

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.

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА
МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ
«Штырь»**

Пояснительная записка к дипломному проекту
по направлению подготовки 44.03.04
Профессиональное обучение
Профиля подготовки «Машиностроение и материалобработка»
специализации «Технологии и оборудование машиностроения»

Идентификационный код ВКР: 917

Исполнитель
студент гр. ЗТО-503

Ю. Е. Степанов

Руководитель
доцент, к.т.н.

Г. Н. Мигачева

Екатеринбург 2018

АННОТАЦИЯ

Дипломный проект: содержит 109 листов, 14 рис, 43 таблиц, 31 источника, 7 листов чертежей и плакатов.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: ДЕТАЛЬ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС ОБРАБОТКИ, ОБРАБАТЫВАЮЩИЙ ЦЕНТР, УПРАВЛЯЮЩАЯ ПРОГРАММА, РАСЧЕТЫ РЕЖИМОВ РЕЗАНИЯ, НОРМЫ ВРЕМЕНИ, ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ, МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.

В проекте совершенствуется технологический процесс по обработке детали «Штырь». Для этого производится замена универсального оборудования на многоцелевой станок.

Выполнено технико-экономическое обоснование проекта и представлены необходимые расчеты.

Разработана управляющая программа.

Применен прогрессивный режущий инструмент.

Разработана методическая часть по переподготовке и повышению квалификации имеющихся на производстве рабочих.

					ДП 44.03.04.917 ПЗ					
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						
Разраб.	Степанов				Разработка технологического процесса детали «Штырь»			Лит.	Лист	Листов
Провер.	Мигачева								2	105
								ФГАОУ ВО РГППУ, ИИПО Группа ЗТО-503		
Н. Контр.	Судилов									
Утверд.	Бородина									

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
1.АНАЛИЗ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ	6
1.1. Назначение детали.....	6
1.2. Анализ технических требований к детали.....	9
1.3. Анализ технологичности детали.....	9
1.4.Анализ базового технологического процесса.....	12
2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	16
2.1. Расчет по объему выпуска и определение типа производства.....	16
2.2. Выбор заготовки.....	18
2.3. Предполагаемый маршрут обработки и варианты базирования...	16
2.4. Выбор методов обработки поверхностей заготовки.....	19
2.5. Выбор оборудования.....	24
2.6.Выбор средств технологического оснащения.....	28
2.7. Расчет припусков на механическую обработку.....	33
2.8. Расчет режимов резания.....	36
2.9.Расчет технических норм времени.....	37
3.РАЗРАБОТКА УПРАВЛЯЮЩЕЙ ПРОГРАММ.....	43
4. ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ	52
5.МЕТОДИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ.....	71
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	101
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	102
Приложение.А – Лист задания на дипломное проектирование.....	104
Приложение.Б – Перечень графического материала.....	105
Приложение В- Технологическая документация.....	106

ВВЕДЕНИЕ

Ускорение выпуска изделий, необходимость сокращения материальных затрат на их изготовление предъявляют жесткие требования к качеству и гибкости производства. Как показывает мировой опыт, осуществить эти требования возможно, если широко использовать вычислительную технику на всех этапах производства: конструкторского проектирования, где создается геометрическая модель будущего изделия; технологического проектирования, где эта модель дополняется технологическими данными; проектирования организации и управления производством с формированием данных о его материальных и информационных потоках; в процессе изготовления нового изделия и при оценке его качества путем сравнения полученных характеристик с требуемыми.

Для изготовления того или иного изделия необходимо наличие конструкторской и технологической документации. Чертежи деталей, сборочные чертежи, спецификации, перечень материалов, технологические операционные карты, инструкции, схемы наладки станков, схемы контроля, технологические карты сборки, расчетная документация и т.д. - все это документы, необходимые для производства изделия.

В настоящее время предприятие занимается производством различной номенклатуры изделий. В таких условиях огромное количество времени тратится на разработку технологических процессов, а сроки выполнения заказчик ставит жесткие, поэтому для ускорения выполнения заказов необходимо внедрять на производство автоматизированные системы проектирования технологических процессов.

Целью дипломного проекта является модернизация технологического процесса механической обработки детали «Штырь», повышение технологического уровня изготовления детали по сравнению с существующим на производстве.

					ДП 44.03.04.917 ПЗ	Лист
						4
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Основные задачи дипломного проекта:

- проанализировать исходные данные о детали «Штырь»;
- разработать новый вариант технологического процесса механической обработки детали;
- выбрать и обосновать необходимое современное технологическое оснащение (оборудование, инструмент, оснастка);
- разработать технологические операции;
- разработать управляющую программу для обработки одной из поверхностей детали;
- рассчитать экономическую эффективность предлагаемого варианта технологического процесса по сравнению с базовым (заводским) вариантом;
- выполнить методическую разработку.

					ДП 44.03.04.917 ПЗ	Лист
						5
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

1. АНАЛИЗ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ

1.1. Назначение детали

Деталь «Штырь» крепится к корпусу привода механизма восемью отверстиями М8 на верхней плоскости. Уплотнение разъема осуществляется прокладкой. Деталь «Штырь» изготавливается из стали 14Х17Н2

Таблица 1-Общие сведения о стали

Марка :	14Х17Н2 (другое обозначение 1Х17Н2 ЭИ268)
Заменитель:	20Х17Н2
Классификация :	Сталь коррозионно-стойкая жаропрочная
Применение:	рабочие лопатки, диски, валы, втулки, фланцы, крепежные и другие детали, детали компрессорных машин, работающие на нитрозном газе, детали, работающие в агрессивных средах и при пониженных температурах; сталь мартенсито - ферритного класса

Таблица 2-Химический состав

С	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Ti	Cu
0.11 - 0.17	до 0.8	до 0.8	1.5 - 2.5	до 0.025	до 0.03	16 - 18	до 0.2	до 0.3

Таблица 3-Механические свойства стали

Сортамент	Размер	Напр.	σ_B	σ_T	δ_5	ψ	KCU	Термообр.
-	мм	-	МПа	МПа	%	%	кДж / м ²	-
Пруток, ГОСТ 5949-75	Ø 60		1080	835	10	30	490	Закалка 975 - 1040°C, масло, Отпуск 275 - 350°C, воздух,
Пруток, ГОСТ 5949-75	Ø 60		835	635	16	55	750	Закалка 1000 - 1030°C, масло, Отпуск 620 - 660°C, воздух,
Поковки, ГОСТ 25054-81	до 1000		686	539	12-15	30-40	490-590	Закалка 980 - 1020°C, масло, Отпуск 680 - 700°C, воздух,

1.2. Анализ технических требований к детали

Для разработки технологического процесса имеются: рабочий чертёж детали с техническими требованиями, определяющими конструктивные формы и размеры детали, точность и качество обработки, твёрдость, материал и т.п.

Основные технологические задачи включают требования по обеспечению:

- точности размеров: отверстий Ø15H9; Ø18H14; Ø25H14; 8 отверстий M8;
- точность размеров валов Ø95h6; Ø32d11; Ø40f9;
- остальные предельные отклонения размеров валов h14, отверстий H14, остальных $\pm IT14/2$;
- точности взаимного расположения: допуск радиального биения торца диаметром 95 мм относительно поверхности Б не более 0.03 мм; допуск соосности поверхности диаметром 95 мм относительно поверхности В не более 0.1 мм.
- качество поверхностного слоя (шероховатость поверхностей): Ø40f9, Ø95h6 , Ø15H9, Ø18H14 составляет Ra 2,5; шероховатость торцевой поверхности Ra 3.2; остальные поверхности по Ra 6,3

1.3. Анализ технологичности 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:

					ДП 44.03.04.917 ПЗ	Лист
						7
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

-предусмотрена удобная и надёжная технологическая база в процессе механической обработки;

-отверстия, возможно, обрабатывать за проход;

-обеспечен свободный вход и выход инструмента из зоны обработки;

-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;

-для снижения объёма механической обработки предусмотрены допуски только точных поверхностей;

-деталь допускает обработку поверхностей на проход;

-предусмотрена возможность удобного подвода жёсткого и высокопроизводительного инструмента к зоне обработки детали;

Анализ шероховатости и точности

Внутрь детали в отверстия $\varnothing 15H9$ и $\varnothing 23H14$ устанавливаются в бронзовый втулки ведущий и ведомый валик с шестернями поэтому обеспечивается качество поверхности по шероховатости $\sqrt{Ra} 2.5$

Обеспечить точность размеров: резьбовых отверстий М8 по качеству 5Н6Н, отверстие $\varnothing 18$ по 14-му качеству, остальные размеры по 14-му качеству;

Недостатки:

-конструкция детали имеет глухие резьбовые отверстия, что потребует дополнительной специальной оснастки для механической обработки.

При качественной оценке положительных характеристик больше чем отрицательных, поэтому можно считать, что конструкция детали технологична.

					ДП 44.03.04.917 ПЗ	Лист
						8
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

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 3 и 4, в которых

T_i – квалитеты, $Ш_i$ – значение параметра шероховатости, n_i – количество размеров или поверхностей для каждого квалитета или шероховатости, $Ш_{ср}$ – среднее значение параметра шероховатости обрабатываемых поверхностей, $T_{ср}$ – средний квалитет точности обработки, коэффициент шероховатости поверхности – $K_{ш}$

Определим коэффициент точности по [2, с. 229], а результаты занесём в таблицу 4.

Таблица 4 – Определение коэффициента точности

T_i	n_i	$T_i \cdot n_i$	T_i	n_i	$T_i \cdot n_i$
6	1	6	8	1	8
9	2	18	11	2	22
12	1	12	14	10	140

$$\sum n_i = 17; \sum T_i \cdot n_i = 206;$$

$$T_{ср} = \frac{\sum T_i \cdot n_i}{\sum n_i} = \frac{206}{17} = 12.1$$

$$K_{ш} = 1 - \frac{1}{T_{ср}} = 1 - \frac{1}{12.1} = 0.917$$

Определение коэффициента шероховатости по [2, с. 229], а результаты занесём в таблицу 5.

Таблица 5 – Определение коэффициента шероховатости

Шi	ni	Шi*ni	Шi	ni	Шi*ni
2,5	2	57,5	3,2	2	6,4
6,3	13	81,9			

$$\sum n_i = 17; \sum Ш_i \cdot n_i = 145,8;$$

$$Ш_{ср} = \frac{\sum Ш_i \cdot n_i}{\sum n_i} = \frac{145,8}{17} = 8,6$$

$$K_{Ш} = 1 - \frac{1}{Ш_{ср}} = 1 - \frac{1}{8,6} = 0,884$$

Коэффициент точности приближается к единице (0,884), что подчеркивает сравнительно высокую точность механической обработки, и коэффициент шероховатости также близок к единице (0,884), что в свою очередь говорит о сравнительно высоких требованиях к шероховатости обрабатываемых поверхностей.

Коэффициент использования материала [2, с. 229]:

$$K_m = \frac{K_{ДЕТ}}{K_{ЗАГ}} = \frac{1,5}{1,9} = 0,8$$

В целом деталь является технологичной. Высокий коэффициент использования материала говорит о том, что базовый вариант получения заготовки верен (литье в песчаные формы), его следует лишь заменить на другой вид литья соответствующий серийному производству.

1.4. Анализ базового технологического процесса

- Характеристика базового технологического процесса

По признакам технологического процесса относят:

по числу охватываемых изделий – крупносерийный;

по назначению – рабочий;

по документации – маршрутный.

					ДП 44.03.04.917 ПЗ	Лист
						10
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Базовый технологический процесс относится к крупносерийному, рабочему и маршрутному процессу.

Общее число станочных операций в базовом технологическом процессе равно 10.

Трудоемкость технологического процесса $\sum T_{ш}=68.9$ мин.

Заводской техпроцесс состоит из следующих операций:

Операция 010 Токарная. Оборудование –Токарно-винторезный 16K20

Операция 020 Токарная. Оборудование –Токарно-винторезный 16K20

Операция 045 Сверлильная. Оборудование – Радиально-сверлильный 2Н55

Операция 050 Слесарная.

Операция 055 Шлицефрезерная. Оборудование –Шлицефрезерный 5350

Операция 060 Сверлильная. Оборудование – Радиально-сверлильный 2Н55

Операция 065 Координатно-расточная. Оборудование – расточной станок 2Д450.

Операция 070 Сверлильная. Оборудование – Радиально-сверлильный 2Н55

- Анализ маршрута обработки детали

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

Выводы: в целом технологический процесс обеспечивает точность линейных и диаметральных размеров; качество обработанных поверхностей, допуски отклонения формы и расположения поверхностей.

					ДП 44.03.04.917 ПЗ	Лист
						11
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Тип производства по данному технологическому процессу среднесерийный. Предлагается заменить универсальное оборудование на станки с ЧПУ, что также соответствует среднесерийному типу производства.

					ДП 44.03.04.917 ПЗ	Лист
						12
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

2.1. Расчеты по объёму выпуска и определение типа производства

В дипломном проекте принимаем пятидневную рабочую неделю с двумя выходными днями при двухсменной работе длительностью 41 час.

Годовой фонд времени работы оборудования определяется исходя из следующих данных:

- а) календарных дней в году - 365;
- б) продолжительность рабочего дня - $41/5=8.2$ часа;
- в) рабочих дней в году - $365-(52*2)-11=250$ дня;

Действительный годовой фонд времени работы оборудования:

Металлорежущих станков 4015 ч.

Рабочих мест без оборудования 4075 ч.

Действительный годовой фонд времени рабочего Рдр=1860 ч.

Продолжительность отпуска 20 дней.

Программа выпуска в год В = 5000 шт.

Тип производства характеризуется коэффициентом закрепления операций Кз.о. определяемого по формуле [2]:

$$K_{з.о.} = \frac{\sum O}{\sum P}, \quad (6)$$

где $\sum O$ - суммарное число различных операций;

$\sum P$ - суммарное число рабочих мест.

Определим годовую программу выпуска по, при массе детали $m_d=1.5$ кг и для крупносерийного производства примем:

$N=5000$ шт.

Располагая данными о штучном времени определим количество станков [2]:

$$m_p = \frac{N \cdot T_{шт(шт-к)}}{60 \cdot F_d \eta_{з.н.}},$$

где $F_d=4029$ - действительный годовой фонд времени;

$\eta_{з.н.} = 0,75$ - нормативный коэффициент загрузки;

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

Установим число рабочих мест P округляя в большую сторону m_p .

Фактический коэффициент загрузки, $\eta_{з.ф.}$ по формуле [2, с. 20]:

$$\eta_{з.ф.} = \frac{m_p}{P} \quad (7)$$

Определим количество операций по формуле [2, с. 20]:

$$O = \frac{\eta_{з.н.}}{\eta_{з.ф.}}$$

Таблица 6-Расчет типа производства

Операция	$T_{шт}$	m_p	P	$\eta_{з.ф.}$	O
010 Комплексная на обрабатывающем центре с ЧПУ	27	2,09	3	0,69	3
025 Шлицефрезерная	12.3	0,54	1	0,54	1

Коэффициент закрепления операций:

$$K_{з.о.} = \frac{\sum O}{\sum P} = \frac{6}{6} = 1, \text{ что соответствует крупносерийному}$$

производству, для которого: $1 \leq K_{з.о.} = 1 \leq 10$

Количество деталей в партии:

$$n = \frac{N \cdot a}{254} = \frac{5000 \cdot 3}{254} = 59_{шт}$$

Крупносерийное производство характеризуется изготовлением изделий периодически повторяющимися партиями. Технологическое оборудование – универсальное, частично специализированное и специальное. Приспособления – специальные, переналаживаемые. Режущий инструмент – универсальный и специальный. Измерительный инструмент – универсальный и специальный. Настройка станков – станки настроенные. Размещение технологического оборудования – по ходу технологических процессов. Виды заготовок – прокат, отливки по металлическим моделям, штамповки. Методы достижения точности метод полной и не полной взаимозаменяемости. Квалификация рабочих – различная. Себестоимость продукции – средняя.

2.2. Выбор заготовки

Одним из основных факторов влияющих на производительность труда, является правильный выбор заготовки.

Вид заготовки оказывает значительное влияние на характер технологического процесса, трудоемкость и технологичность, экономичность ее обработки.

В условиях серийного производства, с целью экономии металла и сокращения затрат рабочего времени, а также учитывая механические характеристики материала стали 14X17H2 и технологические возможности

					ДП 44.03.04.917 ПЗ	Лист
						15
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

производства целесообразно получать заготовку горячей объемной штамповкой на горизонтально – ковочной машине (ГКМ) по ГОСТ 7505-89. Группа II – НВ 197...235. Класс точности – Т4. Степень сложности – С2.

С целью повышения точности размеров и улучшению качества поверхностей применяют полугорячую штамповку, при которой ограничено окалина-образование.

Характеристика горизонтально-ковочной машины:

- масса получаемой заготовки до 50 кг;
- усилие штамповки 1-4МН;
- предпочтительная форма заготовки – тела вращения.

Штамповку на ГКМ выполняют в штампах с двумя плоскостями разъема: одна – перпендикулярно оси заготовки между матрицей и пуансоном; вторая – вдоль оси, разделяет матрицу на неподвижную и подвижную половины, обеспечивающие зажим штампуемой заготовки. Благодаря осевому разъему матриц, уклоны в участках зажима не требуется. Стойкость пуансонов на ГКМ 10-12 тысяч штук. При годовой программе выпуска N=25000 деталей потребуется три комплекта пуансонов. Данный способ получения заготовок соответствует крупносерийному типу производства, дает высокую производительность труда, отвечает нормам безопасности. Целесообразно оставить данный метод в проектируемом технологическом процессе.

Предполагаемый маршрут обработки и варианты базирования

Опишем предварительный маршрут обработки детали.

Первая операция 005– Комплексная с ЧПУ точить контур детали.

Точить отверстия. Сверлить и нарезать резьбу в 8 ми отверстиях

Вторая операция 010 – Шлицефрезерная Фрезеровать шлицы

Произведем выбор базовых поверхностей для каждой операции.

					ДП 44.03.04.917 ПЗ	Лист
						16
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Базирование решает задачи взаимной ориентации деталей и узлов при сборе и обработке заготовок на станках. Технологические базы используются для определения положения изделия в процессе изготовления. Выделяют основные и вспомогательные технологические базы, черновые и чистовые базы.

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

Основные принципы, при выборе технологических баз следующие:

- принцип совмещения баз, когда в качестве технологических баз принимаются основные базы, т.е. конструкторские базы, используемые для определения положения детали в изделии. В случае несовпадения технологических и конструкторских баз возникает необходимость пересчета допусков, заданных конструктором, в сторону их уменьшения;
- принцип постоянства баз, когда на всех основных операциях используют одни и те же базы. Для соблюдения этого принципа часто создают базы, не имеющие конструктивного назначения (например, центровые гнезда у валов и т.п.);
- базы должны обеспечивать хорошую устойчивость и надежность установки заготовки.

К основным технологическим базам относят поверхность основания.

К черновым базам относят поверхности, которые используются на первых операциях, обеспечивается правильность расположения обработанных поверхностей деталей относительно необработанных. Деталь имеет корпусную форму и в качестве «черновой базы» приемом основание .

					ДП 44.03.04.917 ПЗ	Лист
						17
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

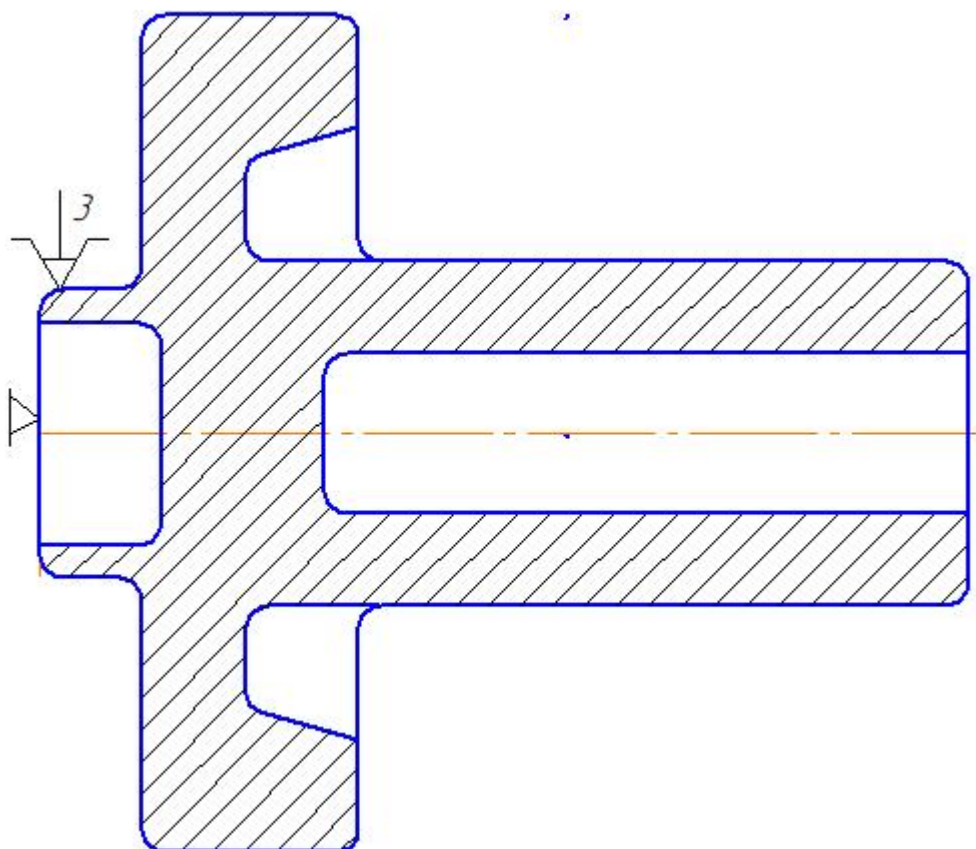


Рисунок 1 – Схема базирования 005 Операция
Деталь устанавливается в трехкулачковый патрон.

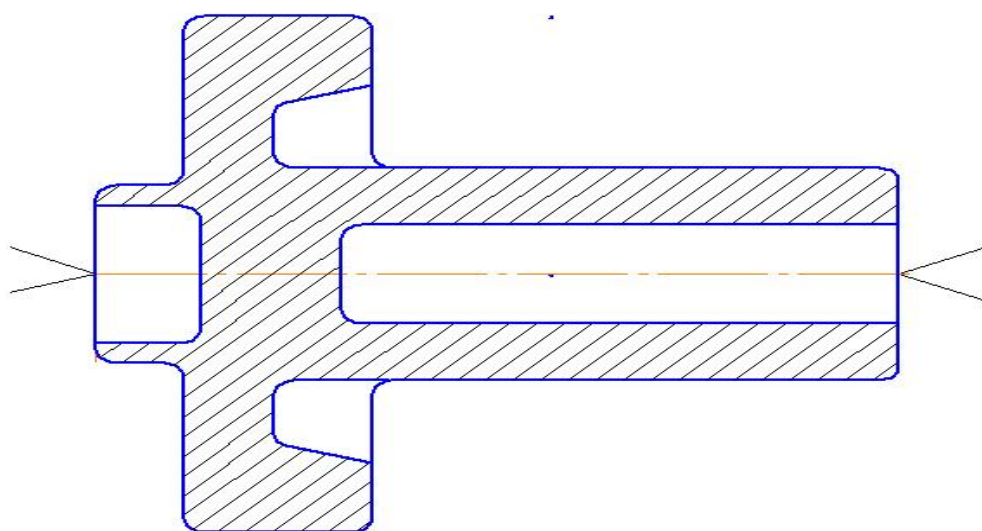


Рисунок 2 – Схема базирования 010 Операция
Деталь устанавливается в центрах

Чистовая база – это обработанная поверхность, на которую устанавливается деталь при обработке. К чистовой базе относятся поверхности плоскости основания.

2.4. Выбор методов обработки поверхностей заготовок

Методы обработки будем выбирать по таблице точности [2, с. 150 табл. 3].

- Анализ методов обработки поверхностей

Методы обработки поверхностей (МОП) зависят от требований к рабочим поверхностям детали. Проанализируем методы обработки поверхностей с точки зрения точности поверхностей а результаты занесем в таблицу 7.

Таблица 7- Методы обработки поверхностей, сравнение

№	Вид поверхности	Квалитет	Шероховатость Ra	МОП в М.К	МОП точности		Примечание
					Квалитет	Шероховатость	
1 2 3	Отверстия диаметром 25 и 15 мм	9	2.5	Растачивание	7...6	0,4	Соответствует
4	Плоскость торца	14	3.2	Фрезерование	14...11	12,5...3,2	Соответствует
5	Отверстие 18мм	14	2.5	Рассверливание	14...11	12,5...3,2	Соответствует
6	Поверхность 40 мм	9	2.5	Точение черновое точение чистовое	11...6	12,5...2.5	Соответствует
7	Поверхность 95 мм	6	2.5	Точение черновое точение чистовое	11...6	12,5...2.5	Соответствует
9	Резьбовые отверстия М8	6Н5Н	5	Нарезание резьбы	6Н	6,3...3,2	Соответствует

2.5. Выбор оборудования

На операции 005 используем станок Токарно-фрезерный многоцелевой обрабатывающий центр с ЧПУ Victor Vturn-X200 производства Тайвань, с противопинделем и поворотной фрезерной головкой, (5-осевая обработка), оснащенный системой ЧПУ FANUC 32 iMate - MB. Конфигурация ЧПУ FANUC 32 iMate – MB:



Рисунок 3- Victor Vturn-X200

Станок является, по сути, совершенно новым токарным обрабатывающим центром по сравнению с выпускаемой производителем линейкой токарных станков с ЧПУ. Vturn-X200 отличается, прежде всего, встроенным полноценным фрезерным шпинделем. Его мощность в 22 кВт и частота вращения 12000об/мин позволяют обрабатывать на станке крупные детали со сложной геометрией, требующие наравне с токарной большого объема фрезерной обработки. Также фрезерный шпиндель позволяет производить и токарную обработку при установке в него различных резцов. Victor Vturn-X200 оснащен 2 шпинделями с прямыми приводами равными по своей мощности (15/22кВт) и частоте вращения (4200об/мин), что обеспечивает полноценную равную по техническим возможностям обработку обеих сторон детали. По заказу токарно-

					ДП 44.03.04.917 ПЗ	Лист
						20
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

фрезерный станок может быть дооснащен дополнительной револьверной головкой на 9 инструментов, расположенной снизу. Такая комплектация позволяет существенно расширить возможности токарного станка, в частности, параллельно обрабатывать на станке сразу 2 детали: первая обрабатывается в левом шпинделе посредством инструмента фрезерного шпинделя, вторая обрабатывается в правом шпинделе посредством инструмента в нижней револьверной головки. Инструментальный магазин токарно-фрезерного станка Vturn-X200 рассчитан на 40 позиций (без учета нижней револьверной головки) и представляет собой устройство аналогичное цепному инструментальному магазину вертикальных обрабатывающих центров, со свободным выбором инструмента при смене. Замена инструмента происходит посредством руки-манипулятора. Количество необходимых для управления осями потребовали установки на станок мощной системы ЧПУ, в роли которой выступает контроллер Fanuc 31i-A. Токарно-фрезерный станок Victor Vturn-X200 идеально подходит для обработки сложных крупногабаритных деталей, таких например как ступенчатые или распределительные валы, крыльчатки и др. Мультицентр адресован предприятиям аэрокосмической и автомобильной промышленности, а также другим производственным компаниям, которые заинтересованы в повышении качества своих изделий и снижении временных затрат на их обработку.

					ДП 44.03.04.917 ПЗ	Лист
						21
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		



Рисунок 4-Рабочая зона станка

Стандартная комплектация токарно-фрезерного мультицентра Victor Vturn-X200:

- Система ЧПУ Fanuc 32 iMate – МВ цветной графический дисплей, порт RS-232
- Шпиндель с прямым приводом
- Масляное охлаждение шпинделя
- Конвейер для удаления стружки с тележкой

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.917 ПЗ

Лист

22

- Дистанционный пульт управления
- Кожух, полностью закрывающий рабочую зону станка
- Маслосборник
- Помпа высокого давления для подачи СОЖ (Grundfos)
- Система обмыва защитного кожуха оси Z
- Инструментальный магазин на 49 позиций
- Трехступенчатый предупреждающий сигнал
- Автоматическая система смазки
- Лампа освещения рабочей зоны
- 3-х кулачковый 8” гидравлический патрон Kitagawa для главного и противопинделя
- Мягкие кулачки
- Инструментальный ящик
- Система подачи СОЖ
- Инструкция по работе на станке
- Система охлаждения электрического шкафа
- 12 мес. гарантия на станок и 24 мес. гарантия на ЧПУ Fanuc

Опции для токарно-фрезерного мультицентра Victor Vturn-X200:

- Система ЧПУ Fanuc 32 iMate – MB
- Система охлаждения сквозь шпиндель
- Устройство для предварительной настройки инструмента (Renishaw)
- Автоматическая дверь
- Программируемая задняя бабка (вместо противопинделя)
- Инструментарий HSK-A63(W)
- Нижняя револьверная инструментальная головка на 9 позиций
- Обдув патрона сжатым воздухом
- Ловушка готовых изделий
- Автоматический загрузчик прутка.

					ДП 44.03.04.917 ПЗ	Лист
						23
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

• Таблица 8-Технические характеристики: Victor Vturn-X200

1	2	3
Рабочие параметры	Максимальный диаметр над суппортом, мм	610
	Расстояние между центрами, мм	1123
	Максимальная длина точения, мм	1000
	Максимальный диаметр обрабатываемой детали, мм	540
	Максимальный диаметр обрабатываемой детали (нижняя револьверная головка), мм	230
Перемещения	По оси X1 (верхний инструментальный шпиндель), мм	600
	По оси Z1 (верхний инструментальный шпиндель), мм	1100
	По оси Y (верхний шпиндель), мм	160 (+/-80)
	По оси B, град	225 (+125/-100)
	По оси X2 (нижняя рев. головка), мм	150
	По оси Z2 (нижняя рев. головка), мм	782
	По оси E (противошпиндель), мм	1050
Подачи	Подачи по осям X1/Z1/Y (верхний инструментальный шпиндель), м/мин	36/36/18
	Мощность привода по осям X1/Z1/Y/B, кВт	5,5/7/4/3
	Ходовой винт (Диаметр x Шаг), мм	X1: 36xP10, Z1: 40xP12, Y: 36 x P10
	Подачи по осям X2/Z2/E (нижняя рев.головка и противошпиндель), м/мин	18/20/20
	Мощность привода по осям X2/Z2/E, кВт	03.03.2004
	Ходовой винт (Диаметр x Шаг), мм	X2: 32xP10, Z2: 32xP12, E: 36 x P10
Главный шпиндель	Максимальная частота вращения, об/мин	4200
	Мощность двигателя, кВт	15/22
	Конец шпинделя (размер патрона)	A2-6 (8")
	Диаметр отверстия шпинделя, мм	62
	Внутренний диаметр подшипника, мм	100
	Максимальный диаметр прутка,мм	52
Противошпиндель (ось E)	Максимальная частота вращения, об/мин	4200
	Мощность двигателя, кВт	15/22
	Конец шпинделя (размер патрона)	A2-6 (8")
	Диаметр отверстия шпинделя, мм	62
	Внутренний диаметр подшипника, мм	100
	Максимальный диаметр прутка,мм	52

Окончание таблицы 8

1	2	3
Верхний инструментальный шпиндель (ось В – фрезерная головка)	Дискретность углового позиционирования (при жесткой фиксации через муфту), град	5
	Дискретность непрерывной индексации, град	0,001
	Максимальная частота вращения, об/мин	12000
	Мощность двигателя (пост./30%/25%), кВт	11/15/22
Магазин инструментов	Конус	KM-63U (Kennametal) HSK-A63 - опция
	Емкость магазина, шт	40
	Способ выбора инструмента	произвольный
	Максимальный диаметр инструмента, мм	90
	Максимальная длина инструмента, мм	280
	Максимальный вес инструмента, кг	8
	Время смены инструмента, сек	5 (и-и) 20 (с-с)
Нижняя револьверная головка (опция)	Количество инструментов	9
	Размер державки призматического инструмента, мм	25x25
	Максимальный диаметр осевого инструмента, мм	40
	Время смены инструмента (и-и), сек	1,3
Характеристики станка	Система ЧПУ	FANUC 32 iMate – MB
	Емкость бака, л	560
	Потребляемая мощность, кВА	90
	Длина x Ширина x Высота, мм	5500x3400x2600
	Масса, кг	12000

На операции 001 Шлицефрезерная

5350А Станок горизонтальный шлицефрезерный полуавтомат.

Назначение и область применения

Станок предназначен для фрезерования на валах прямых прямобочных и эвольвентных шлицев, а также зубьев шестерен, выполненных заодно с валом. Фрезерование шлицев и зубьев шестерен производится червячной шлицевой фрезой по методу обкатывания, аналогично нарезанию зубьев на зубофрезерных станках.

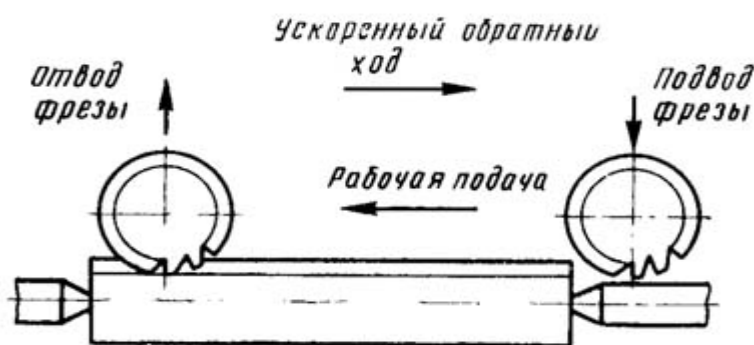


Рисунок 5-Автоматический цикл шлицефрезерного станка 5350А

Фрезе сообщается вращательное движение и движение подачи (перемещение вдоль оси обрабатываемого изделия), а обрабатываемому изделию — только вращательное движение, согласованное с вращением фрезы. Горизонтальный шлицефрезерный станок 5350А работает по следующему автоматическому циклу, показанному на рисунке. Фрезерование может производиться при движении каретки с фрезой на заднюю бабку или от задней бабки, против подачи или по направлению подачи. Все движения фрезы и обрабатываемого изделия, необходимые для фрезерования шлиц, выполняются автоматически. Подвод фрезы к изделию и включение рабочей подачи в начале цикла, а также отвод фрезы от изделия и выключение рабочей подачи в конце цикла осуществляется с помощью гидравлики. Ускоренное перемещение каретки с фрезой для возврата в исходное положение после окончания фрезерования осуществляется с помощью отдельного электродвигателя. Перемещение пиноли задней бабки осуществляется с помощью гидравлики путем поворота крана управления вручную. Описание конструкции станка. В направляющих станины перемещается фрезерная бабка, которую можно закреплять в необходимом положении соответственно размерам детали. Фрезерная бабка несет шпиндель червячной фрезы. Она может поворачиваться в вертикальной плоскости для соответствующей установки оси червячной фрезы относительно оси детали на угол подъема винтовой

линии фрезы. Фрезерная бабка перемещается относительно детали вдоль ее оси (в зависимости от длины детали) и перпендикулярно к ней (в зависимости от диаметра детали). Обрабатываемую деталь устанавливают в центрах делительной и задней бабки и приводят во вращение с помощью хомутика.

Технические характеристики шлицефрезерного станка 5350А

Наименование параметра	5350
Основные параметры станка	
Класс точности станка по ГОСТ 8-82 и ГОСТ 659-78	Н
Наибольший модуль фрезерования, мм	6
Высота центров станка, мм	250
Наибольший диаметр фрезерования, мм	150
Наибольший диаметр изделия, устанавливаемый над станиной, мм	500
Наименьшее расстояние между осями изделия и фрезы, мм	40..140
Расстояние между центрами, мм	750, 1000, 1500, 2000
Наибольшая длина фрезерования, мм	675, 925, 1425, 1925
Количество нарезаемых шлицев (зубьев), мм	4..36
Наибольший диаметр фрезы, мм	140
Количество скоростей фрезерного шпинделя	6
Пределы чисел оборотов фрезерного шпинделя	80..250
Количество подач, об/мин	12
Пределы подач, об/мин	0,63..5
Диаметр отверстия шпинделя изделия, мм	106
Конус под центр в шпинделя изделия, мм	Морзе 4
Конус под центр в пиноли задней бабки, мм	Морзе 5
Диаметр фрезерной оправки, мм	27, 32, 40
Скорость ускоренного хода каретки, м/мин	1,92
Фрезерный суппорт	
Наибольшее перемещение фрезерного суппорта от руки, мм	100
Наибольшее перемещение фрезерного суппорта от гидравлики, мм	30
Перемещение фрезерного суппорта на одно деление лимба, мм	0,01
Привод и электрооборудование станка	
Количество электродвигателей, установленных на станке	4
Электродвигатель главного привода, кВт	6,5

					ДП 44.03.04.917 ПЗ	Лист
						27
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

2.6. Выбор технологического оснащения

Операция 005 Комплексная на обрабатывающем центре с ЧПУ

Установить деталь в 3-х кулачковом пневматическом патроне.

Переход 1. Точить правый торец.

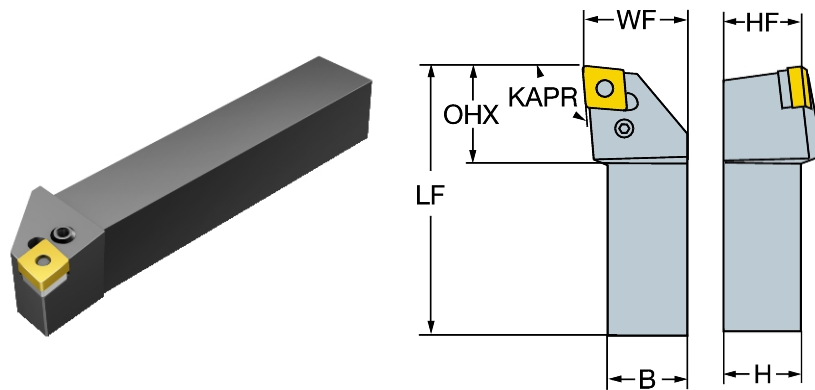


Рисунок 6 – Резец PCLNR 2525M 12

Таблица 9– Параметры резца PCLNR 2525M 12

главный угол в планеKAPR	95deg
размер соединенияCZC	25 x 25
главный угол в плане (дюйм.)PSIR	-5deg
интерфейс со стороны станкаADINTMS	Rectangular shank -metric: 25 x 25
часть 2 ID интерфейса режущего элементаCUTINT_MASTER	ISO: CNMG 120408
max угол врезанияRMPX	0deg
угол корпуса со стороны заготовкиBAWS	0deg
max вылетOHX	27.2mm
демпфирующие свойстваDPC	FALSE
материал корпусаBMC	Steel
исполнениеHAND	R
угол корпуса со стороны станкаBAMS	0deg

СИ: Штангенциркуль ШЦ-I-250-0,1 ГОСТ 166-89.

Переход 2. Контур начерно

Переход 3. Точить контур начисто

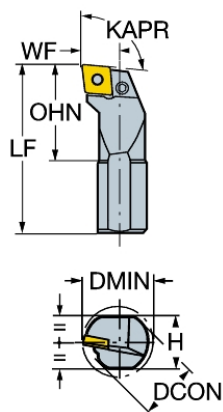


Рисунок 7 – Резец S25T-PCLNR 12

Таблица 10 – Параметры резца S25T-PCLNR 12

главный угол в планеKAPR	95deg
размер соединенияCZC	25
главный угол в плане (дюйм.)PSIR	-5deg
интерфейс со стороны станкаADINTMS	Cylindrical shank w/ 3 flats - metric: 25
часть 2 ID интерфейса режущего элементаCUTINT_MASTER	ISO: CNMG 120408
max угол врезанияRMPX	0deg
minimum bore diameterDMIN1	32mm
угол корпуса со стороны заготовкиBAWS	0deg
max вылетOHX	100mm
демпфирующие свойстваDPC	FALSE
материал корпусаBMC	Steel
исполнениеHAND	R

СИ: Штангенциркуль ШЦ-I-250-0,1 ГОСТ 166-89. Калибр-скоба 8113-0207 f6 ГОСТ 18360-93;

Переход 4. Точить канавки

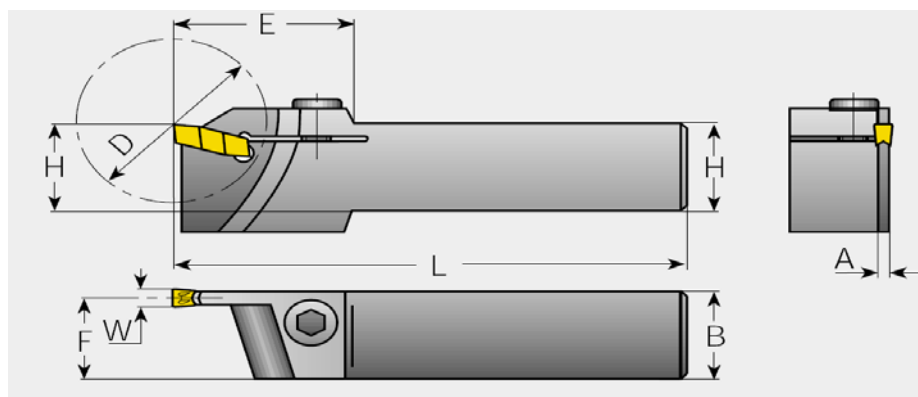


Рисунок 8 – Резец RF151.37-2525-058B50

Таблица 11– Параметры резца RF151.37-2525-058B50

insert seat size codeSSCM	50
insert seat size codeSSCN	50
интерфейс со стороны станкаADINTMS	Rectangular shank -metric: 25 x 25
размер соединенияCZC	25 x 25
max глубина резанияCDX	20mm
min внутренний диаметр торцевой канавкиDAXIN	58mm
max наружный диаметр торцевой канавкиDAXX	110mm
max вылетОНХ	46.7mm
тип подвода СОЖ к инструментуCNSC	0: without coolant
ширина хвостовикаВ	25mm
высота хвостовикаН	25mm
функциональная длинаLF	150mm

СИ: Штангенциркуль ШЦ-I-125-0,1 ГОСТ 166-89 Шаблон

Переход 5.Рассверлить отверстие на 18 мм

сверлом R841-0555-30-A1A 1220

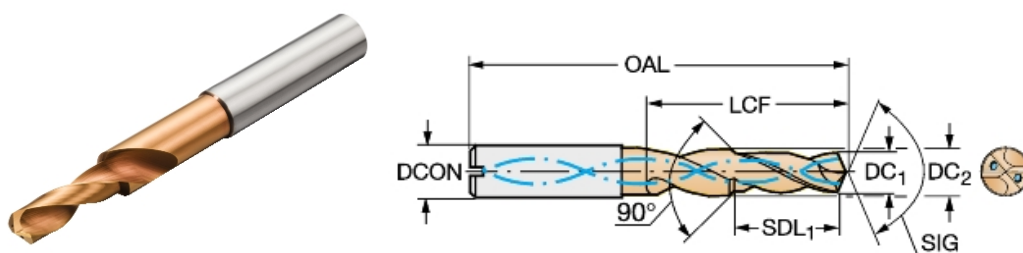


Рисунок 9 – Сверло R841-0555-30-A1A 1220

Таблица 12 – Параметры сверла R841-0555-30-A1A 1220

интерфейс со стороны станкаADINTMS	Cylindrical shank without clamping features - metric: 8.00
размер соединенияCZC	15
cutting diameterDC1	18mm
cutting diameterDC2	20mm
длина ступениSDL	35mm
рабочая длинаLU	42mm
диаметр соединенияDCON	15mm

Переход 6 Сверлить отверстие 12 мм

Сверло R841-0555-30-A1A 1220

калибр-пробка Ø12H14 специальная;

Перехват детали противопинделем.

Переход 7. Точить левый торец.

РИ: Резец PCLNR 2525M 12

СИ: Штангенциркуль ШЦ-I-205-0,1 ГОСТ 166-89.

Переход 8 Контур начерно

Резец S25T-PCLNR 12

Переход 9. Расточить отверстие 25 мм



Рисунок 10 – Резцовая головка C5-SVQBL-15080-11

Таблица 13 – Параметры резцовой головки C5-SVQBL-15080-11

главный угол в планеKAPR	107.5deg
размер соединенияCZC	C5
главный угол в плане (дюйм.)PSIR	-17.5deg
интерфейс со стороны станкаADINTMS	Coromant Capto (bolt and segment clamping) -size C5
часть 2 ID интерфейса режущего элементаCUTINT_MASTER	ISO: VBMT 110204/ VCMT 110204
max угол врезанияRMPX	35deg
minimum bore diameterDMIN1	27mm
угол корпуса со стороны заготовкиBAWS	0deg
max вылетOHX	80mm
рабочая длинаLU	57mm
демпфирующие свойстваDPC	FALSE
материал корпусаBMC	Steel

↪ калибр-пробка Ø25H14;

Переход 10 Сверлить 8 отв диаметром 6.5

Сверло R841-0555-30-A1A 1220

Переход 11. Нарезать резьбу М8

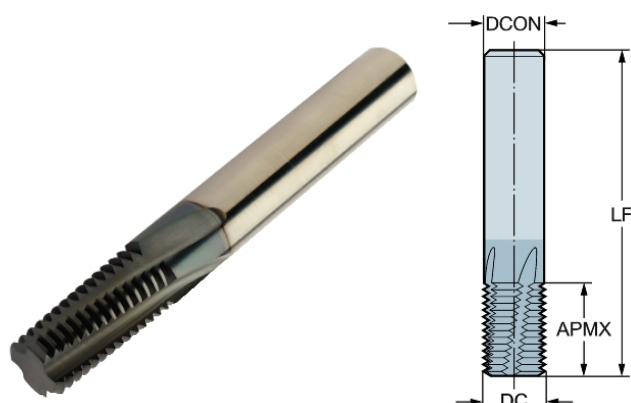


Рисунок 14 – Фреза R217.14C045100AC13N 1630

Таблица 14 – Параметры фрезы R217.14C045100AC13N 1630

интерфейс со стороны станкаADINTMS	Cylindrical shank without clamping features - metric: 6.00
размер соединенияCZC	6
диаметр резанияDC	4.5mm
для диаметра резьбыFTDZ	M8x1.25
max глубина резанияAPMX	13mm
шаг резьбыTP	1mm
профиль резьбыTHFT	M60
тип резьбыTTP	INT
диаметр соединенияDCON	6mm
функциональная длинаLF	57mm
рабочая длинаLU	13mm
общая длинаOAL	57mm

СИ: Калибр резьбовой М8 ГОСТ 17758-72.

Операция 010 Шлицефрезерная

Установить деталь в приспособление

Переход 1. Фрезеровать шлицы

РИ: Фреза ГОСТ 2424-83.

СИ: Микрометр МР 50 ГОСТ 4381-87.

2.7. Расчет припусков на механическую обработку

Таблица 15 - Расчет припусков на размер $\varnothing 25^{+0,04}_0$

Технологические переходы поверхности диам. $25^{+0,04}_0$ мм	Элементы припуска, мкм				Расчетный припуск, $2Z_{mi}$ мкм	Расчетный размер D_p , мм	Допуск T , мм	Предельный размер, мм		Предельное значение, припуск, мм	
	Rz	H	ρ	E				D_{mi}	D_{max}	$2Z_{min}$	$2Z_{max}$
Заготовка	200	250	128	100		23.542	2.2	22.3	24.5		
Расточка предварительная	50	50	7,68	75	2x598	24.758	0.14	24.61	24.75	1.25	3.31
Расточка окончательная	20	20	5,12	40	2x141	25.040	0.040	25	25.040	0.29	0.39
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

Элементы припуска Rz и ρ определим по таблицам [2].

Произведем расчет пространственных отклонений по формуле:

$$\rho = \sqrt{\rho_{кор}^2 + \rho_{см}^2}, \quad (10)$$

где $\rho_{кор}$ – отклонение коробления, мкм;

$\rho_{см}$ – погрешность смещения осей, мкм.

Расчет: $\rho = \sqrt{80^2 + 100^2} = 128$ мкм.

Определим остаточное пространственное отклонение

$$\rho_{\text{ост}} = k \times \rho, \quad (11)$$

где k – коэффициент уточнения форм

$$\rho_{\text{ост1}} = 0,06 \times 128 = 7,68 \text{ мкм};$$

$$\rho_{\text{ост2}} = 0,04 \times 128 = 5,12 \text{ мкм}.$$

Определим расчетные припуски для каждого перехода:

$$2Z_{\text{min}} = 2 \times (Rz_{i-1} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + E_i^2});$$

$$2Z_{\text{min1}} = 2 \times (200 + 250 + \sqrt{128^2 + 75^2}) = 2 \times 598 \text{ мкм};$$

$$2Z_{\text{min2}} = 2 \times (50 + 50 + \sqrt{7,68^2 + 40^2}) = 2 \times 141 \text{ мкм}.$$

Для конечного перехода в графу расчетный размер запишем наибольший предельный размер по чертежу:

$$D_{p2} = 32.040 \text{ мм};$$

$$D_{p1} = 32.040 - 0,282 = 31.758 \text{ мм};$$

$$D_{p \text{ заг}} = 31.758 - 1,196 = 30.562 \text{ мм}.$$

Запишем наибольшие предельные размеры по всем технологическим переходам округляя их уменьшением расчетных размеров:

$$D_{\text{max2}} = 25.040 \text{ мм};$$

$$D_{\text{max1}} = 24.75 \text{ мм};$$

$$D_{\text{max заг.}} = 22.5 \text{ мм}.$$

Определим наименьшие предельные размеры:

$$D_{\text{мин1}} = 24.75 - 0.14 = 24.61 \text{ мм}$$

$$D_{\text{мин2}} = 25.040 - 0.040 = 25 \text{ мм};$$

$$D_{\text{max заг}} = 24.5 - 2.2 = 22.3 \text{ мм}.$$

					ДП 44.03.04.917 ПЗ	Лист
						34
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Определим расчетные припуски для каждого перехода:

$$2Z_{\max 1} = D_{\max 1} - D_{\max \text{ заг.}} = 24.75 - 23.5 = 1.25 \text{ мм};$$

$$2Z_{\max 2} = D_{\max 2} - D_{\max 1} = 25.040 - 24.75 = 0.29 \text{ мм};$$

$$2Z_{\min 1} = D_{\min 1} - D_{\min \text{ заг.}} = 24.61 - 20.3 = 3.31 \text{ мм};$$

$$2Z_{\min 2} = D_{\min 2} - D_{\min 1} = 25 - 24.61 = 0.39 \text{ мм}.$$

Определим общие припуски:

$$Z_{o \max} = 1.54 \text{ мм};$$

$$Z_{o \min} = 3.7 \text{ мм}.$$

Произведем проверку расчетов:

$$Z_{i \max} - Z_{i \min} = \delta_{i-1} - \delta_i$$

$$3.7 - 1.54 = 2.2 - 0.04$$

$$2.16 \text{ мм} = 2.16 \text{ мм}$$

Опытно – статистический (табличный) метод расчета припусков

При определении величины общего припуска следует учитывать основные факторы, такие как тип производства, способ получения заготовки, форму и размеры, точность и толщину дефектного слоя обрабатываемых поверхностей детали.

Припуск на механическую обработку штамповок из стали назначается согласно ГОСТ 7505-89.

Допускаемые отклонения по размерам 0,5 – 2,5 мм.

При штамповке с выталкиванием радиусы внешних углов в штампованных заготовках 3,5 – 8 мм, штамповочные уклоны 2°-5°.

Штамповка массой (группа стали М2, степень сложности С2, класс точности Т4). Имеет исходный индекс 12.

					ДП 44.03.04.917 ПЗ	Лист
						35
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Таблица 16-Расчет межоперационных припусков и допусков опытно-статистическим методом.

Чертежный размер, мм	Припуск на сторону, мм	Штамповочный размер, мм	Допуск, мм	
			верхнее отклонение	нижнее отклонение
Ø95	3	Ø101	+0.4	-0.4
Ø40	3	46	+0.4	-0.4
Ø25	2.5	20	+0.5	-0.5
Ø18	2	14	+0.4	-0.4

2.8. Выбор режимов резания

Таблица 17 - Элементы режима резания по операциям.

Наименование операции, перехода, позиции	t, мм	So, мм/об	n, об/мин	V, м/мин
Операция 010 Комплексная на ОЦ				
Переход 1. Точить правый торец.	3	0.58	250	234
Переход 2. Контур начерно	2.5	0.25	350	250
Переход 3. Точить контур начисто	0.2	0.18	1200	124
Переход 4 Точить канавки	5.5	0.58	300	234
Переход 5. Сверлить отв 18 мм	2	0.25	400	240
Переход 6.Сверлить отв 12 мм	6	0.18	1200	124
Перехват детали противошпинделем.				
Переход 7. Точить левый торец.	3	0.58	250	234
Переход 8.Точить контур	2.5	0.25	350	240
Переход 9.Расточить отверстия начисто	1	0.18	1200	124
Переход 10 Сверлить отверстие диаметром 6.5 мм.	3.25	0.25	1000	118
Переход 11. Нарезать резьбу М8	1.5	1.5	200	96
Операция 010 Шлицефрезерная чистовая			дв.х/мин	
- черновая	5,6		206	13,2
	3,2		310	19,9

2.9. Расчет технических норм времени

Под технически обоснованной нормой времени понимается время, необходимое для выполнения заданного объема работы (операции) при определенных организационно-технических условиях.

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

Определение норм времени

Расчет времени произведен для 005 Комплексная на ОЦ с ЧПУ

Определим штучно-калькуляционное время

$$T_{шт-к} = T_{шт} + T_{пз}/n \quad (15)$$

$$T_{шт} = T_o + T_v + T_{от} + T_{обс} \quad (16)$$

где T_o -основное время

T_v вспомогательное время

$T_{от}$ -время на отдых и личные потребности

$T_{обс}$ -время на обслуживание рабочего места

$$T_o = Lx_i / S_m \quad (17)$$

где L -длина обработки

i -число проходов

$$T_o = 12.7 \text{ мин}$$

$$T_v = T_y + T_{пер} + \sum T_{пер} + T_{из} \quad (18)$$

где T_y -время на установку детали

$T_{пер}$ -время связанное с переходом

$\sum T_{пер}$ -время не вошедшее в комплекс

$T_{из}$ -время на измерение детали

$$T_v = 3.15$$

Определим оперативное время

$$T_{оп} = T_o + T_v = 15.85 \text{ мин}$$

Время на отдых и личные потребности $T_{отд}$ определяется как 4% от оперативного, то есть $T_{отд} = 0,14$ мин.

Время на обслуживание $T_{обс} = 0,14$ мин.

Штучное время: $T_{шт} = 17,7$ мин.

Подготовительно-заключительное время: $T_{пз} = 25$ мин.

Штучно-калькуляционное время: $T_{шт.к} = T_{пз} / n + T_{шт} = 27$ мин.

Операция 010 Шлицефрезерная

Основное время [18]:

$$T_0 = 9,37 \text{ мин.}$$

- время на установку $t_{уст} = 0,3$ мин.
- время, связанное с переходом $t_{пер} = 0,8$ мин.
- время, не вошедшее в комплекс $\sum t'_{пер} = 0,7$ мин.
- время на измерение $t_{изм} = 0,4$ мин.

Вспомогательное время [18]:

$$T_v = 2,2 \text{ мин.}$$

Оперативное время [18]:

$$T_{оп} = 10,47 \text{ мин.}$$

Время на отдых и личные потребности $T_{отд}$ определяется как 4% от оперативного, то есть $T_{отд} = 0,14$ мин [27].

Время на обслуживание [18]:

$$T_{обс} = 0,14 \text{ мин.}$$

Штучное время [18]:

$$T_{шт} = 11,4 \text{ мин.}$$

Подготовительно-заключительное время [18]:

$$T_{пз} = 24 \text{ мин.}$$

Штучно-калькуляционное время [18]:

$$T_{шт.к} = T_{пз} / n + T_{шт} = 12,3 \text{ мин.}$$

3. РАЗРАБОТКА УПРАВЛЯЮЩЕЙ ПРОГРАММЫ

3.1. Программирование в системе ЧПУ FANUC 32 iMate – MB

Виды и характер работ по проектированию технологических процессов обработки деталей на станках с ЧПУ существенно отличаются от работ, проводимых при использовании обычного универсального и специального оборудования. Прежде всего, значительно возрастает сложность технологических задач и трудоёмкость проектирования технологического процесса. Для обработки на станках с ЧПУ необходим детально разработанный технологический процесс, построенный по переходам. При обработке на универсальных станках излишняя детализация не нужна. Рабочий, обслуживающий станок, имеет высокую квалификацию и самостоятельно принимает решение о необходимом числе переходов и проходов, их последовательности. Сам выбирает требуемый инструмент, назначает режимы обработки, корректирует ход обработки в зависимости от реальных условий производства.

При использовании ЧПУ появляется принципиально новый элемент технологического процесса – управляющая программа, для разработки и отладки которой требуются дополнительные затраты средств и времени.

Существенной особенностью технологического проектирования для станков с ЧПУ является необходимость точной увязки траектории автоматического движения режущего инструмента с системой координат станка, исходной точкой и положением заготовки. Это налагает дополнительные требования к приспособлениям для зажима и ориентации заготовки, к режущему инструменту.

Расширенные технологические возможности станков с ЧПУ обуславливают некоторую специфику решения таких традиционных задач технологической подготовки, как проектирование операционного технологического процесса, базирование детали, выбор инструмента и т.д.

					ДП 44.03.04.917 ПЗ	Лист
						39
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

На стадии разработки технологического процесса необходимо определить обрабатываемые контуры и траекторию движения инструмента в процессе обработки, установить последовательность обработки контуров. Без этого не возможно рассчитать координаты опорных точек, осуществить точную размерную увязку траектории инструмента с системой координат станка, исходной точкой положения инструмента и положением заготовки.

При построении маршрута обработки деталей на станках с ЧПУ необходимо руководствоваться общими принципами, положенными в основу выбора последовательности операций механической обработки на станках с ручным управлением. Кроме того, должны учитываться специфические особенности станков с ЧПУ. Поэтому маршрут обработки рекомендуется строить следующим образом.

1. Процесс механической обработки делить на стадии (черновую, чистовую и отделочную), что обеспечивает получение заданной точности обработки за счет снижения ее погрешности вследствие упругих перемещений системы СПИД, температурных деформаций и остаточных напряжений. При этом, следует иметь в виду, что станки с ЧПУ более жесткие по сравнению с универсальными станками, с лучшим отводом теплоты из зоны резания, поэтому допускается объединение стадий обработки. Например, на токарных станках с ЧПУ часто совмещаются черновая и чистовая операции, благодаря чему значительно снижается трудоемкость изготовления детали, повышается коэффициент загрузки оборудования.

2. В целях уменьшения погрешности базирования и закрепления заготовки соблюдать принципы постоянства баз и совмещения конструкторской и технологической баз. На первой операции целесообразно производить обработку тех поверхностей, относительно

которых задано положение остальных или большинства конструктивных элементов детали (с целью обеспечения базы для последующих операций).

3. При выборе последовательности операций стремиться к обеспечению полной обработки детали при минимальном числе ее установок.

4. Для выявления минимально необходимого количества типоразмеров режущих инструментов при выборе последовательности обработки детали проводить группирование обрабатываемых поверхностей. Если количество инструментов, устанавливаемых в revolverной головке или в магазине, оказывается недостаточным, операцию необходимо разделить на части и выполнять на одинаковых установках, либо подобрать другой станок с более емким магазином.

5. При точении заготовок типа тел вращения первоначально обрабатывается более жесткая часть (большой диаметр), а затем зона малой жесткости.

В настоящей дипломной работе используется пятикоординатный Токарно-фрезерный многоцелевой обрабатывающий центр с ЧПУ Victor Vturn-X200 производства Тайвань, с противошпинделем и поворотной фрезерной головкой, (5-осевая обработка), оснащенный системой ЧПУ FANUC 32 iMate - MB. Конфигурация ЧПУ FANUC 32 iMate – MB:

- в каждом кадре 3 типа M-функций
- вызов до 4 вложений подпрограмм
- упрощенное программирование углов и скруглений для фасок и радиусов
- циклы обработки FANUC, черновая обработка за один проход, нарезание наружной резьбы за один проход

					ДП 44.03.04.917 ПЗ	Лист
						41
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

- циклы обработки FANUC, черновая обработка с увеличивающимся (тип I) или уменьшающимся (тип II) профилем, нарезание наружной резьбы за несколько проходов

- циклы FANUC для осевого сверления, с удалением стружки, осевое развертывание и осевое нарезание внутренней резьбы

- циклы SCHAUUBLIN, осевое сверление, сверление с удалением стружки, осевое развертывание, осевое нарезание внутренней резьбы, торцевая канавка, внутренние и наружные канавки, наружное нарезание резьбы за несколько проходов

- программируемое смещение нулевой точки

- доводка или восстановление наружной резьбы в режиме работы MANUAL GUIDE (РУЧНОЕ УПРАВЛЕНИЕ)

- обработка по направлению X- в режиме работы MANUAL GUIDE

- копирование и переименование программ ISO

- индикация времени обработки и количества деталей

- индикация каталогов (программ) на экране (устройство ввода FANUC)

- пересчет размеров дюймы/метрические величины

- 125 программ ISO

- 32 корректоров инструмента

- нарезание наружной резьбы с переменным шагом

- непрерывное нарезание наружной резьбы (цепь резьбы с разными шагами)

- нарезание наружной цилиндрической резьбы

- язык программирования макро B (для программирования циклов пользователем)

В режиме работы MANUAL GUIDE могут вводиться в память максимум 25 программ, состоящих из одного или нескольких процессов. Для простого процесса обработки (центровка, сверление, нарезание

					ДП 44.03.04.917 ПЗ	Лист
						42
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

внутренней резьбы и т.д.) используется только один единственный блок памяти.

Для сложных процессов (черновая обработка, чистовая обработка и т.д.) в зависимости от количества программируемых геометрических элементов используется несколько блоков программы.

К тому же количество программных блоков может быть различным в зависимости от используемых геометрических фигур, которые определяет профиль.

3.2. Разработка управляющей программы и ее расшифровка

Управляющая программа токарной обработки снаружи и обработки шести отверстий приведена ниже

T1 D1; подрезание торца справа

M6

C18 G54 G90

G95 G0 Z1 X90

G96 S250 M3 M8

G1 X40 F 0,35

G0 Z2 X90

Z0

G1 X40 F 0,35

G0 Z2 X90 M9

M5

G75

T2 D1; черновая справа налево

M6

C18 G54 G90

					ДП 44.03.04.917 ПЗ	Лист
						43
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

G95 G0 Z1 X98

G96 S1115 M3 M8

G1 Z-120 F 0,21

X135

G0 Z1

X95

G1 Z-120 F 0,21

X135

G0 Z1

X92

G1 Z-120 F 0,21

X135

G0 Z1

X89

G1 Z-120 F 0,21

X135

G0 Z1

X86

G1 Z-120 F 0,21

X135

G0 X136 M9

M5

G75

T3 D1; чистовая справа налево

M6

C18 G54 G90

G95 G0 Z1 X82,2

G96 S1368 M3 M8

G1 Z0 F 0,10

					ДП 44.03.04.917 ПЗ	Лист
						44
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

X84,7 Z-2,5

Z-120

X133,5

X135 Z-122,5

G0 X136 M9

M5

G75

MS=1 G54 Z100

MS=3 M11

MS=3 G55 Z250

MS=3 M10

G55 Z0

MS=1 G54 Z0

MS=1 M10

T4 D1; подрезание торца слева

M6

C18 G55 G90

G95 G0 Z1 X150

G234 S250 M3 M8

G1 X83 F 0,35

G0 Z2 X150

Z0

G1 X83 F 0,35

G0 Z2 X150 M9

M5

G75

T2 D1; черновая справа налево

M6

C18 G55 G90

					ДП 44.03.04.917 ПЗ	Лист
						45
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

G95 G0 Z-56 X150

X145

G96 S1115 M3 M8

G1 Z-25 F 0,18

X150

G0 Z-56

X142

G1 Z-25 F 0,18

X150

G0 Z-56

X139

G1 Z-25 F 0,18

X150

G0 Z-56

X136

G1 Z-26 F 0,18

X150

Z0

G0 X151

Z-26

X148

G1 Z0 F 0,18

G0 X150

Z-26

X146

G1 Z0 F 0,18

G0 X150 M9

M5

G75

					ДП 44.03.04.917 ПЗ	Лист
						46
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

T3 D1; чистовая справа налево

M6

C18 G55 G90

G95 G0 Z-56 X135

G96 S1240 M3 M8

G1 Z-27,5 F 0,10

X145 Z-25

Z0

G0 X46 M9

M5

G75

T5 D1; центрование 8 отв

M6

C17 G55 G90

G94 G0 Z2 X0

G97 S2=1300 M2=4 M8

G98 G81 X0 Y0 Z-5 R1 F56 H1

G70 I64 J45 L6

G80 M9

G0 Z2

M5

G75

T6 D1; сверление 8 отв

M6

C17 G55 G90

G94 G0 Z2 X0

G97 S2=900 M2=4 M8

G98 G81 X0 Y0 Z-22 R1 F25 H2

					ДП 44.03.04.917 ПЗ	Лист
						47
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

G70 I64 J45 L6

G80 M9

G0 Z2

M5

G75

T8 D1; резьба в 8 отв

M6

C17 G55 G90

G95 G0 Z2 X0

G97 S2=200 M2=4 M8

G98 G76 X0 Y0 Z-18 R1 F1 H4

G70 I64 J45 L6

G80 M9

G0 Z2

M5

G75

M30

Таблица 18-Расшифровка фрагмента управляющей программы приведена в таблице

Переход 1. Подрезание торца справа	
1	2
T1 D1	Выбор инструмента T1, корректор № 1
M6	M6 - Смена инструмента
C18 G54 G90	G18 – выбор плоскости программирования XZ (токарные работы) G90 - Программирование в абсолютных размерах, G54 – активизация смещения нулевой точки детали (X0Z0 – нулевая точка)
G95 G0 Z1 X90	G95 – активизация подачи в мм/об G0 – быстрое перемещение инструмента в заданную точку X90 – координата заданной точки по оси X Z1 - координата заданной точки по оси Z
G96 S1200 M3 M8	G96 - Постоянная скорость резания, S1200 - Число оборотов – 1200 об/мин,

					ДП 44.03.04.917 ПЗ	Лист
						48
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Продолжение таблицы 18

1	2
	M3 - Вращение шпинделя против часовой стрелки (инструмент сверху, смотреть со стороны шпинделя) M8 – включение СОЖ
G1 X40 F 0,35	G1 – линейная интерполяция X40 – перемещение в точку с координатой F0,35 – подача 0,35 мм/об
G0 Z2 X90	G0 – быстрое перемещение инструмента в заданную точку Z2 - координата заданной точки по оси Z X90 – координата заданной точки по оси X
Z0	Z0 - быстрый отвод по оси Z
G1 X40 F 0,35	G1 – линейная интерполяция X40 – перемещение в точку с координатой F0,35 – подача 0,35 мм/об
G0 Z2 X90 M9	G0 – быстрое перемещение инструмента в заданную точку Z2 - координата заданной точки по оси Z X90 – координата заданной точки по оси X M9 – выключение СОЖ
M5	M5 – останов шпинделя
G75	G75 - отвод инструмента в точку смены инструмента
Переход 2. Черновая обработка справа налево	
T2 D1	Выбор инструмента T2, корректор № 1
M6	M6 - Смена инструмента
C18 G54 G90	G18 – выбор плоскости программирования XZ (токарные работы) G90 - Программирование в абсолютных размерах, G54 – активизация смещения нулевой точки детали (X0Z0 – нулевая точка)
G95 G0 Z1 X98	G95 – активизация подачи в мм/об G0 – быстрое перемещение инструмента в заданную точку X98 – координата заданной точки по оси X Z1 - координата заданной точки по оси Z
G96 S1115 M3 M8	G96 - Постоянная скорость резания, S1115 - Число оборотов – 1115 об/мин, M3 - Вращение шпинделя против часовой стрелки (инструмент сверху, смотреть со стороны шпинделя) M8 – включение СОЖ
G1 Z-120 F 0,21	G1 – линейная интерполяция Z-120 – перемещение в точку с координатой F0,21 – подача 0,21 мм/об
X135	X135 - перемещение по оси X в заданную координату
G0 Z1	G0 – быстрое перемещение инструмента в заданную точку (отвод по оси Z) Z1 - координата заданной точки по оси Z
X95	X95 – быстрое перемещение по оси X в координату

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.917 ПЗ

Лист

49

Продолжение таблицы 18

1	2
G1 Z-120 F 0,21	G1 – линейная интерполяция Z-120 – перемещение в точку с координатой F0,21 – подача 0,21 мм/об
X135	X135 - перемещение по оси X в заданную координату
G0 Z1	G0 – быстрое перемещение инструмента в заданную точку (отвод по оси Z) Z1 - координата заданной точки по оси Z
X92	X92 – быстрое перемещение по оси X в заданную координату
G1 Z-120 F 0,21	G1 – линейная интерполяция Z-120 – перемещение в точку с координатой F0,21 – подача 0,21 мм/об
X135	X135 - перемещение по оси X в заданную координату
G0 Z1	G0 – быстрое перемещение инструмента в заданную точку (отвод по оси Z) Z1 - координата заданной точки по оси Z
X89	X89 – быстрое перемещение по оси X в заданную координату
G1 Z-120 F 0,21	G1 – линейная интерполяция Z-120 – перемещение в точку с координатой F0,21 – подача 0,21 мм/об
X135	X135 - перемещение по оси X в заданную координату
G0 Z1	G0 – быстрое перемещение инструмента в заданную точку (отвод по оси Z) Z1 - координата заданной точки по оси Z
X86	X86 – быстрое перемещение по оси X
G1 Z-120 F 0,21	G1 – линейная интерполяция Z-120 – перемещение в точку с координатой F0,21 – подача 0,21 мм/об
X135	X135 - перемещение по оси X в заданную координату
G0 X136 M9	G0 – быстрое перемещение инструмента в заданную точку X136 – координата заданной точки по оси X M9 – выключение СОЖ
M5	M5 – останов шпинделя
G75	G75 - отвод инструмента в точку смены инструмента
Переход 2. Чистовая обработка справа налево	
T3 D1	Выбор инструмента T3, корректор № 1
M6	M6 - Смена инструмента
C18 G54 G90	G18 – выбор плоскости программирования XZ (токарные работы) G90 - Программирование в абсолютных размерах,

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.917 ПЗ

Лист

50

Окончание таблицы 18

1	2
	G54 – активизация смещения нулевой точки детали (X0Z0 – нулевая точка)
G95 G0 Z1 X82,2	G95 – активизация подачи в мм/об G0 – быстрое перемещение инструмента в заданную точку X82,2 – координата заданной точки по оси X Z1 – координата заданной точки по оси Z
G96 S1368 M3 M8	G96 - Постоянная скорость резания, S1368 - Число оборотов – 1368 об/мин, M3 - Вращение шпинделя против часовой стрелки (инструмент сверху, смотреть со стороны шпинделя) M8 – включение СОЖ
G1 Z0 F 0,10	G1 – линейная интерполяция Z0 – перемещение в точку с координатой F0,10 – подача 0,10 мм/об
X84,7 Z-2,5	рабочее перемещение в точку с заданными координатами
Z-120	рабочее перемещение в точку с заданной координатой
X133,5	рабочее перемещение в точку с заданной координатой
X135 Z-122,5	рабочее перемещение в точку с заданными координатами
G0 X136 M9	G0 – быстрое перемещение инструмента в заданную точку X136 – координата заданной точки по оси X M9 – выключение СОЖ
M5	M5 – останов шпинделя
G75	G75 - отвод инструмента в точку смены инструмента

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.917 ПЗ

Лист

51

4. ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

В дипломном проекте оценивается экономический эффект или эффективность предлагаемых мероприятий. В наиболее общем виде эффект оценивается как разность между полученными результатами (Р) и затратами на их получение:

$$\mathcal{E} = P - Z$$

Эффективность оценивается как величина эффекта, получаемого с каждого рубля затрат:

$$\mathcal{E}_\phi = \frac{\mathcal{E}}{Z}$$

В практике проведения расчетов экономической эффективности выделяются два основных методических подхода: оценка эффективности капитальных вложений и новой техники (метод приведенных затрат) и оценка эффективности инвестиционных проектов (метод расчета внутренней экономической эффективности мероприятий). Для этих методик характерны различные условия проведения и исходные данные для расчетов, критерии и показатели эффективности. Выбор методики расчета экономической эффективности мероприятий дипломного проекта определяется темой и содержанием технологической части работы, а также наличием необходимой исходной информации. Суть раздела провести расчет экономической эффективности от проведения модернизации технологической обработки детали Штырь. Данный проект заключается в выборе наиболее эффективного варианта технологии, поэтому используется первая из названных методик. Суть расчета – оценка сравнительной экономической эффективности двух вариантов.

Предметом экономического обоснования является расчёт сравнительной экономической эффективности двух технологических процессов с целью выбора более прогрессивного варианта. Поэтому расчёт экономической эффективности проводится по следующей

					ДП 44.03.04.917 ПЗ	Лист
						52
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

методике: оценка эффективности капитальных вложений и новой техники (метод приведенных затрат).

4.2. Расчет капитальных затрат

Определяем размер капитальных вложений по формуле

$$K = K_{об} + K_{про}$$

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

$K_{про}$ – 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 [26]:

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

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

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

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

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

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

Рассчитываем действительный годовой фонд времени работы оборудования по формуле [26]:

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

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

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

Номинальный фонд времени работы единицы оборудования определяется по производственному календарю на текущий год (365 – календарное количество дней; 117 – количество выходных и праздничных дней; 242 – количество рабочих дней, из них: 6 – сокращенные предпраздничные дни продолжительностью 7 ч; 236 – рабочие дни продолжительностью 8 ч). Отсюда количества рабочих часов оборудования (номинальный фонд):

- при односменной работе составляет:

$$F_H = 242 \cdot 8 + 6 \cdot 7 = 1978 \text{ ч};$$

- при двухсменной работе (базовый вариант):

$$F_H = 1978 \cdot 2 = 3956 \text{ ч.}$$

- при трёхсменной работе (обрабатывающий центр с ЧПУ):

$$F_H = 1978 \cdot 3 = 5934 \text{ ч.}$$

Потери рабочего времени на ремонтные работы равны 2,0% рабочего времени универсального оборудования и 9,0% для обрабатывающего центра с ЧПУ. Отсюда действительный фонд времени работы оборудования, согласно формулы (2.3), составляет:

$$F_{об} = 3956 \cdot \left(1 - \frac{2}{100}\right) = 3877 \text{ ч базовый вариант.}$$

$$F_{об} = 5934 \cdot \left(1 - \frac{9}{100}\right) = 5400 \text{ ч проектируемый вариант.}$$

Определяем количество станков по штучно-калькуляционному времени по формуле. Данные по расчетам сводим в таблицу по базовому варианту.

$$16K6K = \frac{2,91 \cdot 5000}{3877 \cdot 0,85 \cdot 1,02} = 1,35 \text{ шт.};$$

$$2H125 = \frac{0,4 \cdot 5000}{3877 \cdot 0,85 \cdot 1,02} = 0,58 \text{ шт.};$$

$$3MM15 = \frac{0,8 \cdot 5000}{3877 \cdot 0,85 \cdot 1,02} = 1,18 \text{ шт.}$$

					ДП 44.03.04.917 ПЗ	Лист
						54
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Определяем количество станков по штучно-калькуляционному времени, согласно раздела по формуле . Данные по расчетам сводим в таблицу 17 по проектируемому варианту.

$$V_{tum2000} = \frac{0.45 \cdot 5000}{5400 \cdot 0,85 \cdot 1,02} = 0.48_{шт}$$

После расчета всех операций значений ($T_{шт. (шт-к)}$) и (C_p) устанавливаем принятое число рабочих мест (C_n), округляя для ближайшего целого числа полученное значение (C_p) [26].

Таблица 19- Количество станков по штучно-калькуляционному времени по базовому варианту

Модель станка	Штучно-калькуляционное время ($T_{шт. (шт-к)}$), ч.	Расчетное количество станков, C_p	Принимаемое количество станков, C_n	Кз.ф.
16K20	2.91	1.35	2	0,67
2Н125	0,4	0.58	1	0,58
3М152	0,8	1.18	2	0,59
	$\Sigma T_{шт. (шт-к)} = 4.11$	3.11	$\Sigma C_n = 5$	

Таблица 20 - Количество станков по штучно-калькуляционному времени по проектируемому варианту

Модель станка	Штучно-калькуляционное время ($T_{шт. (шт-к)}$), ч.	Расчетное количество станков, C_p	Принимаемое количество станков, C_n	Кз.ф.
Vturn-X200	0,45	0,48	1	0,48
	$\Sigma T_{шт. (шт-к)} = 0,45$	0,48	$\Sigma C_n = 1$	

Определений капитальных вложений в оборудование

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

Таблица 21 – Сводная ведомость оборудования по базовому варианту

Наименование оборудования	Модель	Количество оборудования	Мощность, кВт		Стоимость одного станка, тыс. р.			Стоимость всего оборудования, тыс. р.
			Одного станка	Всех станков	Цена	Монтаж	Первоначальная стоимость	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Токарная	16K20	2	11	22	185	18,5	203,5	203.5
Сверлильная	2Н125	1	7,5	7.5	145	14,5	159,5	319
Шлицифрезерная	3М152	2	7,5	15	200	20	220	440
Итого		5		52	530		583	962.5

Таблица 22 – Сводная ведомость оборудования по проектируемому варианту

Наименование оборудования	Модель	Количество оборудования	Мощность, кВт		Стоимость одного станка, тыс. р.				Стоимость всего оборудования, тыс. р.
			Одного станка	Всех станков	Цена	Монтаж	Демонтаж	Первоначальная стоимость	
ОЦ с ЧПУ	Vturn-X200	1	19	19	14000	1230	50	14000	15280
Итого		1		19					15280

Капитальные вложения в оборудование ($K_{об}$) с учётом загрузки станка на 15% составляют $0,22 \cdot 15280 = 3362$ тыс. р.

Определение капитальных вложений в приспособления

Размер капитальных вложений в приспособления определяем по формуле

$$K_{прс} = \sum g_p \cdot N_{прс} \cdot C_{пр} \cdot K_{осн},$$

где g_p – расчетное количество оборудования, $g_p = 1$ шт.;

$N_{\text{прс}}$ – количество приспособлений на единицу оборудования, $N_{\text{прс}} = 2$ шт.;

$C_{\text{пр}}$ – стоимость приспособления с учетом транспортно-заготовительных расходов, транспортно-заготовительные расходы составляют 2,5%;

$K_{\text{осн}}$ – коэффициент занятости технологической оснастки, $K_{\text{осн}} = 1$, т.к. используется только на обработку этих изделий;

$C_{\text{прс}}$ – стоимость приспособлений, $C_{\text{прс1}} = 20000$ р., (спец. приспособление), $C_{\text{прс2}} = 25000$ р., (спец. приспособление).

Стоимость приспособления – это стоимость приобретения с учетом транспортно-заготовительных расходов. Отсюда:

$$C_{\text{прс}} = (20000 + 25000) \cdot 1,025 = 46125 \text{ р.}$$

Рассчитываем размер капитальных вложений в приспособления по формуле [26]:

$$K_{\text{прс}} = 79,95 \text{ тыс. р.}$$

$$\text{Итого: } 3410 + 46,12 = 3456,12 \text{ тыс. р.}$$

4.3. Расчет технологической себестоимости детали

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

В общем случае технологическая себестоимость складывается из следующих элементов, согласно формуле [26]:

$$C = Z_{\text{зп}} + Z_{\text{э}} + Z_{\text{об}} + Z_{\text{осн}} + Z_{\text{и}},$$

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

$Z_{\text{э}}$ – зарплата на технологическую энергию, р.;

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

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

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

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 [26]:

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

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

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

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

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

Численность станочников вычисляем по формуле [26]:

$$Ч_{\text{ст}} = \frac{t \cdot N_{\text{год}} \cdot k_{\text{мн}}}{F_{\text{р}}},$$

где $F_{\text{р}}$ – действительный годовой фонд времени работы одного рабочего, 1978 ч.;

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

t – штучно-калькуляционное время операции, мин;

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

Действительный фонд времени работы станочника определяется по производственному календарю на текущий год (365 – календарное количество дней; 117 – количество выходных и праздничных дней; 242 – количество рабочих дней, из них: 6 – сокращенные предпраздничные дни продолжительностью 7 ч; 236 – рабочие дни продолжительностью 8 ч; потери: 24 – отпуск очередной, 2 – потери пол больничному листу, 6 –

прочие; итого потерь – 32 дня.). Отсюда количество рабочих часов станочника составляет 1674 ч.

Принимаем заработную плату производственных рабочих и рассчитываем численность рабочих по формуле (4.8). Результаты вычислений сводим в таблицу по проектируемому варианту в таблице .

Таблица 23 – Затраты на заработную плату станочников по базовому варианту

Наименование операции	Разряд	Часовая тарифная ставка, р.	Штучно-калькуляционное время, ч	Заработная плата, р	Расчётная численность станочников, чел.
Токарная	3	105,4	0,91	95.9	1.8
Сверлильная	4	125,5	0,4	50.2	0.91
Шлицефрезерная	3	110,1	0,8	88.08	1.75
Итого				234.18	4.46

Определим затраты на заработную плату на годовую программу:

$$З_{зп} = 234.18 \cdot 5000 = 1170900 \text{ р.}$$

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

$$З_{зп} = 1170900 \cdot 1 \cdot 1,16 \cdot 1,15 = 1561980.6 \text{ р.}$$

Таблица 24 – Затраты на заработную плату станочников по проектируемому варианту

Наименование операции	Разряд	Часовая тарифная ставка, р.	Штучно-калькуляционное время, ч	Заработная плата, р	Численность станочников, чел.
Комплексная на ОЦ с ЧПУ	3	128,5	0,45	57.8	0,52
Итого				57.8	0,52

Определим затраты на заработную плату на годовую программу:

$$З_{зп} = 57.8 \cdot 5000 = 289000 \text{ р.}$$

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

$$З_{зп} = 289000 \cdot 1 \cdot 1,16 \cdot 1,15 = 385526 \text{ руб.}$$

Заработная плата вспомогательных рабочих рассчитываем по формуле

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

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

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

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

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

$k_{доп} = 1,23$;

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

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

Численность вспомогательных рабочих соответствующей специальности и разряда определяется по формуле:

$$Ч_{нал} = \frac{g_n \cdot n}{N},$$

где g_n – расчетное количество оборудования, согласно расчетам, составляет $g_n = 0,48$ шт.;

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

N – число станков, обслуживаемых одним наладчиком, $N = 8$ шт.

$$Ч_{нал} = \frac{4.46 \cdot 2}{8} = 1.01 \text{ чел.}$$

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

$$Ч_{трансп.} = 4.46 \cdot 0,05 = 0,22 \text{ чел.};$$

$$Ч_{контр.} = 4.46 \cdot 0,07 = 0,31 \text{ чел.}$$

По формуле (4.9) произведем вычисления заработной платы вспомогательных рабочих:

$$З_{\text{нал}} = \frac{79,5 \cdot 1674 \cdot 1,01 \cdot 1,23 \cdot 1,2}{5000} = 39,6 \text{ р.};$$

$$З_{\text{трансп.}} = \frac{59,2 \cdot 1674 \cdot 0,22 \cdot 1,23 \cdot 1,2}{5000} = 6,4 \text{ р.};$$

$$З_{\text{контр.}} = \frac{55,8 \cdot 1674 \cdot 0,31 \cdot 1,23 \cdot 1,2}{5000} = 8,5 \text{ р.}$$

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

Таблица 25 – Затраты на заработную плату вспомогательных рабочих по базовому варианту

Специальность рабочего	Часовая тарифная ставка, р.	Численность, чел.	Затраты на изготовление одной детали, р.
Слесарь	79,5	1.01	80.3
Транспортный рабочий	59,2	0,22	13
Контролер	55,8	0,31	17.3
Итого		1.54	110.6

Определим затраты на заработную плату за год:

$$З_{\text{зп}} = 110,6 \cdot 5000 = 553000 \text{ р.}$$

Рассчитаем затраты на заработную плату по формуле (4.7):

$$З_{\text{зп}} = 1561980,6 + 553000 = 2114980,6 \text{ р.}$$

Таблица 26 – Затраты на заработную плату вспомогательных рабочих по проектируемому варианту

Специальность рабочего	Часовая тарифная ставка, р.	Численность, чел.	Затраты на изготовление одной детали, р.
Наладчик	79,5	0,19	15.1
Транспортный рабочий	59,2	0,09	5.32
Контролер	55,8	0,013	0,72
Итого		0,293	21.14

Определим затраты на заработную плату за год:

$$З_{\text{зп}} = 21.14 \cdot 5000 = 105700 \text{ р.}$$

Рассчитаем затраты на заработную плату по формуле (5.7):

$$З_{\text{зп}} = 385526 + 105700 = 491226 \text{ р.}$$

Отчисления в социальный фонд.

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

$$\text{Базовый вариант } 2114980.6 \cdot 0,3 = 634494.2 \text{ р.}$$

$$\text{Проектируемый вариант } 491226 \cdot 0,3 = 147367.8 \text{ р.}$$

Затраты на электроэнергию

Затраты на электроэнергию, расходуемую на выполнение одной детали операции, рассчитываем по формуле [26]:

$$З_{\text{э}} = \frac{N_{\text{у}} \cdot k_{\text{N}} \cdot k_{\text{вр}} \cdot k_{\text{од}} \cdot k_{\text{w}} \cdot t}{\eta \cdot k_{\text{ен}}} \cdot Ц_{\text{э}},$$

где $N_{\text{у}}$ – установленная мощность главного электродвигателя (по паспортным данным), кВт;

k_{N} – средний коэффициент загрузки электродвигателя по мощности,
 $k_{\text{N}} = 0,2 \div 0,4$;

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

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

k_{w} – коэффициент, учитывающий потери электроэнергии в сети предприятия, $k_{\text{w}} = 1,04 \div 1,08$;

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

					ДП 44.03.04.917 ПЗ	Лист
						62
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

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

$\text{Ц}_\circ$ – стоимость 1 кВт·ч электроэнергии, $\text{Ц}_\circ = 3,3$ р.

Производим расчеты по вариантам по формуле (4.11):

$$З_\circ(16\text{K}20) = \frac{11 \cdot 0,3 \cdot 0,7 \cdot 0,75 \cdot 1,06 \cdot 0,4}{0,9 \cdot 1,02} \cdot 3,3 = 2,6 \text{ р.};$$

$$З_\circ(2\text{H}125) = \frac{15 \cdot 0,3 \cdot 0,7 \cdot 0,75 \cdot 1,06 \cdot 0,91}{0,9 \cdot 1,02} \cdot 3,3 = 4,3 \text{ р.};$$

$$З_\circ(3\text{M}152) = \frac{15 \cdot 0,3 \cdot 0,7 \cdot 0,75 \cdot 1,06 \cdot 0,8}{0,9 \cdot 1,02} \cdot 3,3 = 3,6 \text{ р.};$$

$$З_\circ(\text{ОЦ}) = \frac{19 \cdot 0,3 \cdot 0,7 \cdot 0,75 \cdot 1,06 \cdot 0,45}{0,9 \cdot 1,02} \cdot 3,3 = 5,1 \text{ р.};$$

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

Таблица 27 – Затраты на электроэнергию по базовому варианту

Модель станка	Установленная мощность, кВт	Штучно-калькуляционное время, ч	Затраты на электроэнергию, р.
16K20	11	0,4	2.6
2H125	7.5	0,91	13.65
3M152	15	0,8	12
Итого			28.25

Определим затраты на электроэнергию плату за год:

$$З_\circ = 28.25 \cdot 5000 = 141250 \text{ р.}$$

Таблица 28 – Затраты на электроэнергию по проектируемому варианту

Модель станка	Установленная мощность, кВт	Штучно-калькуляционное время, ч	Затраты на электроэнергию, р.
Комплексная на ОЦ с ЧПУ	19	0,45	5.1
Итого			5.1

Определим затраты на электроэнергию за год:

$$З_\circ = 5,1 \cdot 5000 = 25500 \text{ р.}$$

Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования

Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования рассчитывается по формуле:

$$З_{об} = C_{ам} + C_{рем},$$

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

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

Амортизационные отчисления на каждый вид оборудования определяют по формуле [26]:

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

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

$H_{ам}$ – норма амортизационных отчислений, $H_{амБ} = 12\%$ для базового оборудования, $H_{амН} = 8\%$ - для нового оборудования;

t – штучно-калькуляционное время, мин;

$F_{об}$ – годовой действительный фонд работы оборудования, $F_{обБаз} = 3877$ ч. и $F_{обНов} = 5400$ ч;

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

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

Производим расчеты по вариантам по формуле (4.13):

$$C_{ам}(16K20) = \frac{203500 \cdot 0,12 \cdot 0,4}{3877 \cdot 0,85 \cdot 1,02} = 2,9 \text{ р.};$$

$$C_{ам}(2Н125) = \frac{440000 \cdot 0,12 \cdot 0,91}{3877 \cdot 0,85 \cdot 1,02} = 14,3 \text{ р.};$$

$$C_{ам}(3М152) = \frac{319000 \cdot 0,12 \cdot 0,8}{3877 \cdot 0,85 \cdot 1,02} = 9,1 \text{ р.};$$

$$C_{ам(ОЦ)} = \frac{15280000 \cdot 0,08 \cdot 0,45}{5400 \cdot 0,85 \cdot 1,02} = 117,4 \text{ р.}$$

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

$Ц_{РЕБаз} = 372$ р., $Ц_{РЕНов} = 891$ р. Вычисления производим по формуле

$$C_{\text{рем}} = \frac{C_{\text{РЕ}} \cdot \Sigma Re}{t \cdot N_{\text{год}}},$$

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

t – штучно-калькуляционное время, мин;

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

Производим вычисление затрат на текущий ремонт оборудования по формуле (4.14):

$$C_{\text{рем}}(16K20) = \frac{372 \cdot 1}{0,4 \cdot 5000} = 0,18 \text{ р.};$$

$$C_{\text{рем}}(2H125) = \frac{372 \cdot 2}{0,91 \cdot 5000} = 0,16 \text{ р.}$$

$$C_{\text{рем}}(3M152) = \frac{372 \cdot 2}{0,8 \cdot 5000} = 0,18 \text{ р.};$$

$$C_{\text{рем}}(\text{ОЦ}) = \frac{891 \cdot 1}{0,45 \cdot 5000} = 0,39 \text{ р.}$$

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

Таблица 29 – Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования базовый вариант

Модель станка	Стоимость, тыс. р.	Количество, шт.	Норма амортизационных отчислений, %	Штучно-калькуляционное время, ч	Амортизационные отчисления, р.	Затраты на ремонт, р.
16K20	203.5	1	12	0,4	2.9	0.18
2H125	319	2	12	0,91	14.3	0,16
3M152	440	2	12	0,8	9.1	0,18
Итого					26.3	0.52

Таблица 30– Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования проектируемый вариант

Модель станка	Стоимость, тыс. р.	Количество, шт.	Норма амортизационных отчислений, %	Штучно-калькуляционное время, ч	Амортизационные отчисления, р.	Затраты на ремонт, р.
Комплексная на ОЦ с ЧПУ	15280	1	8	0,45	117.4	0,39
Итого					117.4	0,39

Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования рассчитывается по формуле (4.12):

$$З_6 = 26.3 + 0.52 = 26.82 \text{ р.}$$

$$З_{\Pi} = 117.4 + 0.39 = 117.79 \text{ р.}$$

Затраты на эксплуатацию инструмента

Затраты на эксплуатацию инструмента в базовой технологии вычисляем по формуле:

$$З_{\Pi} = \frac{C_{\Pi} + \beta_n \cdot C_n}{T_{ст} \cdot N_{год} \cdot (\beta_n + 1)} \cdot T_m \cdot \eta_{\Pi},$$

где C_{Π} – цена единицы инструмента, р;

β_n - число переточек;

C_n – стоимость одной переточки;

$T_{ст}$ – период стойкости инструмента;

T_m – машинное время;

η_{Π} - коэффициент случайной убыли инструмента, $\eta_{\Pi} = 0.98$;

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

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

Таблица 31– Перечень инструмента базового тех. процесса

№ опер	Наименование	Т _м , мин	№ опер	Наименование	Т _м , мин
005	Сверло ГОСТ 26595	6,8	010	Резец угловой ГОСТ 18875	1,1
005	Резец ГОСТ 26595	4,5	015	Сверло ГОСТ 10903	18,5
010	Резец расточной ГОСТ 18883	15,5	015	Зенкер ГОСТ 12489	14,3
010	Резец канавочный ГОСТ 18885	2,2	015	Метчик М8 ГОСТ 3449	25,4

Производим расчет затрат на эксплуатацию инструмента по базовому

тех. процессу (для стандартного инструмента) по формуле (4.15):

$$\begin{aligned}
 Z_{II} = & \frac{3560 + 5 \cdot 80}{60 \cdot 5000 \cdot 6} \cdot 6,8 \cdot 0,98 + \frac{3120 + 5 \cdot 60}{60 \cdot 5000 \cdot 6} \cdot 4,5 \cdot 0,98 + \frac{610 + 7 \cdot 60}{60 \cdot 5000 \cdot 8} \cdot 15,5 \cdot 0,98 + \frac{750 + 5 \cdot 75}{60 \cdot 5000 \cdot 6} \cdot 2,2 \cdot 0,98 + \\
 & + \frac{450 + 8 \cdot 45}{60 \cdot 5000 \cdot 9} \cdot 1,1 \cdot 0,98 + \frac{350 + 10 \cdot 40}{25 \cdot 5000 \cdot 11} \cdot 18,5 \cdot 0,98 + \frac{450 + 6 \cdot 49}{32 \cdot 5000 \cdot 7} \cdot 14,3 \cdot 0,98 + \frac{630 + 7 \cdot 84}{28 \cdot 5000 \cdot 8} \cdot 25,4 \cdot 0,98 = \\
 & = 15,13 \text{ р.}
 \end{aligned}$$

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

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

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

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

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), р.;

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

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

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

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

Величина Q также определена опытным путем и зависит от условий обработки и формы сменной пластины. Значения показателя Q рекомендованные для условий 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 внесем параметры инструмента.

					ДП 44.03.04.917 ПЗ	Лист
						68
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Таблица 32 – Параметры прогрессивного инструмента

Операция	Инструмент	Машин- ное время, мин	Цена единицы инстру- мента, руб.	Суммар- ный период стойкости инстру- мента, мин	Затраты на переточку инструмен- та, руб.	Кoeffи- циент убыли	Итого затраты, руб.
1	2	3	4	5	6	7	8
005	Резцовая головка C5- SVQBL- 15080-11	2,21	15560 630	 310	-	 0,90	1,12
005	Фреза R217.14C04 5100AC13N 1630	0,39	14560 570	 280	-	 0,90	1,44
	Резец S25T- PCLNR 12	2,63	7520 500	 320		 0,90	2,55
	Резец RF151.37- 2525-058B50	1,32	8120 480	 280	-	0,90	1,88
	Резец PCLNR 2525M 12	0,03	7400	380	-	0,90	0,61
	Сверло R841-0555- 30-A1A 1220	0,07	8500 510	310	-	0,90	0,88
Итого							22,9

Затраты на оснастку

Затраты на оснастку вычисляем по формуле

$$Z_{\text{осн}} = \frac{g_p \cdot H_{\text{прс}} \cdot Ц_{\text{прс}} \cdot N_{\text{ам}}^{\text{прс}}}{N_{\text{год}} \cdot 100},$$

где g_p – принятое количество оборудования, ($g_p = 5$ шт.);

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

$Ц_{\text{прс}}$ – стоимость приспособлений, ($Ц_{\text{прс1}} = 25600$ р., $Ц_{\text{прс2}} = 15631$ р., $Ц_{\text{прс3}} = 12563$ р.).

$N_{\text{ам}}^{\text{прс}}$ - норма амортизационных отчислений на приспособления, ($N_{\text{ам}}^{\text{прс}} = 66\%$);

					ДП 44.03.04.917 ПЗ	Лист
						69
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$N_{\text{год}}$ – годовая программа выпуска деталей, $N_{\text{год}} = (5000 \text{ шт.})$.

Производим расчет затраты на оснастку по формуле (4.16):

$$Z_{\text{осн}} = \frac{1 \cdot 1 \cdot (2 \times 25600 + 15631 + 2 \times 12563) \cdot 66}{5000 \cdot 100} = 12.1 \text{ р.}$$

Таблица 33 – Технологическая себестоимость обработки детали

Статьи затрат	Сумма, Базовый вариант руб.	Сумма, Проектируемый вариант руб.
1	2	3
Заработная плата с начислениями	2114.98	491.22
Затраты на технологическую электроэнергию	28.25	5.1
Затраты на содержание и эксплуатацию оборудования	26.82	117.79
Затраты на эксплуатацию оснастки	78,9	0
Затраты на инструмент	15,13	22,90
Итого	2264.08	637.01

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:

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

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

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

$$\mathcal{E}_{\text{год. б.}} = (2264.08 - 637.01) \cdot 5000 = 8135350 \text{ р.}$$

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

Удельный вес каждой операции определяется по формуле

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

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

T – суммарное штучно-калькуляционное время обработки детали.

Производим расчеты удельного веса операции по формуле (4.17) по базовому варианту:

$$Y_{\text{оп}}(16K20) = \frac{0,4}{2,11} \cdot 100\% = 18.9\%;$$

$$Y_{\text{оп}}(2H125) = \frac{0,91}{2,11} \cdot 100\% = 43.1\%;$$

$$Y_{\text{оп}}(3M152) = \frac{0,80}{2,11} \cdot 100\% = 37.9\%;$$

$$Y_{\text{оп}}(\text{ОЦ}) = \frac{0,45}{0,45} \cdot 100\% = 100\% - \text{по проектируемому варианту.}$$

Доля прогрессивного оборудования

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

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

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

g_{Σ} – общее количество использованного оборудования, $g = 1$ шт.

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

Определим производительность труда на программных операциях:

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

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

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

t – штучно-калькуляционное время, мин.

Производительность труда в усовершенствованном техпроцессе:

$$B_{\text{пр.}} = \frac{1674 \cdot 1,2 \cdot 60}{27} = 4464 \text{ шт} / \text{чел.год}$$

Производительность труда в базовом техпроцессе:

$$B_{\text{б.}} = \frac{1647 \cdot 1,2 \cdot 60}{126.6} = 937 \text{ шт} / \text{чел.год}$$

					ДП 44.03.04.917 ПЗ	Лист
						71
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Рост производительности труда:

$$\Delta B = \frac{B_{пр} - B_б}{B_б} \cdot 100\%,$$

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

$$\Delta B = \frac{4464 - 937}{937} \cdot 100\% = 376.4 \%$$

Таблица 34- Техничко-экономические показатели проекта

Наименование показателей	Ед. изм.	Значения показателей		Изменение показателей
		базовый вариант	проектный вариант	
1	2	3	4	5
Годовой выпуск деталей	шт	5000	5000	
Количество оборудования	шт.	5	1	-4
Количество рабочих	чел.	5	1	-4
Сумма инвестиций	тыс. руб.		3456.12	
Трудоёмкость обработки одной детали	н/ч	2,11	0,45	-1,66
Технологическая себестоимость одной детали, в том числе:	руб.	2129.41	514.12	-1615.29
- затраты на инструмент		15,13	22,9	+7,77
- заработная плата рабочих		2114.28	491.22	-1623.06
Доля прогрессивного оборудования	%	-	100	100
Производительность труда	шт/чел.год	937	4464	+3527
Сменность		2	3	+1
Рост производительности труда	%	100	476.4	+376.4
Коэффициент загрузки оборудования		0,16	0,22	+0,06
Годовой условный экономический эффект	тыс. руб.		8135.35	
Срок окупаемости	год		1	

Как видно из расчётов себестоимость продукции снижается на 1615290 руб в результате роста производительности труда, повышения загрузки оборудования, сокращения удельных затрат материалов, электроэнергии.

В результате совершенствования технологии механической обработки детали «Штырь», 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 8135.35 т.р. и срок окупаемости проекта 1 год.

					ДП 44.03.04.917 ПЗ	Лист
						73
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

5. МЕТОДИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

Вопросы подготовки, переподготовки и повышения квалификации рабочих кадров в условиях рыночных отношений приобретают особую актуальность. Важное значение решения этой проблемы имеет на уровне предприятия, положение которого в условиях рыночной экономики коренным способом изменилось. Становясь объектом товарно-денежных отношений, обладающим экономической самостоятельностью и полностью отвечающим за результаты своей деятельности, на предприятии должна быть сформирована также система подготовки, переподготовки и повышения квалификации рабочих кадров, которая обеспечила бы ему высокую эффективность работы, конкурентную способность и устойчивость положения на рынке.

В настоящее время перед профессиональным обучением рабочих кадров встал целый ряд принципиально важных задач, обусловленных потребностями адаптации предприятий к рынку, проведением модернизации и перепрофилирования производств, реструктуризацией занятости и изменением требований к качеству рабочей силы.

Современное производство предъявляет высокие требования к рабочим кадрам и системе подготовки, переподготовки и повышения квалификации в условиях рыночных отношений. В ходе научно-технического прогресса одни профессии отмирают, другие появляются, третьи модифицируются. Уплотняется трудовой ритм, меняются технические средства. Всё это порождает необходимость в новых формах подготовки, переподготовки и повышения квалификации рабочих кадров.

В настоящее время встают вопросы: как в этих условиях организовать обучение, по каким профессиям вести подготовку и переподготовку, каким должно быть учебно-методическое

					ДП 44.03.04.917 ПЗ	Лист
						74
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

обеспечение, где найти источники финансирования, какова роль государства в поддержке обучения и его регулировании. Необходимость решения этих вопросов ощущается всё острее и предприятиями и службами занятости.

Рассмотрим два профессиональных стандарта - Профессиональный стандарт, утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации 22 апреля 2015г. № 239н, «Станочник широкого профиля» и Профессиональный стандарт, утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации «4» августа 2014г. № 530н, «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с числовым программным управлением»

В таблице 35 приведем сравнение обобщенных трудовых функций станочника широкого профиля и оператора-наладчика обрабатывающих центров с ЧПУ в соответствии с профессиональным стандартом.

Таблица 35 – Сравнение трудовых функций

Станочник широкого профиля		Оператор-наладчик обрабатывающих центров с числовым программным управлением	
1	2	3	4
Наименование ТФ	Наименование ОТФ	Наименование ОТФ	Наименование ТФ
Обработка металлических и неметаллических заготовок, простых деталей, изделий на металлорежущих станках сверлильной группы с точностью размеров по 14-11 качеству	Обработка заготовок, простых деталей, изделий из различных материалов на металлорежущих станках	Наладка и подналадка обрабатывающих центров с программным управлением для обработки простых и средней сложности деталей; обработка простых и сложных деталей	Наладка на холостом ходу и в рабочем режиме обрабатывающих центров для обработки отверстий в деталях и поверхностей деталей по 8–14 квалитетам
Обработка металлических и неметаллических заготовок, простых деталей, изделий на металлорежущих станках токарной			Настройка технологической последовательности обработки и режимов резания, подбор режущих и измерительных

Продолжение таблицы 35

1	2	3	4
группы с точностью размеров по 14-11 качеству			инструментов и приспособлений по технологической карте
Обработка металлических и неметаллических заготовок, простых деталей, изделий на металлорежущих станках фрезерной группы с точностью размеров по 16-12 качеству			Установка деталей в универсальных и специальных приспособлениях и на столе станка с выверкой в двух плоскостях
			Отладка, изготовление пробных деталей и передача их в отдел технического контроля (ОТК)
			Подналадка основных механизмов обрабатывающих центров в процессе работы
			Обработка отверстий и поверхностей в деталях по 8–14 качествам
			Инструктирование рабочих, занятых на обслуживаемом оборудовании
Обработка металлических и неметаллических заготовок, деталей, изделий средней сложности на металлорежущих станках сверлильной группы с точностью размеров по 10-7 качеству	Обработка заготовок, деталей, изделий средней сложности из различных материалов на металлорежущих станках	Наладка на холостом ходу и в рабочем режиме обрабатывающих центров с программным управлением для обработки деталей, требующих перестановок и комбинированного их крепления; обработка деталей средней сложности	Наладка обрабатывающих центров для обработки отверстий в деталях и поверхностей деталей по 7–8 качествам
Обработка металлических и неметаллических заготовок, деталей, изделий средней сложности на металлорежущих			

Продолжение таблицы 35

1	2	3	4
станках токарной			
группы с точностью размеров по 10-9 кавалитету			Программирование станков с числовым программным управлением (ЧПУ)
Обработка металлических и неметаллических заготовок, деталей, изделий средней сложности на металлорежущих станках фрезерной группы с точностью размеров по 11-10 кавалитету			Установка деталей в приспособлениях и на столе станка с выверкой их в различных плоскостях
Обработка металлических и неметаллических заготовок, деталей, изделий средней сложности на металлорежущих станках шлифовальной группы с точностью размеров по 8-7 кавалитету и шероховатостью поверхности Ra 1,25 ...0,63			Обработка отверстий и поверхностей в деталях по 7–8 квалитетам

Продолжение таблицы 35

Обработка сложных металлических и неметаллических деталей, изделий на металлорежущих станках сверлильной группы с точностью размеров по 7 качеству	Обработка сложных деталей, изделий из различных материалов на металлорежущих станках	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	Наладка обрабатывающих центров для обработки отверстий и поверхностей в деталях по 6 качеству и выше
Обработка сложных металлических и неметаллических деталей, изделий на металлорежущих станках токарной группы с точностью размеров по 8-7 качеству			
Обработка сложных металлических и неметаллических деталей, изделий на металлорежущих станках фрезерной группы с точностью размеров по 9-8 качеству			
Обработка сложных металлических и неметаллических деталей, изделий на металлорежущих станках шлифовальной группы с точностью размеров по 7-6 качеству и шероховатостью поверхности Ra 0,63 ...0,32			

Сравнение комплекса обобщенных трудовых функций и трудовых функций по данным профессиям показало, что в целом подготовка отличается оборудованием и операциями, но практически не отличается по номенклатуре изготавливаемых изделий, степени их точности и качества поверхностей. У оператора-наладчика станков с ЧПУ доминирует наладка станка и обработка деталей на нем, а у станочника широкого профиля – обработка деталей на станке. Значит, переподготовку можно осуществить в достаточно короткие сроки.

Деталь «Штырь», технологический процесс которой проектируется в выпускной квалификационной работе, относится к деталям средней сложности и изготавливается преимущественно на токарных.

Поэтому сравнительно проанализируем обобщенные трудовые функции «Обработка заготовок, деталей, изделий средней сложности из различных материалов на металлорежущих станках» и «Наладка и подналадка обрабатывающих центров с программным управлением для обработки простых и средней сложности деталей; обработка простых и сложных деталей».

Для станочника широкого профиля в данном случае имеется две трудовые функции, которые приведены в таблице 36. Данная трудовая функция должна быть сформирована на 2-ом уровне (подуровне) квалификации.

Таблица 36 – Трудовые функции станочника

Наименование	Обработка металлических и неметаллических заготовок, деталей, изделий средней сложности на металлорежущих станках токарной группы с точностью размеров по 10-9 качеству	Код	В/02.4	Уровень (подуровень) квалификации	2
1	2				
Трудовые действия	Анализ исходных данных (техническая документация, заготовки, детали, изделия) для проведения токарной обработки металлических и неметаллических заготовок, деталей, изделий средней сложности				

Продолжение таблицы 36

1	2
	Подготовка и обслуживание рабочего места для проведения токарной обработки металлических и неметаллических заготовок, деталей, изделий средней сложности
	Ведение технологического процесса токарной обработки металлических и неметаллических заготовок, деталей, изделий средней сложности в соответствии с технической документацией
	Контроль качества токарной обработки металлических и неметаллических заготовок, деталей, изделий средней сложности
Необходимые умения	Поддерживать состояние рабочего места в соответствии с требованиями охраны труда, пожарной, промышленной и экологической безопасности, с правилами организации рабочего места станочника (токаря)
	Читать и применять техническую документацию при выполнении работ
	Проверять соответствие заготовок и вспомогательных материалов требованиям технической документации (карты)
	Выполнять расчеты величин предельных размеров и допуска по данным чертежа (эскиза) и определять годность заданных действительных размеров
	Выбирать, подготавливать к работе и использовать универсальные, специальные приспособления, режущий и контрольно-измерительный инструмент
	Производить текущую наладку токарного станка
	Определять и устанавливать оптимальный режим обработки в зависимости от материала, формы обрабатываемой поверхности и типа станка
	Воспроизводить заданный технологический маршрут токарной обработки
	Производить измерения обработанных поверхностей универсальными и специализированными измерительными инструментами в соответствии с технологическим процессом
	Предупреждать и устранять возможный брак при выполнении работ
	Соблюдать правила по охране труда, пожарной и промышленной безопасности при проведении работ
Необходимые знания	Требования к планировке и оснащению рабочего места токаря
	Порядок ежедневного технического обслуживания станка
	Правила построения технологического маршрута обработки детали
	Основные свойства и маркировка обрабатываемых и инструментальных материалов
	Правила чтения технической документации
	Знаки условного обозначения допусков, квалитетов, параметров шероховатости, способов базирования
	Допуски и посадки, квалитеты и параметры шероховатости в пределах выполняемых работ
	Устройство, назначение, правила и условия применения универсальных и специальных приспособлений, режущего и измерительного инструмента

Продолжение таблицы 36

1	2				
	Устройство, назначение, правила применения металлорежущих станков токарной группы				
	Порядок текущей наладки токарного станка				
	Правила определения оптимального режима обработки в зависимости от материала заготовки, формы обрабатываемой поверхности и типа станка				
	Правила, последовательность и способы обработки металлических и неметаллических заготовок, деталей, изделий средней сложности на металлорежущих станках токарной группы				
	Правила и последовательность проведения измерений				
	Основные виды и причины брака, способы его предупреждения и устранения				
	Правила по охране труда, пожарной и промышленной безопасности при ведении работ				
	Правила применения средств индивидуальной и коллективной защиты				
Наименование	Обработка металлических и неметаллических заготовок, деталей, изделий средней сложности на металлорежущих станках фрезерной группы с точностью размеров по 11-10 квалитету	Код	В/03.4	Уровень (подуровень) квалификации	2
Трудовые действия	Анализ исходных данных (техническая документация, заготовки, детали, изделия) для проведения фрезерной обработки металлических и неметаллических заготовок, деталей, изделий средней сложности				
	Подготовка и обслуживание рабочего места для проведения фрезерной обработки металлических и неметаллических заготовок, деталей, изделий средней сложности				
	Ведение технологического процесса фрезерования металлических и неметаллических заготовок, деталей, изделий средней сложности в соответствии с технической документацией				
	Контроль качества фрезерной обработки металлических и неметаллических заготовок, деталей, изделий средней сложности				
Необходимые умения	Поддерживать состояние рабочего места в соответствии с требованиями охраны труда, пожарной, промышленной и экологической безопасности, с правилами организации рабочего места станочника (фрезеровщика)				
	Читать и применять техническую документацию при выполнении работ				
	Проверять соответствие заготовок и вспомогательных материалов требованиям технической документации (карты)				
	Выполнять расчеты величин предельных размеров и допуска по данным чертежа (эскиза) и определять годность заданных действительных размеров				

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.917 ПЗ

Лист

81

Продолжение таблицы 36

1	2
	Выбирать, подготавливать к работе и использовать универсальные, специальные приспособления, режущий и контрольно-измерительный инструмент
	Производить текущую наладку фрезерного станка
	Определять и устанавливать оптимальный режим обработки в зависимости от материала, формы обрабатываемой поверхности и типа станка
	Воспроизводить заданный технологический маршрут обработки
	Производить измерения обработанных поверхностей универсальными и специализированными измерительными инструментами в соответствии с технологическим процессом
	Предупреждать и устранять возможный брак при выполнении работ
	Соблюдать правила по охране труда, пожарной и промышленной безопасности при проведении работ
Необходимые знания	Требования к планировке и оснащению рабочего места фрезеровщика
	Порядок ежесменного технического обслуживания станка
	Правила построения технологического маршрута обработки детали
	Основные свойства и маркировка обрабатываемых и инструментальных материалов
	Правила чтения технической документации
	Знаки условного обозначения допусков, качеств, параметров шероховатости, способов базирования
	Допуски и посадки, качества и параметры шероховатости в пределах выполняемых работ
	Устройство, назначение, правила и условия применения универсальных и специальных приспособлений, режущего и измерительного инструмента
	Устройство, назначение, правила применения металлорежущих станков фрезерной группы
	Порядок текущей наладки фрезерного станка
	Правила определения оптимального режима обработки в зависимости от материала заготовки, формы обрабатываемой поверхности и типа станка
	Правила, последовательность и способы обработки металлических и неметаллических заготовок, деталей, изделий средней сложности на металлорежущих станках фрезерной группы
	Правила и последовательность проведения измерений
	Основные виды и причины брака, способы его предупреждения и устранения
	Правила по охране труда, пожарной и промышленной безопасности при ведении работ
	Правила применения средств индивидуальной и коллективной защиты
Другие характеристики	-

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.

Требования к образованию и обучению: Среднее профессиональное образование – программы подготовки квалифицированных рабочих (служащих).

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

Особые условия допуска к работе:

Прохождение обязательных предварительных (при поступлении на работу) и периодических медицинских осмотров (обследований), а также внеочередных медицинских осмотров (обследований) в установленном законодательством Российской Федерации порядке.

Прохождение работником инструктажа по охране труда на рабочем месте.

Обобщенная трудовая функция – «Наладка и подналадка обрабатывающих центров с программным управлением для обработки простых и средней сложности деталей; обработка простых и сложных деталей» имеет код А и уровень квалификации -2.

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

- Наладка на холостом ходу и в рабочем режиме обрабатывающих центров.

					ДП 44.03.04.917 ПЗ	Лист
						83
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

-Настройка технологической последовательности обработки и режимов резания, подбор режущих и измерительных инструментов и приспособлений по технологической карте.

-Установка деталей в универсальных и специальных приспособлениях и на столе станка с выверкой в двух плоскостях.

-Отладка, изготовление пробных деталей и передача их в отдел технического контроля (ОТК).

-Подналадка основных механизмов обрабатывающих центров в процессе работы.

-Инструктирование рабочих, занятых на обслуживаемом оборудовании.

В результате сравнительного анализа трудовых функций, необходимых знаний и умений мы можем установить, что переподготовка станочника на оператора-наладчика ОЦ с ЧПУ должна включать актуализацию сведений о резании металлов и режущем инструменте, об основах технологии машиностроения, о материалах и их применении, о технике безопасности. Помимо этого программа переподготовки должна включать сведения об оборудовании с ЧПУ, о его устройстве и работе, о программировании, о наладке и технологии отработки управляющих программ, а также об обслуживании станков с ЧПУ.

Таблица 37 - Трудовые функции

Обработка сложных заготовок и узлов с большим числом обрабатываемых наружных и внутренних поверхностей с точностью 6–7 квалитет на универсальных расточных станках	D/01.4
--	--------

Выбрана трудовая функция D/01.4 «Обработка сложных заготовок и узлов с большим числом обрабатываемых наружных и внутренних поверхностей с точностью 6–7 квалитет на универсальных расточных станках», ее анализ приведен в таблице.

Таблица 38- Анализ трудовой функции D/01.4

Наименование	Обработка сложных заготовок и узлов с большим числом обрабатываемых наружных и внутренних поверхностей с точностью 6–7 квалитет на универсальных расточных станках	Код	D/01.4	Уровень (подуровень) квалификации	4
1	2				
Трудовые действия	Подготовка и обслуживание рабочих мест по стадиям технологического процесса				
	Выполнение технологических операций при обработке сложных деталей и узлов с большим числом обрабатываемых наружных и внутренних поверхностей по 6–7 квалитетам на универсальных расточных станках				
	Обработка деталей и узлов с выверкой в нескольких плоскостях с применением стоек, борштанг, летучих суппортов и фрезерных головок				
	Нарезание резьбы различного профиля и шага				
	Координатное растачивание отверстий в приспособлениях и без них с передвижением по координатам при помощи индикаторов и микрометрических плиток				
	Растачивание отверстий на алмазно-расточных станках всех типов в сложных деталях по 6 квалитету				
	Установка деталей в различных приспособлениях, универсальных патронах, на угольнике и на планшайбе с точной выверкой по индикатору не более 0,02 мм				
Необходимые умения	Подготавливать и содержать рабочие места по стадиям технологического процесса в соответствии с требованиями охраны труда, производственной санитарии, пожарной безопасности и электробезопасности				
	Подготавливать инструмент и приспособления, выполнять обработку и измерения наружных и внутренних поверхностей с труднодоступными для обработки и измерений местами				
	Фрезеровать плоскости, замки, растачивать отверстия с подрезанием торцов по заданным координатам корпусов, головок, конусных и сферических узлов				
	Производить окончательное растачивание отверстий под подшипники корпусов редукторов с пересекающимися осями отверстий				
	Производить окончательное растачивание корпусов опорных подшипников диаметром свыше 400 мм, шатунов главных паровых машин с расстоянием между центрами свыше 1800 мм, блоков цилиндров двигателя, корпусов поплавковых клапанов				
	Производить разметку и нанесение точных рисок на шкалы и нониусы				
	Растачивать и фрезеровать пазы «ласточкин хвост» шаботов штамповочных молотов				
	Растачивать отверстия шестерен порталных кранов со смещенным отверстием для цапфы кривошипно-шатунного механизма				

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.917 ПЗ

Лист

85

Продолжение таблицы 38

	2
	Растачивать рамы тележек мостовых электрических кранов, приспособления многоместные и штампы многопуансонные
	Сверлить, растачивать отверстия, фрезеровать пазы панелей электрических
	Растачивать отверстия в плоскостях, расположенных под различными углами кондукторов
	Производить окончательное растачивание отверстий для нарезания резьбы корпусов компрессоров
	Растачивать отверстия под запрессовку подшипников качения корпусов многошпиндельных головок
	Производить разметку, сверление и растачивание отверстий калибров и различных приспособлений
	Растачивать вкладыши после заливки клетей шестеренных прокатных станов
	Производить разметку рабочего корпуса, сверлить и растачивать сложные матрицы для штампов, пресс-формы, формы для литья под давлением
	Производить окончательное растачивание отверстий корпусов передних бабок металлорежущих станков
	Растачивать и подрезать суппорты крупных токарных, фрезерных и других станков
	Размечать, сверлить и растачивать сложные шаблоны и лекала для распределительных кулачков и копиров
Необходимые знания	Правила содержания рабочих мест, требования охраны труда, производственной санитарии, пожарной безопасности и электробезопасности
	Конструктивные особенности и правила проверки на точность расточных станков различных конструкций, универсальных и специальных приспособлений
	Геометрия, правила термообработки, заточки и доводки различного режущего инструмента
	Способы достижения установленной точности и чистоты обработки
	Правила определения режима резания по справочникам и паспорту расточного станка
Другие характеристик и	-

5.2 Анализ профессионального стандарта по профессии Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ

Анализ содержания профессиональной деятельности оператора-наладчика обрабатывающих центров с числовым программным управлением был проведен с использованием профессионального стандарта «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с числовым программным управлением», утвержденный приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации 4 августа 2014г. № 530н, регистрационный номер 131 [16]:

В соответствии с профессиональным стандартом требования к рабочему по профессии «Оператор обрабатывающих центров» 4 разряда представлены в таблице.

Таблица 39– Анализ обобщенной трудовой функции

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	2
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				

Трудовая функция «Наладка и подналадка обрабатывающих центров с программным управлением для обработки простых и средней сложности деталей; обработка простых и сложных деталей» имеет код А/01.2- А/07.2 и принадлежит второму уровню квалификации.

В рамках анализируемой обобщенной трудовой функции, обучаемый должен уметь выполнять следующие трудовые функции представленные в таблице.

Таблица 40- Трудовые функции

Наладка на холостом ходу и в рабочем режиме обрабатывающих центров для обработки отверстий в деталях и поверхностей деталей по 8–14 квалитетам	А/01.2
Настройка технологической последовательности обработки и режимов резания, подбор режущих и измерительных инструментов и приспособлений по технологической карте	А/02.2
Установка деталей в универсальных и специальных приспособлениях и на столе станка с выверкой в двух плоскостях	А/03.2
Отладка, изготовление пробных деталей и передача их в отдел технического контроля (ОТК)	А/04.2
Подналадка основных механизмов обрабатывающих центров в процессе работы	А/05.2
Обработка отверстий и поверхностей в деталях по 8–14 квалитетам	А/06.2
Инструктирование рабочих, занятых на обслуживаемом оборудовании	А/07.2

Выбрана трудовая функция А/01.2 - «Наладка на холостом ходу и в рабочем режиме обрабатывающих центров для обработки отверстий в деталях и поверхностей деталей по 8–14 квалитетам» ее анализ приведен в таблице.

Таблица 41- Анализ трудовой функции А/01.2

Наименование	Программирование станков с числовым программным управлением (ЧПУ)	Код	А/01.2	Уровень (подуровень) квалификации	2
1	2				
Трудовые действия	Изучение конструкторской документации станка и инструкции по наладке обрабатывающих центров				
	Наладка на холостом ходу и в рабочем режиме обрабатывающих центров для обработки отверстий в деталях и поверхностей деталей по 8–14 квалитетам (на основе знаний и практического опыта)				
	Контроль точности и работоспособности позиционирования обрабатывающего центра с ЧПУ с помощью измерительных инструментов				
Необходимые умения	Анализировать конструкторскую документацию станка и инструкцию по наладке и определять предельные отклонения				

Продолжение таблицы 41

1	2
	размеров по стандартам, технической документации для выполнения данной трудовой функции
	Пользоваться встроенной системой измерения инструмента
	Пользоваться встроенной системой измерения детали
	Отслеживать состояние и износ инструмента
	Читать и оформлять чертежи, схемы и графики; составлять эскизы на обрабатываемые детали с указанием допусков и посадок
	Рассчитывать и измерять основные параметры простых электрических, магнитных и электронных цепей
	Применять контрольно-измерительные приборы и инструменты
	Выполнять наладку одноступенчатых обрабатывающих центров с ЧПУ
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 одноступенчатых 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 одноступенчатых 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

В итоге анализа данной трудовой функции можно сформировать учебный план переподготовки токаря-расточника в оператора-наладчика обрабатывающих центров с ЧПУ в учебном центре.

5.3 Анализ тематического плана переподготовки операторов станков с ЧПУ и выбор темы

На предприятии переподготовка ведется в условиях отдела технического обучения. Отдел технического обучения не имеет лицензии на ведение образовательной деятельности, поэтому переподготовка ведется только для работников предприятия. Отделом технического обучения разрабатываются программы курсов и в частности программа курса переподготовки операторов станков с ЧПУ приведена в таблице .

Таблица 42 - Программа курса переподготовки операторов станков с программным управлением

Название темы	Общее кол-во часов	Теоретическое обучение	Практическое обучение
1	2	3	4
Введение. Устройство станков.	2	2	
Техника безопасности при работе на станке.	2	2	
Комплектность станков и дополнительное оснащение.	2	2	
Системы ЧПУ: классификация и элементная база	2	2	
Панель управления ЧПУ (Fanuc, Siemens) и пульт управления станком.	4	2	2
Ручное управление станком. Диагностика.	3	1	2
Автоматическая работа станка.	2	1	1
Использование коррекции на инструмент и системы координат заготовки.	4	2	2
Основы программирования.	4	2	2
Создание и редактирование программ.	4		4

Окончание таблицы 42

1	2	3	4
Программирование обработки изделий при использовании вложенных циклов.	4	2	2
Приводной инструмент станка (для токарно-фрезерных станков).	1	1	
Гидравлическая система и система смазки станка.	1	1	
Система подачи СОЖ.	1	1	
Пневматическая система станка.	1	1	
Техническое обслуживание станка оператором.	2	2	
Отработка практических навыков по программированию и управлению станком.	6		6
Квалификационный экзамен	6		6
ИТОГО	45	25	20

Из программы выберем тему «Системы ЧПУ: классификация и элементная база». На эту тему отводится 2 часа - теоретическое обучение.

Данная тема рассчитана на 1 занятие длительностью 2 часа. Далее разработаем план и сценарий занятия по данной теме и методические средства для проведения занятия.

5.5. Разработка плана и сценария занятия теоретического обучения по теме «Системы ЧПУ: классификация и элементная база»

Тема «Системы ЧПУ: классификация и элементная база» изучается в течение 2 часов, то есть 1 занятие по 2 часа.

Разработаем план-конспект занятия теоретического обучения

Тема: Системы ЧПУ: классификация и элементная база

Занятие № 4. (7 и 8 часы программы – 2 часа).

Тема предыдущего занятия Комплектность станков и дополнительное оснащение.

Тема последующего занятия - Панель управления ЧПУ (Fanuc, Siemens) и пульт управления станком.

Цели занятия:

Образовательные:

- изучить виды систем ЧПУ и область их применения;
- изучить элементную базу систем ЧПУ.

Воспитательная цель – воспитывать аккуратность, интерес к предмету и к будущей профессии, дисциплину

Развивающая – развивать внимание, память, способность систематизировать факты.

Тип занятия: комбинированное занятие.

Методы обучения (доминирующие): по источнику знания – словесные (рассказ, объяснение), наглядные (натуральные, описательные), практически – выполнение упражнений; по способу изложения – индуктивный метод; по организации познавательной деятельности – репродуктивный (объяснительно-иллюстративный, упражнения – практический)

План-конспект приведен в таблице .

					ДП 44.03.04.917 ПЗ	Лист
						92
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Таблица 43– План-конспект занятия по теме «Системы ЧПУ: классификация и элементная база»

Этапы и время	Содержание	Методические действия и приемы, предписанные преподавателю
1	2	3
Организационная часть (5 минут)	«Здравствуйте, ребята; все заняли свои места; прекратили разговоры; поприветствовали преподавателя; присаживайтесь. Сегодняшняя тема урока: «Системы ЧПУ: классификация и элементная база». Да. И сдайте тетради с выполненным домашним заданием по предыдущему уроку.	Взаимное приветствие педагога и учащихся, проверить отсутствующих, (воспитание дисциплины; решительный, строгий голос, но в то же время доброжелательный настрой педагога-практиканта и учащихся). Запись темы урока; Привлечение внимания учащихся.
Мотивационная часть (3 минуты)	Напоминаю, что у нас действует рейтинговая система, каждый учащийся набирает баллы в течение урока. Старайтесь использовать малейшую возможность, чтобы опередить других, когда почувствуете, что настало время набирать очки.	Заинтересовать учащихся примером, чтобы они поняли важность и значимость изучаемого предмета для будущей профессии.
Актуализация и опорных знаний (12 минут)	1. В чём состоит сущность программного управления металлорежущими станками? 2. Назовите основные элементы станка с ЧПУ? 3. Чем станок с ЧПУ отличается от универсального станка? 4. Назовите основные функции станков с ЧПУ? 5. Как изготавливаются отверстия в отливках? 6. Из каких материалов изготавливаются инструменты, используемые на станках с ЧПУ? 7. Для чего назначаются припуски? 8. Какие требования к точности детали Вы можете назвать. 9. Чем отличается точность размеров от	Проводить устный фронтальный опрос. Вопрос задавать 2 раза, добиться, чтобы все учащиеся включились в работу. Выйти на середину аудитории, активизировать учащихся на последних столах, вернуться к плакату. После каждого вопроса выходить в центр аудитории, ответы повторять и

Продолжение таблицы 43

1	2	3
	точности формы. 10. для чего в станках с ЧПУ применяются шаговые электродвигатели	дополнять с помощью учащихся.
Изложение нового материала (40 минут)	На основе достижений электроники, вычислительной техники и приборостроения были разработаны принципиально новые системы ПУ — системы ЧПУ (СЧПУ), широко используемые в промышленности. Эти системы называют числовыми потому, что величина каждого хода ИО станка задается с помощью числа. Каждой единице информации соответствует дискретное перемещение ИО на определенную величину, называемой разрешающей способностью системы ЧПУ или ценой импульса. В определенных пределах ИО можно переместить на любую величину, кратную разрешающей способности. Число импульсов, которое можно подать на вход привода, чтобы осуществить требуемое L перемещение, определяется по формуле $N = L/q$, где q — цена импульса. Число N, записанное в определенной системе кодирования на носителе информации (перфоленте, магнитной ленте и др.), является программой, определяющей величину размерной информации. Станки с программным управлением (ПУ) по виду управления подразделяют на станки и системами циклового программного управления (ЦПУ) и станки с системами числового программного управления (ЧПУ). Системы ЦПУ более просты, так как в них программируется только цикл работы станка, а величины рабочих перемещений, т.е. геометрическая информация, задаются упрощенно, например, с помощью упоров. В станках с ЧПУ управление осуществляется от программоносителя, на который в числовом виде занесена и геометрическая, и технологическая информация. Система ЧПУ — это совокупность специализированных устройств, методов и средств, необходимых для реализации ЧПУ станком, предназначенная для выдачи управляющих воздействий исполнительным органам станка в соответствии с УП. Устройство ЧПУ (УЧПУ) станками - это	Нужно выдерживать темп речи в номинальном режиме, поскольку слишком быстрый темп затрудняет восприятие и понимание услышанного, при очень замедленном темпе теряется интерес и внимание учащихся; излишне громкое и слишком тихое, монотонное изложение также не дают хороших результатов. Бывают очень уместны веселая шутка, острое слово, меткое сравнение. Рассказ служит для учащихся образцом построения связной, логичной, убедительной речи, учит грамотно выражать свои мысли.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.917 ПЗ

Лист

94

Продолжение таблицы 43

1	2	3
	часть системы ЧПУ, выполненная как единое целое с ней и осуществляющая выдачу управляющих воздействий по заданной программе. Числовое программное управление (ЧПУ) - это управление, при котором программу задают в виде записанного на каком-либо носителе массива информации. Управляющая информация для систем ЧПУ является дискретной и ее обработка в процессе управления осуществляется цифровыми методами. Управление технологическими циклами практически повсеместно осуществляется с помощью программируемых логических контроллеров, реализуемых на основе принципов цифровых электронных вычислительных устройств. Системы ЧПУ классифицируют по следующим признакам. 1. По уровню технических возможностей. 2. По технологическому назначению. 3. По числу потоков информации (незамкнутые, замкнутые, самоприспосабливающиеся или адаптивные). 4. По принципу задания программы (в декорированном виде, т. е. в абсолютных координатах или в приращениях от ЭВМ). 5. По принципу привода (ступенчатый, регулируемый, следящий, шаговый). 6. По числу одновременно управляемых координат. 7. По способу подготовки и ввода управляющей программы. По уровню технологических возможностей международной классификации системы ЧПУ делятся на следующие классы: NC — системы с покадровым чтением перфоленты на протяжении цикла обработки каждой заготовки; SNC — системы с однократным чтением всей перфоленты перед обработкой партии одинаковых заготовок; CNC — системы со встроенной малой ЭВМ (компьютером, микрокомпьютером); DNC — системы прямого числового управления группами станков от одной ЭВМ; HNC — оперативные системы с ручным набором программ на пульте управления. По технологическому назначению системы ЧПУ подразделяются на четыре вида: позиционные; обеспечивающие прямоугольное формообразование;	Использовать плакат по элементной базе УЧПУ На плакате показывать икомментировать основные элементы системы ЧПУ Концентрировать внимание на воспитании общественно-значимых, стержневых качеств личности учащегося, оценивать события, поступки, факты, высказывать собственное мнение, выражать свои чувства, отношения; Знакомить обучаемых с планом содержания рассказа, излагать материал в строгой

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.917 ПЗ

Лист

95

1	2	3
	обеспечивающие прямолинейное формообразование; обеспечивающие криволинейное формообразование. Позиционные системы ЧПУ обеспечивают высокоточное перемещение (координатную установку) ИО станка в заданную программой позицию за минимальное время. По каждой координатной оси программируется только величина перемещения, а траектория перемещения может быть произвольной. Перемещение ИО из позиции в позицию осуществляется с максимальной скоростью, а переход к заданной позиции — минимальной — «ползучей» скоростью. Точность позиционирования повышается в результате подхода ИО к заданной позиции всегда с одной стороны (например, слева направо). Позиционными системами ЧПУ оснащают сверлильные и координатно-расточные станки. Системы ЧПУ, обеспечивающие прямоугольное формообразование, в отличие от позиционных систем позволяют управлять перемещением ИО станка в процессе обработки. В процессе формообразования ИО станка перемещается по координатным осям поочередно, поэтому траектория инструмента имеет ступенчатый вид, а каждый элемент этой траектории параллелен координатным осям. Чтобы сократить время перемещения ИО из одной позиции в другую, в ряде случаев используют одновременное движение по двум координатам. При грубом позиционировании подход ИО к заданной позиции осуществляется с разных сторон, а при точном позиционировании — всегда с одной стороны. Число управляемых координат в таких системах достигает 5, а число одновременно управляемых координат — 4. Указанными системами оснащают токарные, фрезерные, расточные станки. Системы ЧПУ, обеспечивающие прямолинейное (под любым углом к координатным осям станка) формообразование и позиционирование, управляют движением инструмента при резании одновременно по двум координатным осям (X и Y). В данных системах используют двухкоординатный интерполятор, выдающий управляющие импульсы сразу на два привода	системе, логично Выделять ведущие положения, идеи, социально значимые представления, концентрировать на них внимание учащихся Подбирать яркие, типичные факты, интересные и убедительные примеры, необходимые для обобщения, опираться

Продолжение таблицы 43

1	2	3
	подач. Общее число управляемых координат в таких системах 2—5. Указанные системы обладают большими технологическими возможностями (по сравнению с прямоугольными) и применяются для оснащения токарных, фрезерных, расточных и др. станков. Системы ЧПУ, обеспечивающие криволинейное формообразование, позволяют управлять обработкой плоских и объемных деталей, содержащих участок со сложными криволинейными контурами. Системы ЧПУ, обеспечивающие прямоугольное и криволинейное формообразование, относятся к контурным (непрерывным системам), так как они позволяют обрабатывать заготовку по контуру. Контурные системы ЧПУ имеют, как правило, шаговый двигатель. Многоцелевые (сверлильно-фрезерно-расточные) станки для расширения их технологических возможностей оснащают контурно-позиционными системами ЧПУ. По числу потоков информации системы ЧПУ делятся на замкнутые, разомкнутые и адаптивные. Разомкнутые системы ЧПУ характеризуются наличием одного потока информации, поступающего со считывающего устройства к ИО станка. В механизмах подач таких систем используют шаговые двигатели. Крутящий момент, развиваемый шаговым двигателем, недостаточен для привода механизма подачи. Поэтому указанный двигатель применяют в качестве задающего устройства, сигналы которого усиливаются различными способами, например, с помощью гидроусилителя моментов (аксиально-поршневого гидродвигателя), вал которого связан с ходовым винтом привода подач. В разомкнутой системе нет датчика обратной связи (ДОС) и поэтому отсутствует информация о действительном положении исполнительных органов станка. Замкнутые системы ЧПУ характеризуются двумя потоками информации — от считывающего устройства и от ДОС по пути. В этих системах рассогласование между заданными и действительными величинами	на конкретные представления учащихся; излагать материал доступно для учащихся, эмоционально, выразительно, в занимательной форме Излагать в замедленном темпе трудную часть учебного материала, когда нужно сформулировать

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.917 ПЗ

Лист

97

Продолжение таблицы 43

1	2	3
	перемещения исполнительных органов устраняется благодаря наличию обратной связи. Адаптивные системы ЧПУ характеризуются тремя потоками информации: 1. От считывающего устройства. 2. От ДОС по пути. 3. От датчиков, установленных на станке и контролирующих процесс обработки по таким параметрам, как износ режущего инструмента, изменение сил резания и трения, колебание припуска и твердости материала обрабатываемой заготовки и др. Такие системы позволяют корректировать программу обработки с учетом реальных условий резания. По способу подготовки и ввода управляющей программы различают так называемые оперативные системы ЧПУ (в этом случае управляющую программу готовят и редактируют непосредственно на станке, в процессе обработки первой детали из партии или имитации ее обработки) и системы, для которых управляющая программа готовится независимо от места обработки детали. Причем независимая подготовка управляющей программы может выполняться либо с помощью средств вычислительной техники, входящих в состав систем ЧПУ данного станка, либо вне ее (вручную или с помощью системы автоматизации программирования). Программируемые контроллеры Программируемые контроллеры - это устройства управления электроавтоматикой станка. Большинство программируемых контроллеров имеют модельную конструкцию, в состав которой входят источник питания, процессорный блок и программируемая память, а также различные модули входов/выходов. Для создания и отладки программ работы станка применяют программирующие аппараты. Принцип работы контроллера: опрашиваются необходимые входы/выходы и полученные данные анализируются в процессорном блоке. При этом решаются логические задачи, и результат вычисления передается на соответствующий логический или физический	вывод, определение, правило: избегать употребления слов типа: „как сказать, „значит , „это самое и т.п. Показать и рассказать о типах систем ЧПУ и на примере показать эти типы. Продемонстрировать программируемый контроллер. Показать его назначение и расположение в модуле ЧПУ Показать программатор для микроконтроллеров.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.917 ПЗ

Лист

98

Продолжение таблицы 43

1	2	3
	выход для подачи в соответствующий механизм станка. В программируемых контролерах используют различные типы памяти, в которой хранится программа электроавтоматики станка: электрическую перепрограммируемую энергонезависимую память; оперативную память со свободным доступом; стираемую ультрафиолетовым излучением и электрически перепрограммируемую. Программируемый контролер имеет систему диагностики: входов/выходов, ошибки в работе процессора, памяти, батареи, связи и других элементов. Для упрощения поиска неисправностей современные интеллектуальные модули имеют самодиагностику. Программоноситель может содержать как геометрическую, так технологическую информацию. Технологическая информация обеспечивает определенный цикл работы станка, а геометрическая - характеризует форму, размеры элементов обрабатываемой заготовки и инструмента и их взаимное положение в пространстве.	Привести примеры программоносителей для систем ЧПУ
Закрепление изученного материала (20 минут)	Группа делится на 4 мини-группы. Каждой мини-группе дается задание подобрать программатор для системы ЧПУ (функция – управление шаговыми двигателями). Выдается программа, приведенная в приложении на диске для задания параметров работы шагового двигателя Задания: Подобрать параметры работы шагового двигателя для обработки: Подгруппа 1 – Окружности в шестиугольник Подгруппа 2 – Окружности в восьмиугольник Подгруппа 3 – Окружности в треугольник Подгруппа 4 – Окружности в квадрат Таковыми параметрами являются: - количество шагов ротора двигателя - угол поворота ротора двигателя - количество поворотов ротора двигателя - скорость поворота ротора двигателя - направление поворота ротора двигателя	Для того, чтобы обеспечить активное участие студентов, группа должна состоять из 4-6 человек. Изменчивый состав групп в течение курса будет способствовать более широкому обмену опытом между слушателями. Необходимо составлять специальные задания и вопросы для того, чтобы направлять работу группы в нужном направлении и уложиться во время, отведенное для выполнения задания. При выполнении

Продолжение таблицы 43

1	2	3
		упражнений на решение практической задачи учащимся представляется ситуация из реальной жизни или описание проведенного исследования со связанными с этим проблемами, но без указания способов их решения. Этот методический прием требует от обучаемых рассмотреть проблему так, как они должны были бы сделать это в реальной жизни, использовать факты и суждения для анализа причин ее возникновения и предложить пути ее решения. Для обрисовки основных проблем ситуации участникам должен быть предоставлен достаточный объем информации, однако при этом не нужно раскрывать все детали. Учащихся нужно поощрять к додумыванию деталей, используя их собственный опыт для наглядного их представления.
Заключительная часть (10 минут)	Таким образом, мы выяснили, что станки с программным управлением (ПУ) по виду управления подразделяют на станки и системами циклового программного управления (ЦПУ) и станки с системами числового программного управления (ЧПУ). Системы ЦПУ более просты, так как в них программируется только цикл работы станка, а величины рабочих перемещений, т.е. геометрическая информация, задаются упрощенно, например, с помощью упоров. В	Вопрос задавать 2 раза, добиться, чтобы все учащиеся включились в работу. Выйти на середину аудитории, активизировать учащихся на последних столах, вернуться к плакату. После каждого

Продолжение таблицы 43

1	2	3
	станках с ЧПУ управление осуществляется от программоносителя, на который в числовом виде занесена и геометрическая, и технологическая информация. Итак: 1. Назовите типы систем ЧПУ? 2. Для чего применяются замкнутые и разомкнутые системы ЧПУ? 3. Приведите примеры программоносителей 4. Приведите примеры элементных устройств с ЧПУ 5. Для чего нужны программируемые контроллеры и программаторы?	вопроса выходить в центр аудитории, ответы повторять и дополнять с помощью учащихся.
Выдача домашнего задания (5 минут)	Выдать домашнее задание на следующий урок – проработать параграф 1 главы 4 из учебника. Заполнить обзорно-повторительную таблицу	Показать учебник. Показать главу и параграф, пояснить, какие страницы нужно проработать и на какие вопросы нужно ответить.

5.6 Разработка дидактических средств для урока

В рамках методической части разработаем обзорно-повторительную таблицу по данной теме. Эта таблица заполняется обучаемыми в ходе выполнения домашнего задания и позволяет систематизировать знания по системам ЧПУ и особенностям их применения. Таблица рассчитана на работу с учебником в течение 1 часа. Учащиеся читают учебник и по полученным сведениям заполняют таблицу.

Обзорно-повторительная таблица по теме «Системы ЧПУ: классификация и элементная база» приведена ниже.

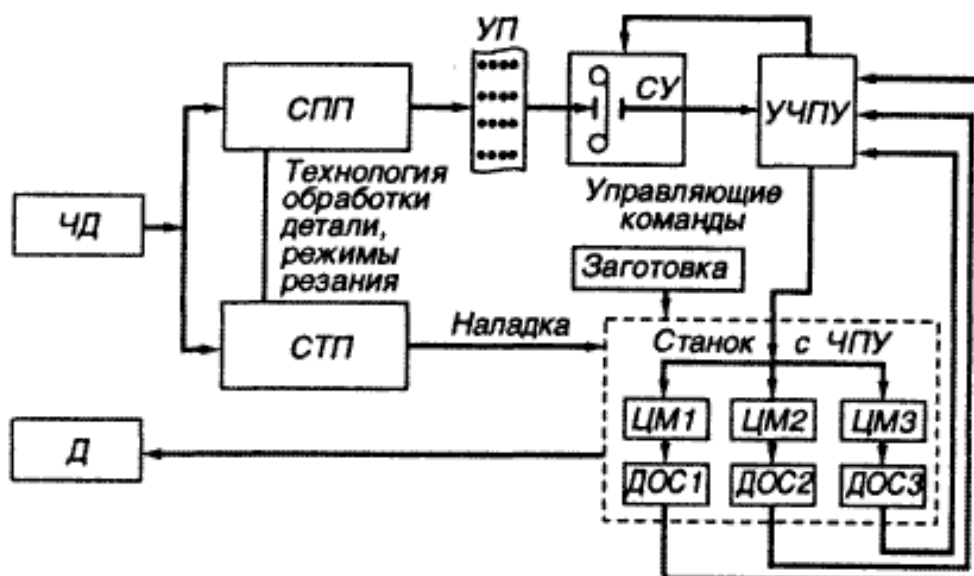
Обзорно-повторительная таблица по теме «Системы ЧПУ: классификация и элементная база»

Прочитайте учебник и заполните недостающие графы в таблице

1. Классификация систем ПУ станками



2. Назовите основные элементы структурной схемы ЧПУ



ЧД	
Д	
СПП	
СТП	
УП	
СУ	
УЧПУ	
ЦМ	
ДОС	

3. Приведите классификацию систем ЧПУ по уровню технологических возможностей

Классификация систем ЧПУ по уровню технологических возможностей	
→	
→	
→	
→	
→	

4. Приведите классификацию систем ЧПУ по технологическому назначению

Классификация систем ЧПУ по технологическому назначению	
→	
→	
→	
→	

5. Приведите классификацию систем ЧПУ по числу потоков информации

Классификация систем ЧПУ по числу потоков информации	
→	
→	
→	

6. Приведите классификацию систем ЧПУ по способу подготовки и ввода управляющей программы

Классификация систем ЧПУ по способу подготовки и ввода управляющей программы			
→	<table border="1"><tr><td></td><td></td></tr></table>		
→	<table border="1"><tr><td></td><td></td></tr></table>		
→	<table border="1"><tr><td></td><td></td></tr></table>		
→	<table border="1"><tr><td></td><td></td></tr></table>		

7. Дополните

Важнейшей технической характеристикой систем ЧПУ является ее _____ или _____, т. е. минимально возможная величина линейного и углового хода ИО станка, соответствующая одному _____, т. е. контролируемая в процессе управления.

					ДП 44.03.04.917 ПЗ	Лист
						05
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В процессе проектирования внесены изменения в базовый технологический процесс, применено другое оборудование, технологическая оснастка, режущий инструмент. Вместо универсальных станков применены многоцелевые станки с ЧПУ. Известно, что один станок с ЧПУ позволяет высвободить 3 – 4 станочника. Также применение этих станков позволяет применить многостаночное обслуживание, что повышает экономическую эффективность технологического процесса.

Сокращение количества станков привело к понижению затрат на электроэнергию. При проектировании соблюдены нормы техники безопасности. Применение централизованной уборки стружки и очистных сооружений повышает экологичность проекта.

					ДП 44.03.04.917 ПЗ	Лист
						06
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Ансеров М.А. Приспособления для металлорежущих станков. М.: Машиностроение, 1966. 650 с.
2. Анурьев В.И. Справочник конструктора–машиностроителя: В 3 т. Т.1. 6-е изд., перераб. и доп. М.: Машиностроение, 1982. 736с.
3. Бородина Н.В., Горонович М.В., Фейгина М.И. Подготовка педагогов профессионального обучения к перспективно-тематическому планированию: модульный подход: Учеб. пособие. Екатеринбург: Изд-во Рос.гос.проф.-пед. ун-та, 2002. 260с.
4. Горошкин А.К. Приспособления для металлорежущих станков: Справочник. – 7-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1979. – 303 с., ил.
5. ГОСТ 12.0.004-90 ССБТ. Организация обучения безопасности труда. Общие требования.
6. ГОСТ 12.1.003-83 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности.
7. ГОСТ 12.1.012-90 ССБТ. Вибробезопасность.
8. ГОСТ 12. 1.030-81 ССБТ. Электробезопасность. Защитное заземление.
9. ГОСТ 26645-85 Отливки из металлов и сплавов. Допуски размеров, массы и припуски на механическую обработку.
10. ГН 2.2.5.686-98 Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны.
11. ГН 2.2.5.691-98 Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны. Дополнение № 1.
12. Козлова Т.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учеб. пособие. – Екатеринбург: Изд-во Урал. гос. проф.-пед. ун-та, 2001. 169 с.

					ДП 44.03.04.917 ПЗ	Лист
						07
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

13. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учеб. пособие для машиностроит. спец. вузов/Л.В. Худобин, В.Ф. Гурьянихин, В.Р. Берзин. – М.: Машиностроение, 1989. 288 с.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

					ДП 44.03.04.917 ПЗ	Лист
						08
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

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

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

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

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

					ДП 44.03.04.917 ПЗ	Лист
						09
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		