $\text{Ø}290\text{H}8(+0,081)$

Таблица 11 - Расчет припусков и допусков на отверстие $\varnothing 290H8^{(+0,081)}$

Технологические переходы обработки отверстия $\varnothing 290H8^{(+0,081)}$	Элементы припуска, МКМ				Расчетный припуск $2 \cdot Z_{\min}$, МКМ	Расчетный размер D_p , мм	Допуск δ , мм	Предельный размер, мм		Предельные значения припуска, мм	
	R_z	h	ρ	ϵ				D_{\min}^{np}	D_{\max}^{np}	$2 \cdot Z_{\min}^{np}$	$2 \cdot Z_{\max}^{np}$
Заготовка	200	300	2500			283,242	5,60	281,30	286,90		
Черновое растачивание	50	50	125	130	2·3003	289,248	0,520	289,25	289,77	2,87	7,95
Чистовое растачивание	16	16	50	130	2·280	289,808	0,210	289,81	290,02	0,250	0,560
Тонкое растачивание	6	6		40	2·96	290,0	0,081	290,0	290,081	0,061	0,190

$$2 \cdot Z_{0\min} = 3,181 \text{ мм}$$

$$2 \cdot Z_{0\max} = 8,700 \text{ мм}$$

Табличный метод расчета припусков

На остальные поверхности детали (см. рис. 17) припуски определим по [11, с. 52-55, табл. 3.9 и 3.10], а результаты занесем в таблицу 12.

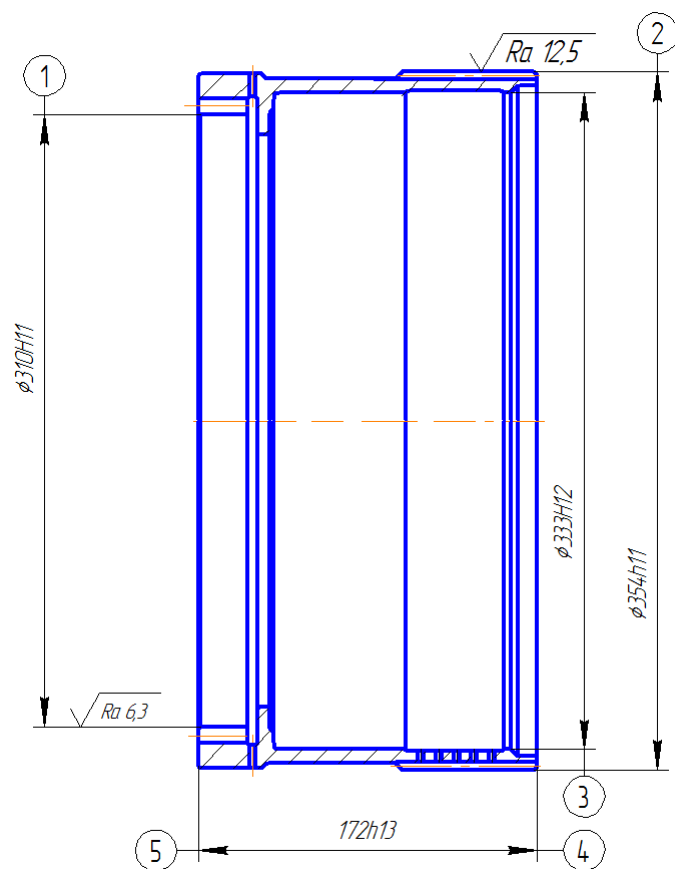


Рисунок 17 - Эскиз детали «Шестерня венечная»

Таблица 12 - Припуски и допуски на обработку, мм

Технологические переходы	Поверхность	Припуск, мм	Размер, мм	Отклонения, мм	
Заготовка - штамповка	1	4,0	302	+1,9	-3,7
	2	3,0	360	+3,7	-1,9
	3	4,0	325	+1,9	-3,7
	4	3,0	178	+3,7	-1,9
	5	3,0	178	+3,7	-1,9
Точение однократное	1	4,0	310	+0,32	-0
	2	3,0	354	+0	-0,36
	3	4,0	333	+0,57	-0
	4	3,0	172	-0,63	-0,63
	5	3,0	172	-0,63	-0,63

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

ДП 44.03.04.930.ПЗ

Лист

40

1.3.2. Расчет технических норм времени

В серийном производстве норма штучно-калькуляционного времени определяется по формуле [7, с. 99]:

$$T_{шт-к} = \frac{T_{п-з}}{n} + T_{шт} = \frac{T_{п-з}}{n} + t_0 + t_B + t_{об} + t_{от}, \quad (8)$$

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

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

n - количество деталей в партии, $n=34$ 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 определяется по формуле [7, с. 99]:

$$t_B = t_{ус} + t_{з.о} + t_{уп} + t_{из}, \quad (9)$$

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

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

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

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

Время обслуживания рабочего времени определяется по формуле [7, с. 99]:

$$t_{об} = t_{тех} + t_{орг}, \quad (10)$$

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

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

Основное время [7, с. 100]:

$$t_0 = \frac{l}{S_M} \cdot i, \quad (11)$$

					ДП 44.03.04.930.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		41

где l - расчетная длина, мм.;

i - число рабочих ходов.

Расчетная длина [7, с. 101]:

$$l = l_0 + l_{вр} + l_{пер}, \quad (12)$$

где l_0 - длина обработки поверхности, мм.;

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

$l_{пер}$ - величина перебега, мм.

Определим $T_{ш-к}$ на операцию 005 Комплексная на ОЦ с ЧПУ.

Операция 005 Комплексная на ОЦ с ЧПУ.

Установ А.

Переход 1. Точить торец 14, точить фаску 16, точить поверхность 1 и точить поверхность 7 за два прохода.

Длина обрабатываемых поверхностей: $l_0 = 133$ мм и $l_0 = 69$ мм

Величина врезания и перебега [7, с. 95]:

$$l_{вр} + l_{пер} = 8\text{мм.}$$

Тогда:

$$l = l_0 + l_{вр} + l_{пер} = 133 + 8 = 141\text{мм.}$$

$$l = l_0 + l_{вр} + l_{пер} = 69 + 8 = 77\text{мм.}$$

Число проходов равно $i=1$.

$$t_{01} = \frac{141}{100} + \frac{77}{85} = 2,32\text{мин}$$

Переход 2. Расточить фаску, отверстия 3 и 4 (рис. 5).

$l_0 = 50$ мм, $l_{вр} + l_{пер} = 9$ мм, $l = l_0 + l_{вр} + l_{пер} = 50 + 9 = 59$ мм.

Число проходов равно $i=1$.

$$t_{02} = \frac{59}{87} = 0,68\text{мин}$$

Переход 3. Точить канавку 2 (рис. 5).

					ДП 44.03.04.930.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		42

$l_0 = 20\text{мм}$, $l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 5\text{мм}$, $l = l_0 + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 20 + 5 = 25\text{мм}$.

Число проходов равно $i=1$.

$$t_{03} = \frac{25}{47} = 0,53\text{мин}$$

Переход 4. Сверлить 4 отверстия 5 (рис. 5).

$l_0 = 12\text{мм}$, $l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 4\text{мм}$, $l = l_0 + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 12 + 4 = 16\text{мм}$.

Число проходов равно $i=4$.

$$t_{04} = \frac{16}{561} \cdot 4 = 0,11\text{мин}$$

Общее основное время на установке А:

$$t_{0A} = 2,32 + 0,68 + 0,53 + 0,11 = 3,64 \text{ мин.}$$

Установ Б.

Переход 1. Точить торец 13, фаску 9 и поверхность 11 (рис. 5).

Длина обрабатываемой поверхности: $l_0 = 86\text{мм}$.

Величина врезания и перебега [7, с. 95]:

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

Тогда:

$$l = l_0 + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 86 + 7 = 93\text{мм.}$$

Число проходов равно $i=1$.

$$t_{01} = \frac{93}{83} = 1,12\text{мин}$$

Переход 2. Расточить отверстия 12, 17 и 6 (рис. 5).

$l_0 = 154\text{мм}$, $l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 9\text{мм}$, $l = l_0 + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 154 + 9 = 163\text{мм}$.

Число проходов равно $i=1$.

$$t_{02} = \frac{163}{81} \cdot 1 = 2,01\text{мин}$$

Переход 3. Расточить отверстия 8 и 17 (рис. 5).

$l_0 = 69\text{мм}$, $l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 11\text{мм}$, $l = l_0 + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 69 + 11 = 80\text{мм}$.

					ДП 44.03.04.930.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		43

Число проходов равно $i=1$.

$$t_{03} = \frac{80}{79} = 1,01 \text{ мин}$$

Переход 4. Фрезеровать зубья венца Б (рис. 5).

$$l_0 = 72 \text{ мм}, l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 20 \text{ мм}, l = l_0 + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 72 + 20 = 92 \text{ мм}.$$

Число проходов равно $i=117$.

$$t_{04} = \frac{92}{2124} \cdot 117 = 5,07 \text{ мин}$$

Переход 5. Сверлить 45 отверстий 15 (рис. 5).

$$l_0 = 6 \text{ мм}, l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 5 \text{ мм}, l = l_0 + l_{\text{вр}} + l_{\text{пер}} = 6 + 5 = 11 \text{ мм}.$$

Число проходов равно $i=45$.

$$t_{05} = \frac{11}{561} \cdot 45 = 3,52 \text{ мин}$$

Общее основное время на установке Б:

$$t_{0Б} = 1,12 + 2,01 + 1,01 + 5,07 + 3,52 = 12,73 \text{ мин}$$

Общее машинное время на операции:

$$t_0 = 3,64 + 12,73 = 16,37 \text{ мин}$$

Определим элементы вспомогательного времени [7, с. 98]:

$$t_{\text{ус}} = 2,57 \text{ мин}.$$

$$t_{\text{уп}} = 7,31 \text{ мин}.$$

$$t_{\text{изм}} = 15,12 \text{ мин}.$$

$$t_{\text{в}} = 2,57 + 7,31 + 15,12 = 25 \text{ мин}.$$

Оперативное время [7, с. 101]:

$$t_{\text{оп}} = t_0 + t_{\text{в}} = 16,37 + 25,0 = 41,37 \text{ мин}$$

Время технического обслуживания [7, с. 102]:

$$t_{\text{тех}} = \frac{6 \cdot t_{\text{оп}}}{100} = \frac{6 \cdot 41,37}{100} = 2,48 \text{ мин}$$

Время организационного обслуживания [7, с. 102]:

					ДП 44.03.04.930.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		44

$$t_{орг} = \frac{8 \cdot t_{оп}}{100} = \frac{8 \cdot 41,37}{100} = 3,31 \text{ мин}$$

Время на отдых [7, с. 102]:

$$t_{отд} = \frac{2,5 \cdot t_{он}}{100} = \frac{2,5 \cdot 41,37}{100} = 1,03 \text{ мин}$$

Штучное время:

$$T_{шт} = 41,37 + 2,48 + 3,31 + 1,03 = 48,19 \text{ мин}$$

Подготовительно-заключительное время [7, с. 216-217]: $T_{пз} = 27 \text{ мин}$

Тогда: $T_{шт-к} = \frac{27}{34} + 48,19 = 48,98 \text{ мин}$

Расчет норм времени сведем в таблицу 13.

Таблица 13 – Нормы времени, мин.

Наименование операции, перехода, позиции	t_o	t_b	$t_{тех}$	$t_{орг}$	$t_{отд}$	$T_{шт}$	$T_{шт-к}$
Операция 005 Комплексная с ЧПУ Установ А		25,0	2,48	3,31	1,03	48,19	48,98
Переход 1	1,41						
	0,91						
Переход 2	0,68						
Переход 3	0,53						
Переход 4	0,11						
Установ Б							
Переход 1	1,12						
Переход 2	2,01						
Переход 3	1,01						
Переход 4	5,07						
Переход 5	3,52						
Операция 010 Зубодолбежная		7,5	0,76	1,01	0,32	14,71	15,42
Переход 1	5,12						

1.4. Проверочный расчет зажимного приспособления (расчет сил зажима)

Деталь зажимается в 3-х кулачковый пневматический патрон. Определим силу зажима детали на операции 005 Комплексная на ОЦ с ЧПУ, установ А, переход 2.

Базирование детали.

Схема базирования представлена на рисунке 18.

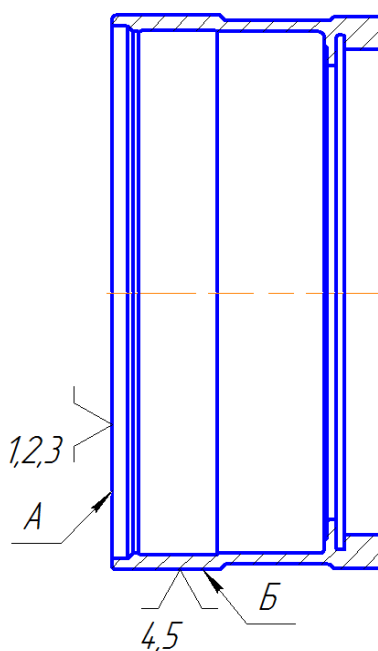


Рисунок 18 - Схема чернового базирования детали (установ А)

В нашем случае черновой базой будут торец «А» и поверхность «Б». Торец «А» лишает деталь 3-х степеней свободы (одного перемещения и двух вращений), поверхность «Б» – 2-х степеней свободы (двух перемещений). Таким образом, базирование не полное.

Определим силы резания по [25, с. 135]:

$$P_{x,z} = 10 \cdot C_p \cdot t^x \cdot S_o^y \cdot V^n \cdot K_p, \quad (13)$$

$$\text{где } K_p = K_r \cdot \left(\frac{750}{\sigma_B}\right)^n = 0,8 \cdot \left(\frac{750}{800}\right)^1 = 0,75.$$

										Лист
										46
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.930.ПЗ					

Коэффициент C_p и показатели степеней определим по [25, с. 273 табл. 22]:

- для силы P_x : $C_p=339$, $x=1$, $y=0,5$, $n=-0,40$;

- для силы P_z : $C_p=300$, $x=1$, $y=0,75$, $n=-0,15$.

Тогда по (13):

$$P_x = 10 \cdot 339 \cdot 4^1 \cdot 0,32^{0,5} \cdot 265^{-0,4} \cdot 0,75 = 617 \text{ Н.}$$

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 4^1 \cdot 0,32^{0,75} \cdot 265^{-0,15} \cdot 0,75 = 1658 \text{ Н.}$$

Определим крутящий момент:

$$M_{кр} = 0,5 \cdot P_z \cdot d = 0,5 \cdot 1658 \cdot 310 = 257000 \text{ Н} \cdot \text{мм} = 257 \text{ Н} \cdot \text{м.}$$

Расчет коэффициента запаса сил резания.

При расчете сил зажима заготовки силы и моменты сил резания силовой расчет сил резания увеличивают в несколько раз, вводя в формулы коэффициент запаса K . Это повышает надежность закрепления заготовки.

Коэффициент определяют по формуле [13, с. 382-384]:

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6, \quad (14)$$

где K_0 - коэффициент гарантированного запаса, $K_0 = 1,5$;

K_1 - коэффициент, повышающий силы резания при черновой обработке, примем $K_1 = 1,2$;

K_2 - коэффициент, повышающий силы резания при работе затупленным инструментом, примем $K_2 = 1,0$;

K_3 - коэффициент, который учитывает увеличение сил при прерывистом резании, примем $K_3 = 1$;

K_4 - характеризует непостоянство силы закрепления в механизмах с ручным приводом, примем $K_4=1$ для приспособления с гидроприводом;

K_5 - учитывает непостоянство силы закрепления при не удобном расположении рукоятки, при отсутствии рукоятки примем $K_5 = 1$;

K_6 - коэффициент, который отличен от единицы, если на заготовку

					ДП 44.03.04.930.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		45

действуют неучтенные вращающие моменты, здесь $K_6 = 1,2$.

Подставим значения коэффициентов в формулу (14):

$$K = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,2 = 2,16.$$

принимая 2,5

Расчет требуемых сил зажима.

Найдем величину сил зажима из условия, что заготовка сохраняет неподвижное состояние под действием сил зажима, реакций опор и сил резания.

На рисунке 19 представлена графическая модель равновесия заготовки.

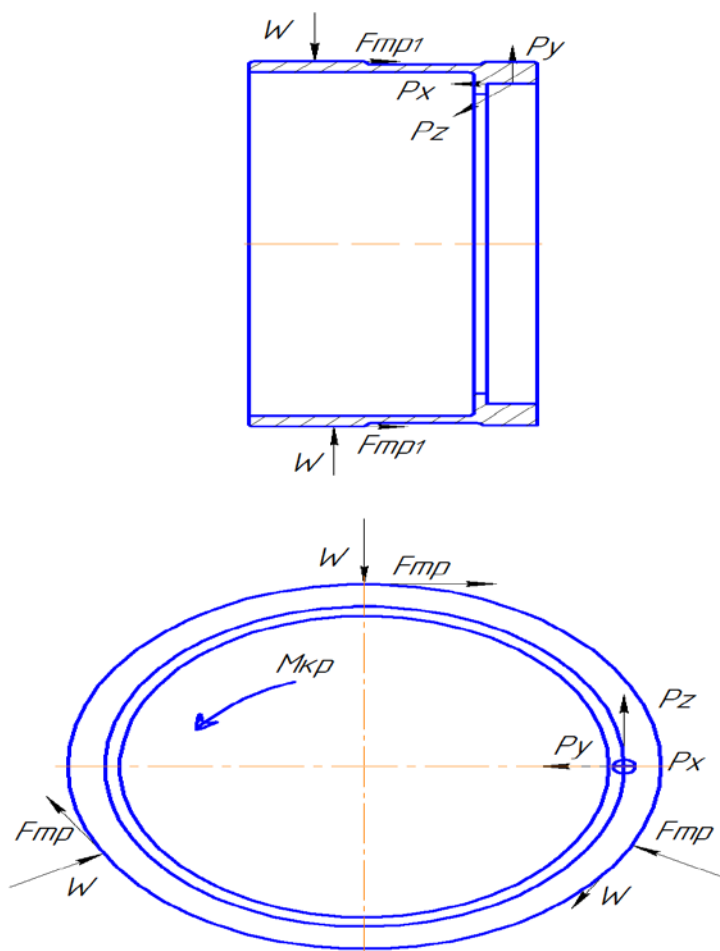


Рисунок 19 – Графическая модель равновесия заготовки

Для сохранения равновесия должны соблюдаться условия:

$$P_x \leq 3 \cdot F_{TP1} \text{ и } M_{KP} \leq 3 \cdot F_{TP} \cdot 0,5 \cdot D \text{ или}$$

$$k \cdot P_X = 3 \cdot F_{TP1} \text{ и } k \cdot M_{KP} = 3 \cdot F_{TP} \cdot 0,5 \cdot D.$$

где $F_{TP1} = f \cdot W'$ и $F_{TP} = f \cdot W''$

Общая сила зажима:

$$W = \sqrt{(W')^2 + (W'')^2}.$$

Тогда:

$$k \cdot P_X = 3 \cdot f \cdot W',$$

Откуда:

$$W' = \frac{k \cdot P_X}{3 \cdot f}$$

$$k \cdot M_{KP} = 3 \cdot F_{TP} \cdot 0,5 \cdot D,$$

Откуда:

$$W'' = \frac{k \cdot M_{KP} \cdot 2}{3 \cdot f \cdot D}$$

где f – коэффициент трения, для стали по стали примем $f=0,2$.

Тогда:

$$W' = \frac{2,16 \cdot 617}{3 \cdot 0,2} = 2221 \text{ Н}$$

$$W'' = \frac{2,16 \cdot 257 \cdot 2}{3 \cdot 0,2 \cdot 360} = 5140 \text{ Н}$$

$$W = \sqrt{2221^2 + 5140^2} = 5600 \text{ Н}$$

Чтоб обеспечить неподвижность заготовки в 3-х кулачковом патроне, её необходимо зажать тремя силами $W = 5600 \text{ Н}$

1.5. Разработка управляющей программы для технологической операции обработки детали

Совершенствуемый технологический процесс механической обработки детали «Шестерня венечная» предполагает использование обрабатывающего центра с ЧПУ модели PUMA MX-2100S. Данный станок оснащен системой ЧПУ Siemens Sinumeric D840.

					ДП 44.03.04.930.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		47

Системы ЧПУ Sinumerik D840 выпускаются для широкого ряда станков с ЧПУ. Эти системы ЧПУ имеют широкий ряд опций для различных областей применения, от мелких мастерских до крупных предприятий аэрокосмической промышленности.

Модель 840D обеспечивает максимально возможную производительность и гибкость при любых типах обработки, в том числе и на сложных много осевых системах.

Программное ядро системы ЧПУ (VNCK) позволяет производить расширенную симуляцию обработки на станке в NX CAM или на виртуальных станках.

NX CAM обеспечивает расширенные возможности программирования, соответствующие широким возможностям систем ЧПУ Sinumerik.

Для того чтобы постпроцессор обеспечивал оптимизированный вывод для систем ЧПУ Sinumerik в таких областях, как высокоскоростное резание или 5-осевая обработка, NX CAM сочетает автоматически выбираемые и пользовательские параметры.

Программное ядро VNCK, поставляемое с NX CAM в качестве дополнения, обеспечивает управляемое системой ЧПУ симуляцию для выполнения полной проверки программ и обеспечения точной оценки времени обработки.

NX предлагает различные шаблоны постпроцессора и проверенные постпроцессоры, подходящие для широкого ряда станков с системами ЧПУ Sinumerik.

Данная система ЧПУ имеет простое, ориентированное на пользователя управление, которое позволяет достаточно быстро составлять программы и обладает следующими возможностями:

- программирование возможно непосредственно на ЧПУ или на внешних носителях (CAD/CAM);
- фрезерные циклы: круговые карманы, прямоугольные карманы,

изогнутые карманы, плоское фрезерование;

– циклы сверления: простое сверление, сверление с выдержкой по времени, сверление глубоких отверстий, нарезание резьбы метчиком;

– 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 дипломном проекте управляющую программу разработаю на 005 операцию «Комплексная на ОЦ с ЧПУ» установ А. Операция состоит из четырех переходов:

Переход 1. Точить торец 14, точить фаску16, точить поверхность 1 и точить поверхность 7 за два прохода.

Переход 2. Расточить фаску, отверстия 3 и 4.

Переход 3. Точить канавку 2.

Переход 4. Сверлить 4 отверстия 5.

Для разработки управляющей программы необходимо:

- выбрать инструмент;
- выбрать режимы резания;
- спроектировать траекторию движения инструмента;
- определить координаты опорных точек.

Выбор режущего инструмента приведен в главе 1.2.5.2.

Элементы режима резания представлены в таблице 11.

Траектория движения инструмента и таблица координат опорных точек приведены на плакате 3.

Инструментам присвоим номера Т1...Т4.

Управляющая программа для операции 005 установ А представлена в таблице 14.

					ДП 44.03.04.930.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		49

Таблица 14 – Управляющая программа для операции 005 (Установ А)

Кодирование информации, содержание кадра	Содержание кадра УП
1	2
T1 D1	Выбор токарного резца.
G96 S243 Lims=285 M4	Постоянная скорость резания, вращение шпинделя против часовой стрелки.
G90 G54 G18	Абсолютные размеры, сдвиг нулевой точки, выбор рабочей плоскости X-Z
G0 X296 Z2.5	Перемещение на ускоренной подаче в точку с указанными координатами
G1 Z0 F0.35 M8	Движение к заданным координатам, включение рабочей подачи, включение подачи СОЖ
X350	Движение к заданным координатам с рабочей подачей
X352 Z-1	Движение к заданным координатам с рабочей подачей
Z-100	Движение к заданным координатам с рабочей подачей
X360	Движение к заданным координатам с рабочей подачей
G0 Z-32	Ускоренное перемещение в точку с указанными координатами
G1 X348.2 Z-33.9 F0.35	Движение к заданным координатам, включение рабочей подачи
G4 X347 Z-35.3 MD=2	Круговая интерполяция радиусом 2 движение по часовой стрелке
G1 Z-100	Движение к заданным координатам на рабочей подаче
X354 Z-102	Движение к заданным координатам на рабочей подаче
X360	Движение к заданным координатам на рабочей подаче
M9 M5	Выключение подачи СОЖ, выключение оборотов
G0 X400 Z250	Ускоренное перемещение в безопасную точку смены инструмента
T2 D1	Выбор токарного расточного резца.
G96 S210 Lims=265 M4	Постоянная скорость резания, вращение шпинделя против часовой стрелки.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.930.ПЗ

Лист

50

Продолжение таблицы 14

1	2
G90 G54 G18	Абсолютные размеры, сдвиг нулевой точки, выбор рабочей плоскости X-Z
G0 X312 Z2.5	Перемещение на ускоренной подаче в точку с указанными координатами
G1 Z0 F0.32 M8	Движение к заданным координатам, включение рабочей подачи, включение подачи СОЖ
X310 Z-1	Движение к заданным координатам с рабочей подачей
Z-30	Движение к заданным координатам с рабочей подачей
X290	Движение к заданным координатам с рабочей подачей
Z-43	Движение к заданным координатам с рабочей подачей
Z2.5	Движение к заданным координатам с рабочей подачей
M9 M5	Выключение подачи СОЖ, выключение оборотов
G0 X390 Z240	Ускоренное перемещение в безопасную точку смены инструмента
T3 D1	Выбор токарного канавочного резца.
G96 S240 M4	Постоянная скорость резания, вращение шпинделя против часовой стрелки.
G90 G54 G18	Абсолютные размеры, сдвиг нулевой точки, выбор рабочей плоскости X-Z
G0 X285 Z2.5	Перемещение на ускоренной подаче в точку с указанными координатами
Z-30	Перемещение на ускоренной подаче в точку с указанными координатами
G1 X328.5 F0.2 M8	Движение к заданным координатам, включение рабочей подачи, включение подачи СОЖ
G0 X285	Перемещение на ускоренной подаче в точку с указанными координатами
M9 M5	Отключение подачи СОЖ, выключение оборотов
G0 Z2.5	Движение к заданным координатам на ускоренной подаче
X394 Z247	Ускоренное перемещение в безопасную точку смены инструмента
T4 D1	Выбор сверла.

Окончание таблицы 14

1	2
G97 S2=44 M2=4	Постоянная скорость резания приводного инструмента, вращение против часовой стрелки.
G90 G54 G17	Абсолютные размеры, сдвиг нулевой точки, выбор рабочей плоскости X-Y,
SPOSA=DC(0)	Прямое позиционирование главного шпинделя на 0°
G0 X355 Z-27.5	Перемещение на ускоренной подаче в точку с указанными координатами
WAITS	Ожидание достижения главным шпинделем своей позиции
G1 X-325 F0.12 M8	Движение к заданным координатам, включение рабочей подачи, включение подачи СОЖ
G0 X355	Перемещение на ускоренной подаче в точку с указанными координатами
SPOS=AC(90)	Позиционирование главного шпинделя относительно нулевой точки на 90°
G1 X-325 F0.12	Движение к заданным координатам, включение рабочей подачи
G0 X355	Перемещение на ускоренной подаче в точку с указанными координатами
SPOS=AC(180)	Позиционирование главного шпинделя относительно нулевой точки на 180°
G1 X-325 F0.12	Движение к заданным координатам, включение рабочей подачи
G0 X355	Перемещение на ускоренной подаче в точку с указанными координатами
SPOS=AC(270)	Позиционирование главного шпинделя относительно нулевой точки на 270°
G1 X-325 F0.12	Движение к заданным координатам, включение рабочей подачи
G0 X355	Перемещение на ускоренной подаче в точку с указанными координатами
M9 M2=5	Выключение подачи СОЖ, выключение оборотов
G0 X393 Z246	Ускоренное перемещение в безопасную точку смены инструмента
M30	Окончание программы

1.6. Выбор и описание контрольного прибора

Для проверки шероховатости Ra1,25 отверстия Ø290H8 используем измеритель шероховатости поверхности/профилометр TIME3221 (рис. 20).

Профилометр TIME3221 - одна из последних разработок компании TIME Group Inc - выполняет точное измерение шероховатости поверхности с выводом результатов на большой яркий сенсорный экран. Прибор отличается прочностью корпуса, качеством сборки и удобством в эксплуатации.

Измеритель шероховатости TIME3221 – преимущества:

-измеряемые параметры: Ra, Rp, Rv, Rt, Rz, Rq, Rsk, Rku, Rc, RPs, RSm, Rmr(c), tp, Rmr, Rpm, Rz1max, RzJIS, Rmax, Htp, Pa, Pp, Pv, Pt, Pz, Pq, Psk, Pku, Pc, PSm, Pmr(c), Pmr, Pz1max, PzJIS, R, Rpk, Rvk, Mr1, Mr2, A1, A2;

-четкий ЖК-дисплей позволяет быстро считывать график профиля и контролируемые параметры;

-выполнение неразрушающего контроля разнообразных материалов;

-вывод результатов тестирования через порт RS232 и USB;

-возможность подключения к принтеру для печати полученных данных и графиков; язык интерфейса:

-отключение питания в автоматическом или ручном режиме.

Внесен в Государственный Реестр РФ.

Описание конструкции измерителя шероховатости TIME 3221: измерительный блок, содержащий алмазную иглу, соединён с электронным блоком гибким кабелем. Данное конструкторское решение даёт значительные преимущества перед другими моделями: - выносной датчик повышает удобство проведения контрольных тестов, - даёт возможность выполнить измерение шероховатости в труднодоступных местах.

					ДП 44.03.04.930.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		53



Рисунок 20 – Измеритель шероховатости TIME3221

					ДП 44.03.04.930.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		54

2. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

2.1. Техническое описание разрабатываемого мероприятия

В экономической части проекта выполняется расчет капитальных затрат и определяется экономическая эффективность усовершенствованного технологического процесса. Сравнение двух вариантов (базового и проектируемого) технологических процессов осуществляется путем расчета себестоимости работ по каждому из вариантов и определяется условно-годовая экономия.

2.2. Расчет капитальных затрат

Определяем размер капитальных вложений по формуле:

$$K = K_{об} + K_{про} \quad (15)$$

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

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

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

Определяем количество технологического оборудования

Количество технологического оборудования рассчитываем по формуле [12]:

$$g = \frac{t \cdot N_{год}}{F_{об} \cdot k_{ВН} \cdot k_3}, \quad (16)$$

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

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

$N_{год} = 520$ шт. базовый вариант;

$N_{год} = 950$ шт. проектируемый вариант;

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

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

k_3 – нормативный коэффициент загрузки оборудования, для серийного

					ДП 44.03.04.930.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		55

производства, $k_3 = 0,75 \div 0,85$.

Рассчитываем действительный годовой фонд времени работы оборудования по формуле [12]:

$$F_{об} = F_n \left(1 - \frac{K_p}{100} \right) \quad (17)$$

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

Отсюда количество рабочих часов оборудования (номинальный фонд):

- при односменной работе составляет:

$$F_n = 244 \cdot 8 + 3 \cdot 7 = 1970 \text{ ч.}$$

- при двухсменной работе (базовый вариант):

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

- при трёхсменной работе (обрабатывающий центр с ЧПУ):

$$F_n = 1970 \cdot 3 = 5910 \text{ ч.}$$

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

Отсюда действительный фонд времени работы оборудования, согласно формулы (17), составляет:

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

									Лист
									56
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

$$F_{ос} = 5910 \cdot \left(1 - \frac{9}{100}\right) = 5378 \text{ ч.} - \text{проектируемый вариант.}$$

Определяем количество станков по штучно-калькуляционному времени по формуле (16).

Данные по расчетам сводим в таблицу 15 по базовому варианту.

$$C_{16K30} = \frac{0,95 \cdot 520}{3861 \cdot 0,85 \cdot 1,02} = 0,15 \text{ шт.};$$

$$C_{53A11} = \frac{0,59 \cdot 520}{3867 \cdot 0,85 \cdot 1,02} = 0,09 \text{ шт.};$$

$$C_{2H55} = \frac{0,41 \cdot 520}{3867 \cdot 0,85 \cdot 1,02} = 0,06 \text{ шт.}$$

Определяем количество станков по штучно-калькуляционному времени, согласно раздела 1.3. по формуле (16).

Данные по расчетам сводим в таблицу 16 по проектируемому варианту.

$$C_{MX-2100S} = \frac{0,82 \cdot 950}{5378 \cdot 0,85 \cdot 1,02} = 0,17.$$

После расчета всех операций значений ($T_{шт. (ш-к)}$) и (C_p) устанавливаем принятое число рабочих мест ($C_{п}$), округляя для ближайшего целого числа полученное значение (C_p) [12].

Таблица 15 - Количество станков по штучно-калькуляционному времени по базовому варианту

Модель станка	Штучно-калькуляционное время ($T_{шт. (ш-к)}$), ч.	Расчетное количество станков, C_p	Принимаемое количество станков, $C_{п}$	Кз.ф.
16K30	0,95	0,15	1	0,15
53A11	0,59	0,09	1	0,09
2H55	0,41	0,06	1	0,06
	$\Sigma T_{шт. (ш-к)} = 1,95$	0,30	$\Sigma C_{п} = 3$	

Таблица 16 - Количество станков по штучно-калькуляционному времени по проектируемому варианту

Модель станка	Штучно-калькуляционное время ($T_{шт. (ш-к)}$), ч.	Расчетное количество станков, C_p	Принимаемое количество станков, $C_{п}$	Кз.ф.
МХ-2100S	0,82	0,17	1	0,17
	$\Sigma T_{шт. (ш-к)} = 0,82$	0,17	$\Sigma C_{п} = 1$	

Определений капитальных вложений в оборудование

Сводная ведомость оборудования представлена в таблице 17 по базовому варианту, по проектируемому в таблице 18.

Таблица 17 – Сводная ведомость оборудования по базовому варианту

Наименование оборудования	Модель	Количество оборудования	Мощность, кВт		Стоимость одного станка, т. руб.			Стоимость всего оборудования, т. руб.
			Одного станка	Всех станков	Цена	Монтаж	Первоначальная стоимость	
Токарный	16К30	1	11	11	195	19,5	-	214,5
Зубофрезерный	53А11	1	7,5	7,5	170	17	-	187
Радиально-сверлильный	2Н55	1	7,5	7,5	150	15	-	165
Итого		3		26	515	51,5	-	566,5

Таблица 18 – Сводная ведомость оборудования по проектируемому варианту

Наименование оборудования	Модель	Количество оборудования	Мощность, кВт		Стоимость одного станка, т. руб.				Стоимость всего оборудования, т. руб.
			Одного станка	Всех станков	Цена	Монтаж	Демонтаж	Первоначальная стоимость	
ОЦ с ЧПУ	МХ-2100S	1	22	22	18560	-	-	18560	18560
Итого		1		22					18560

Капитальные вложения в оборудование ($K_{об}$) с учётом загрузки станка

на 17% составляют $0,17 \cdot 18560 = 3155,2$ т. руб.

Определение капитальных вложений в приспособления

Капитальные вложения в приспособления отсутствуют, так как деталь зажимается в стандартных 3-х кулачковых патронах, поставляемых с оборудованием и включенных в стоимость оборудования.

2.3. Расчет технологической себестоимости детали

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

В общем случае технологическая себестоимость складывается из следующих элементов, согласно формуле [12]:

$$C = Z_{зп} + Z_э + Z_{об} + Z_{осн} + Z_и, \quad (18)$$

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

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

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

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

$Z_и$ – затраты на малоценный инструмент, руб.

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

Затраты на заработную плату основных и вспомогательных рабочих рассчитываем по формуле [12]:

$$Z_{зп} = Z_{пр} + Z_н + Z_к + Z_{тр}, \quad (19)$$

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

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

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

$Z_{тр}$ - основная и дополнительная заработная плата с отчислениями на

					ДП 44.03.04.930.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		59

социальное страхование транспортных рабочих, руб.

Численность станочников вычисляем по формуле [12]:

$$Ч_{ст} = \frac{t \cdot N_{год} \cdot k_{мн}}{F_p}, \quad (20)$$

где F_p – действительный годовой фонд времени работы одного рабочего,

$F_p = 1682$ ч.;

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

$k_{мн} = 1$;

t – штучно-калькуляционное время операции, мин;

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

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

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.;

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

Отсюда количество рабочих часов станочника составляет 1682 ч.

Принимаем заработную плату производственных рабочих и рассчитываем численность рабочих по формуле (20). Результаты вычислений сводим в таблицу 19 по проектируемому варианту в таблице 20.

Таблица 19 – Затраты на заработную плату станочников по базовому варианту

Наименование операции	Разряд	Часовая тарифная ставка, руб.	Штучно-калькуляционное время, ч.	Заработная плата, руб.	Расчётная численность станочников, чел.
1	2	3	4	5	6
Токарная	4	115,2	0,95	109,5	0,29

Окончание таблицы 19

1	2	3	4	5	6
Зубофрезерная	3	103,1	0,59	60,8	0,18
Сверлильная	3	99,4	0,41	40,8	0,13
Итого				211,1	0,60

Определим затраты на заработную плату на годовую программу [12]:

$$Ззп = 211,1 \cdot 520 = 109772 \text{ руб.}$$

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

$$Ззп = 109772 \cdot 1 \cdot 1,16 \cdot 1,15 = 146435,9 \text{ руб.}$$

Таблица 20 – Затраты на заработную плату станочников по проектируемому варианту

Наименование операции	Разряд	Часовая тарифная ставка, руб.	Штучно-калькуляционное время, ч.	Заработная плата, руб.	Численность станочников, чел.
Комплексная на ОЦ с ЧПУ	3	104,8	0,82	85,9	0,46
Итого				85,9	0,46

Определим затраты на заработную плату на годовую программу [12]:

$$Ззп = 85,9 \cdot 950 = 81605 \text{ руб.}$$

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

$$Ззп = 81605 \cdot 1 \cdot 1,16 \cdot 1,15 = 108861,1 \text{ руб.}$$

Заработная плата вспомогательных рабочих рассчитываем по формуле [12]:

$$З_{\text{всп}} = \frac{C_T^{\text{всп}} \cdot F_p \cdot Ч_{\text{всп}} \cdot K_{\text{доп}} \cdot K_p}{N_{\text{год}}}, \quad (21)$$

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

$N_{\text{год}}$ – годовая программа выпуска деталей, $N_{\text{год}} = 520$ шт.;

K_p – районный коэффициент, $K_p = 1,2$;

$K_{\text{доп}}$ – коэффициент, учитывающий дополнительную заработную плату,
 $K_{\text{доп}} = 1,23$;

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

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

Численность вспомогательных рабочих соответствующей специальности и разряда определяется по формуле [12]:

$$Ч_{нал} = \frac{g_n \cdot n}{N}, \quad (22)$$

где g_n – расчетное количество оборудования, согласно расчетам, составляет $g_n = 0,30$ шт.;

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

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

$$Ч_{нал} = \frac{0,3 \cdot 2}{10} = 0,06 \text{ чел.}$$

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

$$Ч_{трансп.} = 0,06 \cdot 0,05 = 0,01 \text{ чел.};$$

$$Ч_{контр.} = 0,06 \cdot 0,07 = 0,01 \text{ чел.}$$

По формуле (21) произведем вычисления заработной платы вспомогательных рабочих:

$$З_{нал} = \frac{86,8 \cdot 1682 \cdot 0,06 \cdot 1,23 \cdot 1,2}{520} = 24,9 \text{ руб.};$$

$$З_{трансп.} = \frac{73,9 \cdot 1682 \cdot 0,01 \cdot 1,23 \cdot 1,2}{520} = 3,5 \text{ руб.};$$

$$З_{контр.} = \frac{75,1 \cdot 1682 \cdot 0,01 \cdot 1,23 \cdot 1,2}{520} = 3,6 \text{ руб.}$$

Данные о численности вспомогательных рабочих и заработной плате, приходящаяся на одну деталь по каждому их вариантов, сводим в таблицу 21 по проектируемому в таблице 22.

Таблица 21 – Затраты на заработную плату вспомогательных рабочих по базовому варианту

Специальность рабочего	Часовая тарифная ставка, руб.	Численность, чел.	Затраты на изготовление одной детали, руб.
Наладчик	86,8	0,06	24,9
Транспортный рабочий	73,9	0,01	3,5
Контролер	75,1	0,01	3,6
Итого		0,08	32,0

Определим затраты на заработную плату за год:

$$З_{зп} = 32 \cdot 520 = 16640 \text{ руб.}$$

Рассчитаем затраты на заработную плату по формуле (19):

$$З_{зп} = 146435,9 + 16640 = 163075,9 \text{ руб.}$$

Таблица 22 – Затраты на заработную плату вспомогательных рабочих по проектируемому варианту

Специальность рабочего	Часовая тарифная ставка, руб.	Численность, чел.	Затраты на изготовление одной детали, руб.
Наладчик	86,8	0,05	11,3
Транспортный рабочий	73,9	0,01	1,9
Контролер	75,1	0,01	2,0
Итого		0,07	15,2

Определим затраты на заработную плату за год:

$$З_{зп} = 15,2 \cdot 950 = 14440 \text{ руб.}$$

Рассчитаем затраты на заработную плату по формуле (19):

$$З_{зп} = 108861,1 + 14440 = 123301,1 \text{ руб.}$$

Отчисления в социальный фонд.

Страховые взносы составляют 30% от фонда заработной платы.

Базовый вариант $163075,9 \cdot 0,3 = 48922,8$ руб.

Проектируемый вариант $123301,1 \cdot 0,3 = 36990,3$ руб.

Затраты на электроэнергию

Затраты на электроэнергию, расходуемую на выполнение одной детали операции, рассчитываем по формуле [12]:

$$Z_3 = \frac{N_y \cdot k_N \cdot k_{вр} \cdot k_{од} \cdot k_w \cdot t}{\eta \cdot k_{вн}} \cdot Ц_3, \quad (23)$$

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

k_N – средний коэффициент загрузки электродвигателя по мощности, $k_N = 0,2 \div 0,4$;

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

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

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

η – коэффициент полезного действия оборудования (по паспорту станка);

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

$Ц_3$ – стоимость 1 кВт·ч электроэнергии, $Ц_3 = 3,54$ руб.

Производим расчеты по вариантам по формуле (23):

$$Z_3(16K30) = \frac{11 \cdot 0,3 \cdot 0,7 \cdot 0,75 \cdot 1,06 \cdot 0,95}{0,9 \cdot 1,02} \cdot 3,54 = 6,7 \text{ руб.};$$

$$Z_3(53A11) = \frac{7,5 \cdot 0,3 \cdot 0,7 \cdot 0,75 \cdot 1,06 \cdot 0,59}{0,9 \cdot 1,02} \cdot 3,54 = 2,0 \text{ руб.};$$

$$Z_3(2H55) = \frac{7,5 \cdot 0,3 \cdot 0,7 \cdot 0,75 \cdot 1,06 \cdot 0,41}{0,9 \cdot 1,02} \cdot 3,54 = 2,0 \text{ руб.};$$

$$Z_3(MX-2100S) = \frac{22 \cdot 0,3 \cdot 0,7 \cdot 0,75 \cdot 1,06 \cdot 0,82}{0,9 \cdot 1,02} \cdot 3,54 = 3,3 \text{ руб.}$$

Результаты расчетов по вариантам сводим в таблицу 23 по проектируемому варианту в таблицу 24.

					ДП 44.03.04.930.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		64

Таблица 23 – Затраты на электроэнергию по базовому варианту

Модель станка	Установленная мощность, кВт	Штучно-калькуляционное время, ч.	Затраты на электроэнергию, руб.
16К30	11	0,95	6,7
53А11	7,5	0,59	2,0
2Н55	7,5	0,41	2,0
Итого			10,7

Определим затраты на электроэнергию за год:

$$З_3 = 10,7 \cdot 520 = 5564 \text{ руб.}$$

Таблица 24 – Затраты на электроэнергию по проектируемому варианту

Модель станка	Установленная мощность, кВт	Штучно-калькуляционное время, ч	Затраты на электроэнергию, руб.
МХ-2100S	22	0,82	3,3
Итого			3,3

Определим затраты на электроэнергию за год:

$$З_3 = 3,3 \cdot 950 = 3135 \text{ руб.}$$

Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования

Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования рассчитывается по формуле [12]:

$$З_{об} = C_{ам} + C_{рем} , \quad (24)$$

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 [12]:

$$C_{ам} = \frac{Ц_{об} \cdot H_{ам} \cdot t}{F_{об} \cdot k_z \cdot k_{вн}} , \quad (25)$$

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

$N_{ам}$ – норма амортизационных отчислений, $N_{амБ} = 12\%$ для базового оборудования, $N_{амН} = 6\%$ - для обрабатывающего центра с ЧПУ;

t – штучно-калькуляционное время, мин;

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

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

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

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

Производим расчеты по вариантам по формуле (25):

$$C_{ам}(16K30) = \frac{214500 \cdot 0,12 \cdot 0,95}{3861 \cdot 0,85 \cdot 1,02} = 7,3 \text{ руб.};$$

$$C_{ам}(53A11) = \frac{187000 \cdot 0,12 \cdot 0,59}{3861 \cdot 0,85 \cdot 1,02} = 4,0 \text{ руб.};$$

$$C_{ам}(2H55) = \frac{165000 \cdot 0,12 \cdot 0,41}{3861 \cdot 0,85 \cdot 1,02} = 2,4 \text{ руб.};$$

$$C_{ам}(MX-2100S) = \frac{3155200 \cdot 0,06 \cdot 0,82}{5386 \cdot 0,85 \cdot 1,02} = 33,2 \text{ руб.}$$

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

$C_{РЕбаз} = 440$ руб., $C_{РЕчпу} = 850$ руб.

Вычисления производим по формуле [12]:

$$C_{рем} = \frac{C_{РЕ} \cdot \Sigma Re}{t \cdot N_{год}}, \quad (26)$$

где ΣRe - суммарное количество ремонтных единиц по количеству станков одного типа;

t – штучно-калькуляционное время, мин;

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

Производим вычисление затрат на текущий ремонт оборудования по формуле (26):

					ДП 44.03.04.930.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		66

$$C_{\text{рем}}(16K20) = \frac{440 \cdot 1}{0,95 \cdot 520} = 0,9 \text{ руб.};$$

$$C_{\text{рем}}(53A11) = \frac{440 \cdot 1}{0,59 \cdot 520} = 1,4 \text{ руб.};$$

$$C_{\text{рем}}(2H55) = \frac{440 \cdot 1}{0,41 \cdot 520} = 2,1 \text{ руб.};$$

$$C_{\text{рем}}(\text{MX-2100S}) = \frac{850 \cdot 1}{0,82 \cdot 950} = 1,1 \text{ руб.}$$

Результаты расчета затрат на содержание и эксплуатацию технологического оборудования заносим в таблицу 25 по проектируемому в таблицу 26.

Таблица 25 – Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования базовый вариант

Модель станка	Стоимость, т. руб.	Количество, шт.	Норма амортизационных отчислений, %	Штучно-калькуляционное время, ч	Амортизационные отчисления, руб.	Затраты на ремонт, руб.
16K20	214,5	1	12	0,95	7,3	0,9
53A11	187,0	1	12	0,59	4,0	1,4
2H55	165,0	1	12	0,41	2,4	2,1
Итого					13,7	4,4

Таблица 26 – Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования проектируемый вариант

Модель станка	Стоимость, т. руб.	Количество, шт.	Норма амортизационных отчислений, %	Штучно-калькуляционное время, ч	Амортизационные отчисления, руб.	Затраты на ремонт, руб.
MX-2100S	3155,2	1	6	0,82	33,2	1,1
Итого					33,2	1,1

Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования рассчитывается по формуле (24):

$$Z_6 = 13,7 + 4,4 = 18,1 \text{ руб.}$$

$$З_{\text{п}} = 33,2 + 1,1 = 34,3 \text{ руб.}$$

Затраты на эксплуатацию инструмента

Затраты на эксплуатацию инструмента в базовой технологии

вычисляем по формуле:

$$З_{\text{и}} = \frac{Ц_{\text{и}} + \beta_n \cdot Ц_n}{T_{\text{ст}} \cdot N_{\text{год}} \cdot (\beta_n + 1)} \cdot T_{\text{м}} \cdot \eta_{\text{и}}, \quad (27)$$

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

β_n – число переточек;

$Ц_n$ – стоимость одной переточки;

$T_{\text{ст}}$ – период стойкости инструмента;

$T_{\text{м}}$ – машинное время;

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

$N_{\text{год}}$ – годовая программа выпуска деталей, $N_{\text{год}} = 520$ шт.

В таблице 27 укажем инструмент, используемый в базовом тех. процессе и время работы инструмента.

Таблица 27 – Перечень инструмента базового технологического процесса

№ опер.	Наименование	$T_{\text{м}}$, мин	№ опер.	Наименование	$T_{\text{м}}$, мин.
005	Резец токарный ГОСТ 18877-73	13,7	010	Резец расточной ГОСТ 18883-73	15,1
005	Резец расточной ГОСТ 18883-73	7,4	010	Резец фасочный	0,4
005	Резец канавочный ГОСТ 10903	0,7	025	Фреза модульная ГОСТ 13838-68	35,4
005	Резец фасочный	0,3	030	Сверло ГОСТ 10903	4,5
010	Резец токарный ГОСТ 18877-73	19,4	035	Сверло ГОСТ 10903	24,1

Производим расчет затрат на эксплуатацию инструмента по базовому тех. процессу (для стандартного инструмента) по формуле (27):

$$Z_{и} = \frac{956,1+8 \cdot 77}{60 \cdot 520 \cdot 9} \cdot 13,7 \cdot 0,98 + \frac{855,3+9 \cdot 68}{60 \cdot 520 \cdot 10} \cdot 22,5 \cdot 0,98 + \frac{1023+6 \cdot 92}{50 \cdot 520 \cdot 7} \cdot 0,7 \cdot 0,98 + \frac{956,6+7 \cdot 84}{45 \cdot 520 \cdot 8} \cdot 0,3 \cdot 0,98 + \frac{1106+6 \cdot 88}{50 \cdot 520 \cdot 7} \cdot 19,4 \cdot 0,98 + \frac{15632+0 \cdot 0}{189 \cdot 520} \cdot 0,4 \cdot 0,98 + \frac{535+11 \cdot 81}{39 \cdot 520 \cdot 12} \cdot 35,4 \cdot 0,98 + \frac{1180+6 \cdot 92}{31 \cdot 520 \cdot 7} \cdot 24,6 \cdot 0,98 = 127,9 \text{ руб.}$$

На основании опыта внедрения инструмента на ряде предприятий уральского региона предлагается вычислять затраты на эксплуатацию прогрессивного инструмента по формуле [12]:

$$Z_{эи} = (C_{пл} \cdot n + (C_{корп} + k_{компл} \cdot C_{компл}) \cdot Q^{-1}) \cdot T_{маш} \cdot (T_{ст} \cdot b_{фи} \cdot N)^{-1}, \quad (28)$$

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

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

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

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

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

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

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

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

Величина Q также определена опытным путем и зависит от условий

					ДП 44.03.04.930.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		69

обработки и формы сменной пластины. Значения показателя Q рекомендованные для условий получистовой токарной обработки представлены в таблице;

N - количество вершин сменной многогранной пластины, шт.

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

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

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

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

В таблицу 28 внесем параметры инструмента.

Таблица 28 – Параметры прогрессивного инструмента

Операция	Инструмент	Машинное время, мин	Цена единицы инструмента, руб.	Суммарный период стойкости ин-та, мин	Затраты на переточку инструмента, руб.	Коэффициент убыли	Итого затраты, руб.
1	2	3	4	5	6	7	8
005	Фреза модульная CoroMill 172	5,07	13561 504	224	-	0,90	14,1
	Державка токарная наружная RTJNR 2525M 16 СМП TNMG 160408-FF1 TP2500	3,44	21563 385	181	-	0,90	4,7
	Державка токарная внутренняя A25S PCLNL09 СМП CNMG 090308-M3 TP2500	3,70	19255 391	201	-	0,90	6,8

Окончание таблицы 4

1	2	3	4	5	6	7	8
	Державка токарная внутренняя CNR 0025R14A СМП 14ER 4.2FG CP500	0,53	22563	181	-	0,90	1,8
	Сверло SD203-3.0- 14-6R1	3,63	5632	85	-	0,90	4,1
Итого							31,5

Затраты на оснастку

Затраты на оснастку вычисляем по формуле [12]:

$$Z_{\text{осн}} = \frac{g_p \cdot H_{\text{прс}} \cdot C_{\text{прс}} \cdot N_{\text{ам}}^{\text{прс}}}{N_{\text{год}} \cdot 100}, \quad (29)$$

где g_p – принятое количество оборудования, ($g_p = 3$ шт.);

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

$C_{\text{прс}}$ – стоимость приспособлений, ($C_{\text{прс1}} = 25563$ руб., $C_{\text{прс2}} = 17300$ руб., $C_{\text{прс3}} = 29631$ руб.).

$N_{\text{ам}}^{\text{прс}}$ – норма амортизационных отчислений на приспособления,

$N_{\text{ам}}^{\text{прс}} = 66\%$;

$N_{\text{год}}$ – годовая программа выпуска деталей, $N_{\text{год}} = 520$ шт.

Производим расчет затраты на оснастку по формуле (29):

$$Z_{\text{осн}} = \frac{1 \cdot 1 \cdot (25563 + 17300 + 29631) \cdot 66}{520 \cdot 100} = 92,1 \text{ руб.}$$

Результаты расчетов технологической себестоимости годового объема выпуска детали сводим в таблицу 29.

					ДП 44.03.04.930.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		71

Таблица 29 – Технологическая себестоимость обработки детали

Статьи затрат	Сумма, руб. Базовый вариант	Сумма, руб. Проектируемый вариант
Заработная плата с начислениями	407,7	168,7
Затраты на технологическую электроэнергию	10,7	3,3
Затраты на содержание и эксплуатацию оборудования	18,1	34,3
Затраты на эксплуатацию оснастки	92,1	0
Затраты на инструмент	127,9	31,5
Итого	656,5	237,8

Определение годовой экономии от изменения техпроцесса

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

$$\mathcal{E}_{год} = (C_{б} - C_{пр}) \cdot N_{год}, \quad (30)$$

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

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

$$\mathcal{E}_{год} = (656,5 - 237,8) \cdot 950 = 397765 \text{ руб.}$$

Анализ уровня технологии производства

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

Удельный вес каждой операции определяется по формуле:

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

(31)

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

T – суммарное штучно-калькуляционное время обработки детали.

Производим расчеты удельного веса операции по формуле (31) по базовому варианту:

$$Y_{\text{оп}}(16К30) = \frac{0,95}{1,95} \cdot 100\% = 48,7\%;$$

$$Y_{\text{оп}}(53А11) = \frac{0,59}{1,95} \cdot 100\% = 30,3\%;$$

$$Y_{\text{оп}}(2Н55) = \frac{0,41}{1,95} \cdot 100\% = 21,0\%;$$

По проектируемому варианту:

$$Y_{\text{оп}}(\text{МХ-2100S}) = \frac{0,82}{1,07} \cdot 100\% = 76,6\%.$$

Доля прогрессивного оборудования

Доля прогрессивного оборудования определяется по его стоимости в общей стоимости использования оборудования и по количеству. Удельный вес по количеству прогрессивного оборудования определяется по формуле [12]:

$$Y_{\text{пр}} = \frac{g_{\text{пр}}}{g_{\Sigma}} \cdot 100\%, \quad (32)$$

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

g_{Σ} – общее количество использованного оборудования, $g_{\Sigma}=2$ шт.

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

Определим производительность труда на программных операциях:

$$B = \frac{F_p \cdot k_{\text{вн}} \cdot 60}{t}, \quad (33)$$

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

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

t – штучно-калькуляционное время, мин.

Производительность труда в усовершенствованном техпроцессе:

$$B_{\text{пр.}} = \frac{1682 \cdot 1,2 \cdot 60}{48,98} = 2472,5 \text{ шт/чел.год}$$

					ДП 44.03.04.930.ПЗ	Лист
						73
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Производительность труда в базовом техпроцессе:

$$B_b = \frac{1682 \cdot 1,2 \cdot 60}{117,2} = 1033,3 \text{ м/чел.год}$$

Рост производительности труда:

$$\Delta B = \frac{B_{пр} - B_b}{B_b} \cdot 100\%, \quad (34)$$

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

$$\Delta B = \frac{2472,5 - 1033,3}{1033,3} \cdot 100\% = 139,3\%$$

В таблице 30 представлены технико-экономические показатели проекта.

Таблица 30 - Техничко-экономические показатели проекта

Наименование показателей	Ед. изм.	Значения показателей		Изменение показателей
		базовый вариант	проектный вариант	
Годовой выпуск деталей	шт.	520	950	+430
Количество видов оборудования	шт.	3	1	-2
Количество рабочих	чел.	3	1	-2
Сумма инвестиций	т. руб.		3155,2	
Трудоёмкость обработки одной детали	н/ч	1,95	0,82	-1,13
Технологическая себестоимость одной детали, в том числе:	руб.	656,5	237,8	-418,7
- затраты на инструмент		127,9	31,5	-96,4
- заработная плата рабочих		407,7	168,7	-239,0
Доля прогрессивного оборудования	%	0	100	50
Производительность труда	шт/чел. год	1033,3	2472,5	+1439,2
Рост производительности труда	%	100	239,3	+139,3
Средний коэффициент загрузки оборудования		0,10	0,17	+0,07
Годовой экономический эффект	тыс. руб.		397,765	
Срок окупаемости	лет		8	

Как видно из расчётов себестоимость продукции снижается в 2,76 раза в результате роста производительности труда, повышения загрузки оборудования, сокращения удельных затрат материалов, электроэнергии.

Рост производительности труда обуславливает увеличение объема выпуска продукции с 520 шт. до 950 шт. в год, что при неизменных материальных и трудовых затратах также ведет к снижению себестоимости продукции.

В результате совершенствования технологии механической обработки детали «Шестерня венечная», расчета снижения трудоемкости технологического процесса и роста производительности труда, связанных с внедрением в производство более эффективного металлообрабатывающего оборудования был получен годовой экономический эффект в размере 397,765 т. руб. и срок окупаемости проекта 8 лет.

					ДП 44.03.04.930.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		75

3. МЕТОДИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

Вводная часть

Использование станков с числовым программным управлением резко изменило характер процессов, выполняемых людьми, которые их обслуживают. На их роли в технологическом процессе отразилась высокая автоматизация, возможности быстрой переналадки оборудования.

В настоящей выпускной квалификационной работе совершенствуется технологический процесс изготовления детали «Шестерня вечная». Разработка технологического процесса изготовления детали «Шестерня вечная», предполагает использование современного оборудования с ЧПУ, поэтому в ходе разработки выпускной квалификационной работы необходимо предусмотреть подготовку рабочих, способных вести обработку детали на данном оборудовании – операторов станков с программным управлением, наладчиков станков с программным управлением и операторов-наладчиков обрабатывающих центров с ЧПУ.

Следовательно, в методической части выпускной квалификационной работы рассмотрим особенности и структуру переподготовки рабочих по профессии «Токарь-расточник» 4 разряда на профессию «Оператор обрабатывающих центров с ЧПУ» третьего разряда. Переподготовка ведется на базе негосударственного образовательного частного учреждения дополнительного профессионального образования «Инженерно-технический центр».

Современные станки работают в автоматическом цикле. Программы для их работы разрабатывают инженеры-программисты. Поэтому последовательность операций и перемещение рабочих частей инструмента не зависит непосредственно от станочника. Инструкция оператора станка с ЧПУ четко регламентирует их обязанности:

					ДП 44.03.04.930.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		76

- установка заготовки и снятие ее после обработки;
- периодически нужно проверять размеры деталей на соблюдение стандартов;
- наблюдение за сходом стружки в нужном направлении;
- контроль за состоянием систем станка;
- наблюдение за сигнальными устройствами.

Цель разработки методической части: разработать учебную программу для переподготовки токарей-расточников по профессии «Оператор обрабатывающих центров с ЧПУ» третьего разряда и разработать занятие теоретического обучения для данной переподготовки.

Цель разработки определяет ее следующие задачи:

1. Описать условия организации и поведения учебного процесса на базе негосударственного образовательного частного учреждения дополнительного профессионального образования «Инженерно-технический центр».

2. Провести сравнительный анализ профессиональных стандартов, ориентированных на подготовку по профессии «Оператор обрабатывающих центров с ЧПУ» на уровне третьего разряда.

3. Разработать учебно-тематический план переподготовки фрезеровщиков четвертого разряда по профессии «Оператор обрабатывающих центров с ЧПУ» на уровне третьего разряда.

4. Выбрать тему и разработать по теме перспективно-тематический план.

5. Выбрать занятие и разработать план занятия, план-конспект и методическое обеспечение к учебному занятию – «Общие сведения о программном управлении».

Описание условий обучения в негосударственном образовательном частном учреждении дополнительного профессионального образования «Инженерно-технический центр».

По согласованию с кадровой службой предприятия переподготовка по профессии «Оператор обрабатывающих центров с ЧПУ» ведется на базе

					ДП 44.03.04.930.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		77

негосударственного образовательного частного учреждения дополнительного профессионального образования «Инженерно-технический центр» расположенного в г. Нижний Тагил по адресу Кирова 26.

«Инженерно-технический центр» обладает необходимой материальной базой и преподавательским составом, позволяющим вести обучения по профессии «Оператор обрабатывающих центров с ЧПУ». Образовательная деятельность лицензирована – лицензия на право ведения образовательной деятельности № 3700 от 02 июня 2011 г. Выдана Министерством общего и профессионального образования Свердловской области.

В «Инженерно-технический центр» ведется подготовка последующим профессиям, связанных с механообработкой и сборкой:

Токарь

Фрезеровщик

Слесарь-ремонтник

Оператор станков с программным управлением.

В ходе подготовки по профессии «Оператор обрабатывающих центров с ЧПУ» в «Инженерно-технический центр» предполагается, что оператор производит наладку станка и запускает его в работу.

Обычно машина обрабатывает одну деталь длительное время, поэтому оператор может обслуживать несколько станков или выполнять другие функции с различными инструментами. Это делает работу более интересной, но вместе с тем требует умений планирования работы.

Оператор станков с ПУ должен знать:

- устройство, принципиальные схемы оборудования и взаимодействие механизмов станков с программным управлением, правила их подналадки;
- корректировку режимов резания по результатам работы станка;
- основы электротехники, электроники, механики, гидравлики, автоматике в пределах выполняемой работы;

					ДП 44.03.04.930.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		78

- организацию работ при многостаночном обслуживании станков с программным управлением;
- устройство и правила пользования контрольно-измерительными инструментами и приборами;
- основные способы подготовки программы;
- определение неисправности в станках и системе управления;
- способы установки инструмента в инструментальные блоки;
- способы установки приспособлений и их регулировки;
- приемы, обеспечивающие заданную точность изготовления деталей;
- качества и параметры шероховатости;
- правила чтения чертежей обрабатываемых деталей.

Срок обучения по профессии «Оператор обрабатывающих центров с ЧПУ» в «Инженерно-технический центр» составляет три месяца, а учебный график – 6 дней в неделю. Рабочие дни – по 4 часа в неделю, а суббота – по 8 часов в неделю. При этом на теоретическое обучения отводится 6 недель и 7 недель на производственное обучение после чего следуют квалификационные испытания.

Производственное обучения ведется на предприятии с использованием имеющегося на предприятии оборудования. При этом к обучаемым прикрепляется наставник из опытных работников предприятия.

Обучение программированию ведется непосредственно на базе учебного центра, который имеет учебные рабочие места – 6 мест для подготовки по профессии «Оператор обрабатывающих центров с ЧПУ», оснащенные учебными имитационными стойками Сименс с системой ЧПУ Синомерик 840Di (приведена на рисунке 21).

Стоимость обучения составляет 15000руб, возможен наличный и безналичный платеж, рассрочка.

Помимо этого «Инженерно-технический центр» проводит дистанционное обучение по всем курсам. Для того, чтобы записаться

					ДП 44.03.04.930.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		79

на обучение просто нужно выйти на дистанционный портал «Инженерно-технический центр» и обязательно указать, что необходимо обучение по дистанционной форме обучения, после чего обучаемый получает индивидуальный логин и пароль для доступа к portalу.



Рисунок 21 – Оборудование для обучения операторов программированию

Таким образом, «Инженерно-технический центр» новый проект команды профессионалов, которые в условиях конкуренции и кризиса вывели на рынок «Инженерно-технический центр» спроектировали и организовали дополнительное профессиональное образование в соответствии с требованиями надзорных органов, получили признание предприятий и организаций г. Екатеринбурга, Свердловской области и других регионов России как добросовестного и социально ориентированного.

Анализ профессионального стандарта

Однозначно близким профессиональным стандартом для переподготовки по профессии «Оператор обрабатывающих центров с ЧПУ» является Профессиональный стандарт «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ» № 530н от 4 августа 2014.

Согласно данному стандарту, основная цель вида профессиональной деятельности: Наладка и подналадка обрабатывающих центров с программным управлением, обработка деталей

Вид трудовой деятельности - 7223 Станочники на металлообрабатывающих станках, наладчики станков и оборудования.

Отнесение к видам экономической деятельности:

25 Производство резиновых и пластмассовых изделий

27 Металлургическое производство

29 Производство машин и оборудования

34 Производство автомобилей, прицепов и полуприцепов

35 Производство судов, летательных и космических аппаратов и прочих транспортных средств

36.1 Производство мебели

Возможные наименования должностей

Наладчик обрабатывающих центров (4-й разряд)

Оператор обрабатывающих центров (4-й разряд)

Оператор-наладчик обрабатывающих центров (4-й разряд)

Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ 2-й квалификации

Оператор обрабатывающих центров с ЧПУ 2-й квалификации

Наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ 2-й квалификации

Рассмотрим обобщенные трудовые функции, представленные в данном Профессиональном стандарте.

В таблице 31 приведено описание трудовых функций оператора-наладчика обрабатывающих центров с ЧПУ в соответствии с

профессиональным стандартом.

Таблица 31 - Описание трудовых функций оператора-наладчика обрабатывающих центров с ЧПУ в соответствии с профессиональным стандартом

					ДП 44.03.04.930.ПЗ	Лист
						81
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Обобщенные трудовые функции			Трудовые функции	
1	2	3	4	5
ММ Код	Наименование	Уровень квалифи- кации	Наименование	Уровень (подуровень) квалификации
МА	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 поверхностей 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
			В	Наладка на холостом ходу и в рабочем режиме обрабатывающих центров с программным управлением для

Окончание таблицы 31

1	2	3	4	5
В	обработки деталей, требующих перестановок и комбинированного их крепления; обработка деталей средней сложности	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

Деталь, рассматриваемая в дипломном проекте, может быть отнесена к деталям невысокой степени сложности, поэтому далее проанализируем первую обобщенную трудовую функцию – «Наладка и подналадка обрабатывающих центров с программным управлением для обработки простых и средней сложности деталей; обработка простых и сложных деталей». Анализ приведен в таблице 32.

В дипломной проекте рассматривается деталь высокой степени сложности, требующая высокого уровня сформированности умений программирования обработки, поэтому остановимся на первой трудовой функции – «Программирование станков с числовым программным управлением (ЧПУ)», которая должна быть сформирована на втором уровне (подуровне) квалификации. Анализ приведен в таблице 33.

Таблица 32 – Анализ обобщенной трудовой функции «Наладка и подналадка обрабатывающих центров с программным управлением для обработки простых и средней сложности деталей; обработка простых и сложных деталей»

Наименование	Наладка и подналадка обрабатывающих центров с программным управлением для обработки простых и средней сложности деталей; обработка простых и сложных деталей		Код	А	Уровень квалификации	3
Возможные наименования должностей	Наладчик обрабатывающих центров (4-й разряд) Оператор обрабатывающих центров (4-й разряд) Оператор-наладчик обрабатывающих центров (4-й разряд) Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ 2-й квалификации Оператор обрабатывающих центров с ЧПУ 2-й квалификации Наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ 2-й квалификации					
Требования к образованию и обучению	Среднее профессиональное образование – программы подготовки квалифицированных рабочих (служащих)					
Требования к опыту практической работы	-					
Особые условия допуска к работе	Прохождение обязательных предварительных (при поступлении на работу) и периодических медицинских осмотров (обследований), а также внеочередных медицинских осмотров (обследований) в установленном законодательством Российской Федерации порядке					
	Прохождение работником инструктажа по охране труда на рабочем месте					
Дополнительные характеристики						
Наименование классификатора	код	Наименование базовой группы, должности (профессии) или специальности				
ОКЗ	7223	Станочники на металлообрабатывающих станках, наладчики станков и оборудования				
ЕТКС	§44	Наладчик станков и манипуляторов с программным управлением 4-й разряд				
ОКНПО	010703	Наладчик станков и манипуляторов с программным управлением				

Таблица 33 – Анализ трудовой функции – «Программирование станков с числовым программным управлением (ЧПУ)»

Наименование	Программирование станков с числовым программным управлением (ЧПУ)	Код	A/01.2	Уровень (подуровень) квалификации	3
Трудовые действия	Корректировка чертежа изготавливаемой детали				
	Выбор технологических операций и переходов обработки				
	Выбор инструмента				
	Расчет режимов резания				
	Определение координат опорных точек контура детали				
	Составление управляющей программы				
Необходимые умения	Программировать станок в режиме MDI (ручной ввод данных)				
	Изменять параметры стойки ЧПУ станка				
	Корректировать управляющую программу в соответствии с результатом обработки деталей				
Необходимые знания	Система допусков и посадок, степеней точности; качества и параметры шероховатости				
	Параметры и установки системы ЧПУ станка				
	Наименование, стандарты и свойства материалов, крепежных и нормализованных деталей и узлов				
	Способы и правила механической и электромеханической наладки, устройство обслуживаемых одностипных станков				
	Системы управления и структура управляющей программы обрабатывающих центров с ЧПУ				
	Правила проверки станков на точность, на работоспособность и точность позиционирования				
	Устройство, правила проверки на точность одностипных обрабатывающих центров с ЧПУ				
	Устройство и правила применения универсальных и специальных приспособлений, контрольно-измерительных инструментов, приборов и инструментов для автоматического измерения деталей				
	Правила настройки и регулирования контрольно-измерительных инструментов и приборов				
	Правила заточки, доводки и установки универсального и специального режущего инструмента				
	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					
Другие характеристики	Выполнение работ под руководством наладчика более высокой квалификации				
	Наличие II квалификационной группы по электробезопасности				

Рассмотренная трудовая функция стала основой для формирования тематического плана переподготовки токарей по профессии оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ на базе «Инженерно-технический центр», который анализируется в следующем параграфе.

Разработка учебно-тематического плана переподготовки по профессии «Оператор обрабатывающих центров с ЧПУ» «Инженерно-технический центр»

Срок обучения по профессии «Оператор обрабатывающих центров с ЧПУ» в «Инженерно-технический центр» составляет три месяца, а учебный график – 6 дней в неделю. Рабочие дни – по 4 часа в неделю, а суббота – по 6 часов в неделю. При этом на теоретическое обучения отводится 6 недель и 6 недель на производственное обучение, после чего следуют квалификационные испытания.

Исходя из учебного графика на теоретическое обучение на базе «Инженерно-технический центр» отведено 156 часов, а на производствен обучение на базе предприятия – 6 недель по 40 часов в неделю – 240 часов и 6 часов на квалификационные испытания. Итого общее число учебных часов составляет 402 часа, что в целом соответствует затратам времени на подготовку по профессии «Оператор станков с ПУ» по старым нормативам. Учебно-тематический план переподготовки по профессии «Оператор обрабатывающих центров с ЧПУ» приведен в таблице 34.

Базовые профессии – фрезеровщик. Уровень квалификации оператора после переподготовки – 3 разряд.

					ДП 44.03.04.930.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		86

Таблица 34 – Учебно-тематический план переподготовки оп 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
<i>Теоретическое обучение (на базе НОЧУ ДПО «Институт опережающего образования»)</i>	156	94	62	
Охрана труда и пожарная безопасность	4	4	-	Тестирование
Допуски, посадки, технические измерения	8	8	-	Тестирование
Техническое черчение	12	4	8	Проверка чертежей
Основы материаловедения	12	8	4	Контрольные задания
Основы механики	8	8	-	Тестирование
Основы электротехники и электроники	12	8	4	Тестирование
Основы гидравлики	6	6	-	Тестирование
Металлорежущие инструменты для станков с ЧПУ	18	6	12	Контрольные задания
Оснастка для станков с ЧПУ	12	6	6	Контрольные задания
Основы технологии машиностроения	18	8	10	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
<i>Теоретическое обучение (на базе предприятия)</i>	240	16	224	
Устройство обрабатывающего центра с ЧПУ. Система координат.	16	2	14	Контрольные задания
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

Окончание таблицы 34

1	2	3	4	5
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
ИТОГО по курсу	402	110	286	

В таблице 35 показана взаимосвязь тематики обучения с требованиями профессионального стандарта, обусловленными теми трудовыми действиями, которые выполняет рабочий по профессии «Оператор обрабатывающих центров с ЧПУ»

Таблица 35 - Взаимосвязь тематики обучения с требованиями профессионального стандарта

Тематика обучения	Трудовые действия	Требования профессионального стандарта
Теоретическое обучение		Необходимые знания
1	2	3
Охрана труда и пожарная безопасность		Правила и нормы охраны труда, производственной санитарии и пожарной безопасности Требования по рациональной организации труда на рабочем месте Правила пользования средствами индивидуальной защиты
Допуски, посадки, технические измерения	Корректировка чертежа изготавливаемой детали	Система допусков и посадок, степеней точности; качества и параметры шероховатости Правила настройки и регулирования контрольно-измерительных инструментов и приборов

Продолжение таблицы 35

1	2	3
		Устройство и правила применения универсальных и специальных приспособлений, контрольно-измерительных инструментов, приборов и инструментов для автоматического измерения деталей
Техническое черчение	Корректировка чертежа изготавливаемой детали Определение координат опорных точек контура детали	Система допусков и посадок, степеней точности; качества и параметры шероховатости Наименование, стандарты и свойства материалов, крепежных и нормализованных деталей и узлов Требования, предъявляемые к качеству выполняемых работ
Основы материаловедения	Корректировка чертежа изготавливаемой детали	Наименование, стандарты и свойства материалов, крепежных и нормализованных деталей и узлов
Основы механики	Корректировка чертежа изготавливаемой детали	Наименование, стандарты и свойства материалов, крепежных и нормализованных деталей и узлов
Основы электротехники и электроники	Составление управляющей программы	Основы электротехники, электроники, гидравлики и программирования в пределах выполняемой работы
Основы гидравлики	Корректировка чертежа изготавливаемой детали	Основы электротехники, электроники, гидравлики и программирования в пределах выполняемой работы
Металлорежущие инструменты для станков с ЧПУ	Выбор инструмента	Правила заточки, доводки и установки универсального и специального режущего инструмента
Оснастка для станков с ЧПУ	Расчет режимов резания	Устройство и правила применения универсальных и специальных приспособлений, контрольно-измерительных инструментов, приборов и инструментов для автоматического измерения деталей
Основы технологии машиностроения	Выбор технологических операций и переходов обработки Расчет режимов резания	Требования, предъявляемые к качеству выполняемых работ Виды брака и способы его предупреждения и устранения

Продолжение таблицы 35

1	2	3
Устройство станков с ЧПУ	Составление управляющей программы	Способы и правила механической и электромеханической наладки, устройство обслуживаемых одностипных станков Параметры и установки системы ЧПУ станка
Основы программного управления станками с ЧПУ	Корректировка чертежа изготавливаемой детали Составление управляющей программы	Параметры и установки системы ЧПУ станка Системы управления и структура управляющей программы обрабатывающих центров с ЧПУ
Проверка станков на точность	Составление управляющей программы	Правила проверки станков на точность, на работоспособность и точность позиционирования Устройство, правила проверки на точность одностипных обрабатывающих центров с ЧПУ
Практическое обучение		Необходимые умения
Система управления обрабатывающим центром с ЧПУ	Расчет режимов резания	Программировать станок в режиме MDI (ручной ввод данных)
Установка заготовки и привязка ноля детали.	Корректировка чертежа изготавливаемой детали Определение координат опорных точек контура детали Выполнение работ под руководством наладчика более высокой квалификации	Изменять параметры стойки ЧПУ станка
Установка и привязка инструмента	Выбор технологических операций и переходов обработки Выполнение работ под руководством наладчика более высокой квалификации	Изменять параметры стойки ЧПУ станка
Токарная обработка деталей на обрабатывающем центре с ЧПУ	Выбор технологических операций и переходов обработки Составление управляющей программы Выполнение работ под руководством наладчика более высокой квалификации	Корректировать управляющую программу в соответствии с результатом обработки деталей

Окончание таблицы 35

1	2	3
Фрезерная обработка деталей на обрабатывающем центре с ЧПУ	Выбор технологических операций и переходов обработки Составление управляющей программы Выполнение работ под руководством наладчика более высокой квалификации	Корректировать управляющую программу в соответствии с результатом обработки деталей
Токарно-фрезерная обработка деталей на обрабатывающем центре с ЧПУ	Выбор технологических операций и переходов обработки Составление управляющей программы Выполнение работ под руководством наладчика более высокой квалификации	Корректировать управляющую программу в соответствии с результатом обработки деталей
Особенности многоинструментальной обработки на станке с ЧПУ	Выбор технологических операций и переходов обработки Составление управляющей программы Выполнение работ под руководством наладчика более высокой квалификации	Корректировать управляющую программу в соответствии с результатом обработки деталей

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

Анализ содержания темы «Основы программного управления станками с ЧПУ» и перспективно-тематическое планирование учебного процесса

Тема «Основы программного управления станками с ЧПУ» согласно учебно-тематическому плану изучается в течение 24 часов, причем 12 часов – теоретическое и 12 часов – практическое обучение.

Это составляет 6 занятий теоретического обучения и 6 занятий практического обучения. Рассмотрим содержание темы в распределение часов на теоретическое и практическое обучение (таблица 36).

Таблица 36 – Содержание темы «Основы программного управления станками с ЧПУ» и количество часов

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
Общие сведения о программном управлении (код ISO-7bit: основные G-коды, M-функции, специальные коды управляющих программ для системы ЧПУ Fanuc, системы координат, способы создания управляющих программ).	2	2
Интерфейс и управление в системе ЧПУ Fanuc (Управляющее окно системы ЧПУ Fanuc, основные опции окна, функции, управляющие кнопки. Режимы работы системы ЧПУ Fanuc. Основные вкладки управляющего окна и способы работы с ними).	2	2
Программирование токарной обработки в системе ЧПУ Sinumerik (Разработка управляющих программ. Специальные циклы программирования токарной обработки в системе ЧПУ Fanuc: их параметры и способы применения. Графический редактор в системе ЧПУ Fanuc и работа с ним).	2	2
Программирование фрезерной обработки в системе ЧПУ Sinumerik (Разработка управляющих программ. Специальные циклы программирования фрезерной обработки в системе ЧПУ Fanuc: их параметры и способы применения. Графический редактор в системе ЧПУ Fanuc и работа с ним).	2	2
Программирование токарно-фрезерной обработки в системе ЧПУ Fanuc (Разработка управляющих программ. Специальные функции преобразования осей, изменения мастер-шпинделей при программировании токарно-фрезерной обработки в системе ЧПУ Fanuc: их параметры и способы применения. Графический редактор в системе ЧПУ Fanuc и работа с ним).	2	2
ИТОГО	12	12
ВСЕГО	24	

Рассмотренная тема ориентирована на формирования умения разрабатывать и корректировать управляющие программы обработки деталей на одноконтурных обрабатывающих центрах с ЧПУ, входящего в анализируемую трудовую функцию. Далее 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 учебного процесса может быть предложено множество педагогических проектов, отвечающих различным индивидуальным (то есть своеобразным, присущим каждому педагогу) методическим системам.

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 предприятие. Умение проводить расчеты целесообразно формировать на уроках закрепления и совершенствования знаний и умений.

- при выборе методов обучения. Для обеспечения ознакомительного уровня не следует прибегать к проблемным методам, 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 учащихся важно определить источник знаний и умений. Очевидно, что научить учащихся расчетам расхода материалов на изготовление единицы продукции можно только методом упражнений, так как объяснение и показ не позволят достигнуть уровня умений, ограничивая усвоение только

					ДП 44.03.04.930.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		93

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 37.

Таблица 37 - 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 Fanuc	дидактические: сформировать у обучаемых знания: - основных типов систем ЧПУ, особенностей системы ЧПУ Fanuc воспитательные: - воспитывать бережное отношение к оборудованию, развивающие: - развивать внимание, память, способность систематизировать факты	рассказ, беседа, демонстрация презентации, самостоятельная работа по заполнению рабочей тетради	Лекция	Проектор, ноутбук, презентация, рабочая тетрадь
2 (2 часа)	Схема системы ЧПУ Fanuc	дидактические: сформировать у обучаемых знания: - основных типов систем ЧПУ, особенностей кода ISO-7bit - умения анализировать	рассказ, демонстрация презентации, самостоятельная работа по выполнению практического задания по составлению схемы системы	Практическое занятие	Проектор, ноутбук, Презентация, задания для занятия, открытая модель системы ЧПУ Sinumerik

Продолжение таблицы 37

1	2	3	4	5	6
		<p>типовую схему системы ЧПУ Fanuc</p> <p>воспитательные:</p> <ul style="list-style-type: none"> - воспитывать бережное отношение к оборудованию, развивающие: - развивать волю при выполнении работы 	ЧПУ Sinumerik		
3 (2 часа)	Общие сведения о программном управлении	<p>дидактические: сформировать у обучающихся знания:</p> <ul style="list-style-type: none"> - кода ISO-7bit, способов создания УП в системе ЧПУ Fanuc <p>воспитательные:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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	<p>дидактические: сформировать у обучающихся знания:</p> <ul style="list-style-type: none"> - кода ISO-7bit, способов создания УП в системе ЧПУ Fanuc <p>- умения составлять УП в G-кодах вручную, без использования спец. циклов</p> <p>воспитательные:</p>	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

Окончание таблицы 37

1	2	3	4	5	6
		<ul style="list-style-type: none"> - воспитывать бережное отношение к оборудованию, развивающие: - развивать волю при выполнении работы 			
5 (2 часа)	Интерфейс системы ЧПУ Sinumerik	<p>дидактические: сформировать у обучаемых знания:</p> <ul style="list-style-type: none"> - управляющих окон системы ЧПУ Fanuc, управляющих кнопок и режимов работы. <p>воспитательные:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 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
6 (2 часа)	Работа и окнами системы ЧПУ Sinumerik	<p>дидактические: сформировать у обучаемых знания:</p> <p>управляющих окон системы ЧПУ Fanuc,</p> <p>управляющих кнопок и режимов работы</p> <ul style="list-style-type: none"> - умения работать с различными окнами системы. <p>воспитательные:</p> <ul style="list-style-type: none"> - воспитывать бережное отношение к оборудованию, развивающие: - развивать волю при выполнении работы 	рассказ, демонстрация презентации, самостоятельная работа по выполнению практического задания работе с окнами в системе ЧПУ Fanuc	Практическое занятие	Проектор, ноутбук, презентация, компьютер с системой ЧПУ Sinumerik

Разработка плана учебного занятия по теме «Общие сведения о программном управлении»

Тема занятия «Общие сведения о программном управлении»»

Тип занятия – лекция (изучение новых знаний).

Цели учебного занятия:

Дидактические:

- сформировать знания о принципах составления УП в системе ЧПУ Fanuc;

- сформировать знания основных кодов и функций кода ISO-7bit;

- сформировать знания способов создания УП в системе ЧПУ Fanuc.

.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 38.

					ДП 44.03.04.930.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		97

Таблица 38 – План учебного занятия по теме «Общие сведения о программном управлении»

Этап урока	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. Задает 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, а также презентацию учебного материала к данному занятию, которая приведена в приложении на диске.

Предлагаемая форма работы способствует обеспечению полного единства педагогической теории и творческой педагогической практики; 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.

Сценарий учебного занятия представим в виде таблицы (таблица 39).

Таблица 39 – Сценарий учебного занятия по теме «Общие сведения о программном управлении».

Этап урока	Деятельность преподавателя	Описание методики осуществления учебных действий
1	2	3
1. Организационный этап (5 минут);	«Здравствуйте, дорогие друзья; заняли свои места; прекратили разговоры; поприветствовали преподавателя; присаживайтесь. Сделаем переключку; в это время не разговаривать, чтобы я слышал ответы учащихся, уберите со столов лишнее, приготовьте тетради, ручки».	Взаимное приветствие педагога и учащихся, проверка отсутствующих, (воспитание дисциплины; строгий голос, но в то же время доброжелательный настрой педагога и учащихся). Дать учащимся почувствовать, что педагог намерен работать продуктивно, без раскачки и соблюдение дисциплины обязательное условие для всех.
2. Мотивационный этап (5 минут);	«Напоминаю, что у нас действует система, когда каждый учащийся может набирать баллы в течение урока и получить итоговую оценку. Старайтесь использовать любую возможность, чтобы опередить других».	Объяснить требования к работе на уроке (методика создания рабочего настроения, дисциплины, добросовестного отношения к учебе).
3. Актуализация опорных понятий (15 минут);	Сегодня мы займемся изучением системы ЧПУ Sinumerik, но сначала мы вспомним материал предыдущего урока: Вопрос 1 для чего используется программное управление? Ответ: Обеспечения точных перемещений по УП Вопрос 2. Как по марке определить группу и тип станка? Ответ. Первая цифра в марке – группа, вторая цифра – тип. Вопрос 3. Какие основные виды систем ЧПУ Вы можете назвать? Ответ. Системы ЧПУ CNS, DNC, PNC. Вопрос 4. Приведите примеры деталей типа тел вращения Ответ. Валы, втулки, колеса, катки, валики.	Перейти к актуализации опорных знаний. Проводить устный фронтальный опрос. Вопрос задавать 2 раза, добиться, чтобы все учащиеся включились в работу. Выйти на середину аудитории, активизировать учащихся на последних столах. После каждого вопроса выходить в центр аудитории, ответы повторять и дополнять с помощью учащихся. Наблюдать и фиксировать кто и как отвечает на вопросы. Оценить самостоятельность,

Продолжение таблицы 39

1	2	3
	<p>Вопрос 5. Какие инструменты используют на станках с ЧПУ?</p> <p>Ответ. Токарные резцы, осевые инструменты для обработки отверстий, резьбонарезные инструменты. Иногда специальный инструмент – накатники, шариковые оправки.</p> <p>Молодцы. Я вижу, вы хорошо усвоили материал предыдущего занятия.</p>	<p>подсказывание, подглядывание, активность и пассивность.</p> <p>Вовремя опроса проходить в вдоль рядов, фиксируя чем занимаются учащиеся, при необходимости сделать замечания и спросить ответ на следующий вопрос.</p> <p>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.</p> <p>Чтобы произвести обработку на станке с ЧПУ необходимо иметь управляющую программу (УП), которую можно написать вручную или автоматизировано с помощью САМ системы. Согласно ГОСТ20523-80 УП – это совокупность команд на языке программирования, соответствующая заданному алгоритму функционирования станка по обработке конкретной заготовки. Совокупность команд с заданным форматом и определенным набором правил функционирования, используемая для записи информации, называется кодом программирования. Например, буквенно-цифровой код БЦК5 использовался для записи информации на пятидорожечную перфоленту. Носители информации на основе перфоленты или перфокарт уже давно не используются, поэтому данный код также не актуален.</p> <p>Управляющая программа обработки детали представляет собой траекторию движения центра фрезы. Траектория движения состоит из отдельных, соединяющихся друг с другом участков, линейных или дуговых.</p> <p>Точки, которые задают траекторию, называются опорными.</p>	<p>Слайд 1. Название темы урока.</p> <p>Учащиеся записывают тему в тетрадь.</p> <p>Слайд 2. Программа для обработки детали на станке с ЧПУ.</p> <p>Комментарии слайда.</p> <p>Учащиеся заполняют рабочую тетрадь.</p> <p>Слайд 3. Код ИСО 7 бит.</p> <p>Комментарии слайда.</p> <p>Учащиеся заполняют рабочую тетрадь.</p>

Продолжение таблицы 39

1	2	3
	<p>В действительности управляющая программа – это последовательный набор опорных точек. Опорные точки могут лежать в плоскости, для их задания используется две координаты (двух координатная обработка) или в пространстве (объемная трех координатная обработка).</p> <p>Программа, написанная с использованием G-кода, имеет жесткое строение. Все команды управления объединяются в кадры — группы, состоящие из одной или более команд. Кадр завершается символом перевода строки (CR/LF) и имеет номер, за исключением первого кадра программы и комментариев. Первый (а в некоторых случаях ещё и последний) кадр содержит только один знак «%». Завершается программа командой M02 или M30. Комментарии к программе размещаются в круглых скобках, как после программных кодов, так и в отдельном кадре.</p> <p>Порядок команд в кадре строго не оговаривается, но традиционно предполагается, что первыми указываются подготовительные команды (например, выбор рабочей плоскости), затем команды перемещения, затем выбора режимов обработки и технологические команды.</p> <p>Для программирования современного оборудования используется буквенно-цифровой код ИСО 7 бит (ISO 7 bit), разработанный в начале 60-х годов компанией Electronic Industries Alliance с финальной доработкой в начале 80-х годов. Также известен как G или CNC код. В СССР регламентировался ГОСТ 20999-83. Основные единицы данного кода – G и M команды. Функции с адресом (префиксом) G – называются подготовительными и определяют режим и условия работы станка и системы ЧПУ.</p>	<p>Слайд 4. Основные единицы кода ИСО 7 бит. Комментарии слайда. Учащиеся заполняют рабочую тетрадь.</p> <p>Слайд 5. Базовые G-коды ISO-7bit. Комментарии слайда. Учащиеся заполняют рабочую тетрадь.</p> <p>Слайд 6. Базовые G-коды ISO-7bit. Комментарии слайда. Учащиеся заполняют рабочую тетрадь.</p> <p>Слайд 7. Базовые G-коды ISO-7bit. Комментарии слайда. Учащиеся заполняют рабочую тетрадь.</p>

Продолжение таблицы 39

1	2	3
	<p>Стандартные подготовительные функции лежат в диапазоне G00-G99. G00...G09 – команды общего порядка, позиционирование, линейная или круговая интерполяция; G10...G39 – особенности непрерывной обработки; выбор осей, плоскостей, видов интерполяции; В таблице ниже приведены основные подготовительные функции. G00 – ускоренное перемещение (холостой ход); G01 – линейное перемещение (рабочий ход); G02 – круговая интерполяция с движением по часовой стрелке; G03 - круговая интерполяция с движением по против часовой стрелки; G04 – останов выполнения программы на заданное время; G17 – рабочая плоскость XY; G18 – рабочая плоскость XZ; G19 – рабочая плоскость YZ; G40 – отмена коррекции на радиус инструмента; G41 – коррекция на радиус инструмента слева от контура; G42 - коррекция на радиус инструмента справа от контура; G43 – коррекция на длину инструмента положительная; G44 – коррекция на длину инструмента отрицательная; G49 – отмена коррекции на длину; G53 - программирование в системе координат станка; G54...G59 – установка рабочей системы координат; G70 – программирование перемещений в дюймах; G71 – программирование перемещений в мм; G80 – отмена циклов сверления; G81...G89 – циклы сверления; G90 – задание перемещений в абсолютных координатах;</p>	<p>Слайд 8. Базовые G-коды ISO-7bit. Комментарии слайда. Учащиеся заполняют рабочую тетрадь.</p> <p>Слайд 9. Базовые G-коды ISO-7bit. Комментарии слайда. Учащиеся заполняют рабочую тетрадь.</p> <p>Слайд 10. Базовые G-коды ISO-7bit. Комментарии слайда. Учащиеся заполняют рабочую тетрадь.</p> <p>Слайд 11. Базовые G-коды ISO-7bit. Комментарии слайда. Учащиеся заполняют рабочую тетрадь.</p>

Продолжение таблицы 39

1	2	3
	<p>G91 – задание перемещений в приращениях от предыдущего значения; G94 - задание скорости перемещения (подачи) в мм/мин; G95 - задание скорости перемещения (подачи) в мм/об; G97 - обороты в минуту; Между собой G-коды выделяются в отдельные группы, в пределах которых действие одной функции может отменяться другой, например ускоренное перемещение G00 действует до тех пор, пока в программе не встретится другая функция этой группы G01, G02 или G03. Не допускается использование в одном кадре нескольких функций из одной группы. Функции с адресом (префиксом) M – называются вспомогательными и предназначены для управления различными устройствами станка, например вкл/выкл шпиндель, охлаждение и т.д.</p> <p>M00 – программируемый останов, без потери информации; M02 – конец программы, модальные функции сохраняются; M03 – вкл. шпинделя по часовой стрелке; M04 - вкл. шпинделя против часовой стрелке; M05 – выкл. шпинделя; M06 – сменить инструмент; M08 – вкл. охлаждение; M09 – выкл. охлаждение; M10 – зажим поворотной оси; M11 – разжим поворотной оси; M30 - конец программы, модальные функции отменяются; Подпрограммы могут быть описаны после команды M02, но до M30. Начинается подпрограмма с кадра вида Lxx, где xx — номер подпрограммы, заканчивается командой M17. На практике для перемещения инструмента системе ЧПУ не</p>	<p>Слайд 12. Базовые M-функции ISO-7bit. Комментарии слайда. Учащиеся заполняют рабочую тетрадь.</p> <p>Слайд 13. Базовые M-функции ISO-7bit.. Комментарии слайда. Учащиеся заполняют рабочую тетрадь.</p> <p>Слайд 14. Базовые M-функции ISO-7bit. Комментарии слайда. Учащиеся заполняют рабочую тетрадь.</p> <p>Слайд 15. Программирование линейных перемещений. Комментарии слайда. Учащиеся заполняют рабочую тетрадь.</p> <p>Слайд 16. Линейный интерполятор. Комментарии слайда. Учащиеся заполняют рабочую тетрадь.</p>

Окончание таблицы 39

1	2	3
	<p>достаточно только опорных точек, необходимо более детальное ее представление. Для расчета промежуточных точек и выдачи команд движения по линейным осям используется специальное вычислительное устройство - интерполятор. Интерполяторы делятся на линейные и круговые. Линейный интерполятор используется для отработки прямолинейного движения инструмента. На входе в интерполятор поступает информация о координатах опорных точек, на выходе для каждой координаты формируется последовательность импульсов необходимых для отработки заданной геометрии. Линейный интерполятор позволяет обрабатывать только прямолинейные движения. Однако обеспечить точное соответствие перемещения вдоль заданной прямой достаточно сложно. Итоговая траектория перемещения приближенно напоминает ломаную линию (рисунок ниже).</p>	<p>Слайд 17. Программирование круговых перемещений. Комментарии слайда. Учащиеся заполняют рабочую тетрадь.</p> <p>Слайд 18. Круговая интерполяция. Комментарии слайда. Учащиеся заполняют рабочую тетрадь.</p>
<p>5. Заключительный этап (15 минут).</p>	<p>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.</p>	<p>Осведомляется о наличии вопросов и отвечает на вопросы учащихся с привлечением слайдов презентации. Учащиеся работают с краткими тестами.</p>

Разработка методического обеспечения

Также разработаем учебную презентацию, которая используется как средство интерактивной технологии обучения операторов обрабатывающих центров с ЧПУ.

Мультимедийные презентации используются для того, чтобы

выступающий смог на большом экране или мониторе наглядно продемонстрировать дополнительные материалы к своему сообщению: видеозапись химических и физических опытов, снимки полевых изысканий, чертежи зданий и сооружений, календарные графики замеров температуры и др. Эти материалы могут также быть подкреплены соответствующими звукозаписями.

Учебная компьютерная презентация – программное средство, которое приоритетно используется для сопровождения объяснения нового материала, педагогически целесообразно представляет содержание учебного материала в наглядном виде и обеспечивает реализацию методической системы учителя.

Учебная компьютерная презентация является эффективным средством повышения качества обучения в школе 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.

Рекомендации по созданию презентации. общие требования к презентации: презентация не должна быть меньше 10 слайдов.

Первый лист – это титульный лист, на котором обязательно должны

					ДП 44.03.04.930.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		105

быть представлены: название проекта; название выпускающей организации; фамилия, имя, отчество автора; учреждение, где работает автор 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-эргономические требования: сочетаемость цветов, ограниченное количество объектов на слайде, цвет текста.

В презентации необходимы импортированные объекты из существующих цифровых образовательных ресурсов. 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 ИКТ);

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.

Заключение

В настоящей выпускной квалификационной работе совершенствуется технологический процесс изготовления детали «Шестерня венечная», поэтому в методической части проведен анализ Профессионального стандарта № 530н «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ» и проведено педагогическое проектирование учебного процесса по теме «Основы программного управления станками с ЧПУ». Занятия ведутся на базе «Инженерно-технический центр», расположенного в г. Нижний Тагил по адресу ул. Кирова 26. В выпускной квалификационной работе разработан перспективно-тематический план, выделено учебное занятие по теме «Общие сведения о программном управлении», разработан план учебного занятия и презентация в качестве методического обеспечения учебного занятия, как основное средство реализации интерактивной образовательной технологии.

Таким образом, в методической части решены все задания педагогического проектирования, предусмотренные во введении.

					ДП 44.03.04.930.ПЗ	Лист
						107
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, в дипломном проекте был усовершенствован технологический процесс механической обработки детали «Шестерня вечная» в условиях серийного производства с использованием оборудования с ЧПУ.

В усовершенствованной технологии применяется современный высокопроизводительный токарно-фрезерный обрабатывающий центр с программным управлением.

Это позволило сократить время механической обработки, уменьшить тяжесть труда привлеченных к обработке детали рабочих.

Также была разработана управляющая программа на комплексную операцию на ОЦ с ЧПУ.

В экономической части дипломного проекта были определены единовременные вложения, себестоимость обработки детали по проектному варианту. Согласно расчетам, экономический эффект составил 397,765 т. руб. в год.

В методической части проекта была разработана методика проведения урока теоретического обучения для операторов станков с ЧПУ.

					ДП 44.03.04.930.ПЗ	Лист
						108
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

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

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

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

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

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

6. 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.

7. 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.

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

9. Методические указания по выполнению экономической части дипломных работ. – Екатеринбург: Изд-во Рос. гос. проф.-пед. ун-та, 2002. 16 с.

					ДП 44.03.04.930.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		109

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

11. Руденко П.А. Проектирование технологических процессов в машиностроении. Киев: Высшая шк. 1985. 255 с.

12. Руденко П. А. и др. Проектирование и производство заготовок в машиностроении: Учеб. пособие/ П. А, Руденко. Ю. А, Харламов, В. М. Плескач; Под общ. ред. Плескача. - К.: Высшая шк., 1991. 247 с.

13. Скакун В. А. Преподавание общетехнических и специальных предметов в средних ПТУ: Метод. пособие.- М.: Высш. шк., 1987.- 272 с. 46. СП 5160-89 Санитарные правила для механических цехов (обработка металлов резанием)

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

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

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

17. Технология машиностроения/ Маталин А.А. 1985г

18.Технология машиностроения: В 2 кн. Кн.1. Основы технологии машиностроения: Учеб. пособ. для вузов/ Э.Л. Жуков, И.И. Козарь, С.Л. Мурашкин и др.; Под. ред. С.Л. Мурашкина. - 2 - е изд., доп. – М.: Высш. шк., 2005. 278 с.: ил.

19. Технология машиностроения: В 2 кн. Кн.2. Производство деталей машин: Учеб. пособ. для вузов/ Э.Л. Жуков, И.И. Козарь, С.Л. Мурашкин и др.; Под. ред. С.Л. Мурашкина. - 2 - е изд., доп. – М.: Высш. шк., 2005. 295 с.: ил.

20. Электронный каталог «Seco», Токарная обработка, 2015 г.

21. Электронный каталог «Seco», Обработка отверстий, 2015 г.

22. Электронный каталог «Seco», Цельные концевые фрезы, 2015 г.

23. Электронное руководство по эксплуатации Sinumeric D820/D840 для системы многоцелевого станка.

					ДП 44.03.04.930.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		110

25. <http://www.splav.kharkov.com>
26. <https://cftech.ru/machine/puma-mx2600-series/>
27. <http://poliformdetal.com/materialy-dlya-kokilej-3/>
28. [http://www.metalurgu.ru/content/view/317/21833.](http://www.metalurgu.ru/content/view/317/21833)
29. <http://www.sib.perytone.ru/metal/309/1953/>
30. [https://www.sandvik.coromant.com/en-gb/pages/default.aspx.](https://www.sandvik.coromant.com/en-gb/pages/default.aspx)

					ДП 44.03.04.930.ПЗ	Лист
						111
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Приложение Б

Перечень листов графических документов

Наименование документа	Обозначение документа	Формат	Кол-во листов	Примечание
1.Шестерня венечная Штамповка	ДП 44.03.04.930.01	A2	1	
2.Шестерня венечная	ДП 44.03.04.930.02	A1	1	
3. Иллюстрация техпроцесса	ДП 44.03.04.930.Д01	A1	1	
4. Иллюстрация техпроцесса	ДП 44.03.04.930.Д02	A1	1	
5. Иллюстрация техпроцесса	ДП 44.03.04.930.Д03	A2	1	
6.Управляющая программа на опер. 005 (фрагмент)	ДП 44.03.04.930.Д04	A1	1	
7.Методические разработки	ДП 44.03.04.930 Д05	Слайд	18	
8. Презентация доклада	ДП 44.03.04.930 Д06	Слайд	13	

					ДП 44.03.04.930.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		112