

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

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА МЕХАНИЧЕСКОЙ
ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ «АДАПТЕР ПОДШИПНИКОВОГО УЗЛА»

Выпускная квалификационная работа

по направлению подготовки профессиональное обучение по отраслям

по профилю подготовки машиностроение и материалобработка

по профилизации технологии и оборудование машиностроения

Идентификационный код ВКР: 145

Екатеринбург 2017

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

К ЗАЩИТЕ ДОПУСКАЮ:
Заведующий кафедрой ТМС:
_____ Н.В. Бородина
«___» _____ 2017 г.

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА МЕХАНИЧЕСКОЙ
ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ «АДАПТЕР ПОДШИПНИКОВОГО УЗЛА»

Исполнитель:

Студент группы ТО-402

(подпись)

Прохоренко А. А.

Руководитель:

Зав. кафедрой ТО

Доцент, к.п.н.

(подпись)

Бородина Н. В.

Нормоконтролер:

к.т.н.

(подпись)

Суриков В. П.

Екатеринбург 2017

лист задания

АННОТАЦИЯ

Дипломный проект содержит 73 листа машинописного текста, 8 рисунков, 28 таблиц, 30 источников использованной литературы, 3 приложения на листах.

Графическая часть на 8 листах.

Ключевые слова: АДАПТЕР ПОДШИПНИКОВОГО УЗЛА, ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС, УПРАВЛЯЮЩАЯ ПРОГРАММА, ОБРАБАТЫВАЮЩИЙ ЦЕНТР, ОБУЧАЮЩАЯ ПРОГРАММА.

Цель дипломного проекта – разработка технологического процесса механической обработки детали «Адаптер подшипникового узла».

В технологической части выполнен анализ исходных данных, произведены расчеты припусков на обработку, разработан технологический процесс обработки детали, разработана управляющая программа для проектируемого технологического процесса.

В экономической части выполнено экономическое обоснование проекта

Решены вопросы по переподготовке персонала в соответствии с разработанным технологическим процессом механической обработки детали «Адаптер подшипникового узла» на обрабатывающем центре Okuma MA-600H.

					<i>ДП 44.03.04.145ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		4

СОДЕРЖАНИЕ

АННОТАЦИЯ	4
ВВЕДЕНИЕ	7
1. АНАЛИЗ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ	9
1.1. Функциональное назначение детали «Адаптер подшипникового узла»	9
1.2. Анализ технологичности детали	10
1.2.1. Качественная оценка	10
1.2.2. Количественная оценка технологичности детали	13
1.3. Анализ марки материала	13
2. ВЫБОР ЗАГОТОВКИ И МЕТОДА ЕЕ ПОЛУЧЕНИЯ	15
2.1. Определение типа производства	15
2.2. Возможности и достоинства литья в кокиль	18
2.3. Расчет припусков	20
2.3.1. Расчет припусков на заготовку	20
2.3.2. Расчет межоперационных припусков	21
3. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ «АДАПТЕР ПОДШИПНИКОВОГО УЗЛА»	24
3.1. Разработка нового технологического процесса	24
3.1.1. Описание обрабатывающего центра MA-600H фирмы OKUMA	24
3.1.2. Разработка технологического маршрута обработки детали	27
3.2. Выбор металлорежущего инструмента и режимов резания	28
3.3. Выбор режимов резания и расчет основного времени	31
3.4. Расчет технических норм времени	35
4. РАЗРАБОТКА УПРАВЛЯЮЩЕЙ ПРОГРАММЫ	38

					<i>ДП 44.03.04.145ПЗ</i>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>		<i>Прохоренко</i>			<i>Разработка технологического процесса механической обработки детали «Адаптер подшипникового узла»</i>	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Провер.</i>		<i>Бородина Н.В.</i>					5	75
<i>Реценз.</i>						<i>ФГАОУ ВО РГППУ ИИПО ТО-402</i>		
<i>Н. Контр.</i>		<i>Суриков В.П.</i>						
<i>Утверд.</i>		<i>Бородина Н.Б.</i>						

5. ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРОЕКТА	42
5.1. Исходные данные для выполнения экономического обоснования	42
5.2. Расчет технологической себестоимости детали	44
5.2.1. Определение затрат на материалы	44
5.2.2. Затраты на заработную плату основных и вспомогательных рабочих	44
5.2.3. Затраты на электроэнергию	48
5.2.4. Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования	49
5.2.5. Затраты на эксплуатацию инструмента	50
5.2.6. Затраты на оснастку	51
6. МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	53
6.1. Система переподготовки персонала на предприятии ОАО «Пумори - Инжиниринг Инвест»	53
6.2. Анализ учебной документации	53
6.3. Разработка содержания программы обучения	56
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	66
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ	67
Приложение А - Перечень графических документов	71
Приложение Б - Комплект документации технологического процесса	72
Приложение В – Фрагмент обучающей программы	73

					ДП 44.03.04.145ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		6

ВВЕДЕНИЕ

Машиностроение играет в экономике экономики стран ведущую роль так как именно уровень его развития определяет уровень промышленного оснащения предприятий.

В настоящее время в России совершается переход на новое высокотехнологичное оборудование. С приобретением обрабатывающих центров с ЧПУ перед предприятием встает актуальная задача перевода технологических процессов обработки деталей с универсального оборудования на новое, что определяет актуальность темы ВКР.

Проблема, решаемая, в рамках ВКР связана с разработкой технологического процесса механической обработки детали «Адаптер подшипникового узла» с ориентацией на обрабатывающий центр Okuma MA-600H. Такая проблема стоит на предприятии «Пумори-Инжиниринг Инвест», которое приняло заказ на изготовление этих деталей.

Решение проблемы определяется уже расчетами имеющегося оборудования и инструментов тех фирм с которыми работает «Пумори-Инжиниринг Инвест».

Таким образом, целью ВКР является разработка технологического процесса механической обработки детали «Адаптер подшипникового узла» для конкретных условий производства.

					<i>ДП 44.03.04.145ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		7

Задачами ВКР являются:

- анализ технологичности конструкции детали «Адаптер подшипникового узла»
- анализ оптимальности метода получения заготовки;
- разработка маршрутной и операционной технологии механической обработки с учетом технических возможностей обрабатывающего центра Okuma MA-600H;
- выбор металлорежущего инструмента и элементов режимов резания для выполнения технологического процесса;
- экономическое обоснование проекта;
- решение вопросов переподготовки персонала для используемого обрабатывающего центра.

					<i>ДП 44.03.04.145ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		8

1. АНАЛИЗ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ

Исходными данными для выпускной квалификационной работы являются:

Чертеж детали, с техническими требованиями

Годовая программа выпуска деталей

Тип производства

1.1. Функциональное назначение детали «Адаптер подшипникового узла»

Данная деталь используется в подшипниковом узле вагона, и служит для надежной фиксации подшипника в подшипниковом узле, правильной установки в узел и служит для передачи вращения от вала до колеса вагона.

Адаптер исполняет роль верхней части обычного корпуса буксы, т. е. перераспределяет нагрузки от боковой рамы тележки на подшипники и имеет приливы для ограничения продольных, поперечных и угловых смещений колесной пары относительно рамы тележки. Изображение «Адаптера подшипникового узла» в корпусе буксы представлено на рисунке 1.



Адаптер
подшипникового
узла

Рисунок 1 - Адаптер подшипникового узла

Для того чтобы наглядно продемонстрировать конструкцию детали «Адаптер подшипникового узла» была сделана 3Д модель которая представлена на рисунке 2.

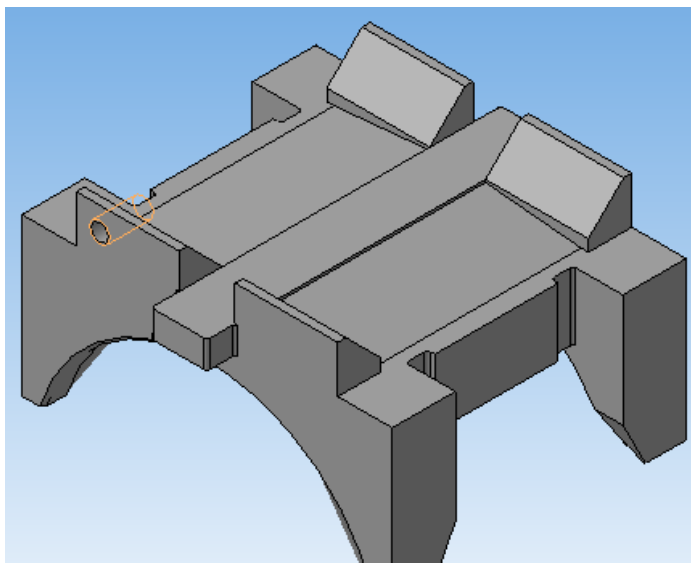


Рисунок 2 - 3Д модель "Адаптер подшипникового узла"

1.2. Анализ технологичности детали

В рамках анализа технологичности детали были выполнены количественная и качественная оценка.

1.2.1. Качественная оценка

Деталь имеет форму корпуса и состоит из следующих плоскостей: внутренние цилиндрические плоскости R 117, R 125, R128. Присутствует одно крепежное отверстие с резьбой M12-6H.

1. Материал данной детали это литейная сталь 20ФЛ, заготовку получают литьем в кокиль, потому что к детали предъявляются высокие требования к качеству, шероховатости поверхности и надежности.

2. При проведении анализа на технологичность конструктивных элементов труднодоступные участки для механической обработки не выявлены.

3. Возможность совмещения конструкторских и технологических баз присутствует, что соответствует принципам: совмещения и постоянства баз

										Лист
										10
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

ДП 44.03.04.145ПЗ

1.2.2. Количественная оценка технологичности детали

Количественная оценка технологичности конструкции детали производится по следующим показателям:

Коэффициент использования металла[9 с.14]:

$$K_{\text{ИМ}} = \frac{M_{\text{Д}}}{M_{\text{з}}} = \frac{16}{23,5} = 0,7, \quad (1)$$

где: $M_{\text{Д}}$ - масса детали по чертежу, кг;

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

Коэффициент точности обработки детали[9 с.15]:

$$K_{\text{Т}} = \frac{T_{\text{Н}}}{T_{\text{О}}} = \frac{3}{43} = 0,06, \quad (2)$$

где: $T_{\text{Н}}$ – число размеров необоснованной степени точности обработки;

$T_{\text{О}}$ – общее число размеров, подлежащих обработке;

Коэффициент шероховатости поверхностей детали[9 с.15]:

$$K_{\text{Ш}} = \frac{Ш_{\text{Н}}}{Ш_{\text{О}}} = \frac{3}{46} = 0,06, \quad (3)$$

где: $Ш_{\text{Н}}$ - число поверхностей детали необоснованной шероховатости, шт.;

$Ш_{\text{О}}$ - общее число поверхностей детали, подлежащих обработке шт.

Произведя расчет можно сделать вывод так как значения коэффициентов находятся в пределах $0 < K < 1$, то данная конструкция детали «Адаптер подшипникового узла» является технологичной.

1.3. Анализ марки материала

Деталь « Адаптер подшипникового узла» изготавливается из литейной стали 20ФЛ ГОСТ 977-88.

Данная деталь выполнена из легированной стали 20ФЛ КТ40 ГОСТ 977-88, индекс КТ указывает на то что деталь подвергается закалке и отпуску, данный материал применяется при изготовлении деталей грузовых вагонов. Химический состав стали приведен в таблице 1.

					ДП 44.03.04.145ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		13

Таблица 1 - Химический состав легированной стали 20ФЛ :

С	Si	Mn	S	P	V
0.14-0.25	0.2-0.52	0.7-1.2	до 0.05	до 0.05	0.06-0.12

Таблица 2 - Режимы термической обработки материала 2ФЛ:

Нормализация 920-9600 С, отпуск 600-6500 С

Таблица 3 - Механические свойства стали при $T=20^0$ С материала 20ФЛ

Сортамент	Размер	Напр.	БВ	БТ	δ_5	ψ	КСУ	Термообработка
-	мм	-	МПа	МПа	%	%	кДж/м ²	-
Отливки, К30, ГОСТ 977-88	до 100		491	294	18	35	491	Нормализация 920-9600 С, отпуск 600-6500 С

2. ВЫБОР ЗАГОТОВКИ И МЕТОДА ЕЕ ПОЛУЧЕНИЯ

2.1. Определение типа производства

Годовая программа выпуска деталей равна 2000 штук.

Таблица 4 - Зависимость типа производства от объема выпуска и массы детали

Масса детали, кг	Тип производства				
	Единичное	Мелкосерийное	Среднесерийное	Крупносерийное	Массовое
< 1,0	< 10	10 – 2000	1500 – 100000	75000 – 200000	200000
1,0 – 2,5	< 10	10 – 1000	1000 – 50000	50000 – 100000	100000
2,5 – 5,0	< 10	10 – 500	500 – 35000	35000 – 75000	75000
5,0 – 10,0	< 10	10 – 300	300 – 25000	25000 – 50000	50000
>10	< 10	10 – 200	200 - 10000	10000 – 25000	25000

При массе детали $m=16$ кг и $NB=2000$ шт, ориентировочно принимаем тип производства – среднесерийный

Одной из основных характеристик типа производства является коэффициент закрепления операций. (ГОСТ 3.1121-84) [9 с.20]:

$$K_{з.о.} = \frac{\sum O}{\sum P}, \quad (4)$$

где: $\sum O$ - суммарное число различных операций, закрепленных за каждым рабочим местом;

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

Располагая данными о штучно-калькуляционном времени, затраченном на каждую операцию, можно определить количество станков:

$$m_p = \frac{N \cdot T_{шт-к}}{60 \cdot F_d \cdot \eta_{з.н.}}, \quad (5)$$

где: N - годовая программа выпуска деталей, 2000 шт.;

									Лист
									15
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

ДП 44.03.04.145ПЗ

$T_{шт-к}$ - штучно-калькуляционное время, мин.;

F_{ϕ} - действительный годовой фонд времени, $F_{\phi} = 2032$ ч. (при односменной работе);

$\eta_{з.н.}$ - нормативный коэффициент загрузки оборудования, для среднесерийного производства – 0,75-0,85, примем = 0,8.

После расчета для всех операций m_p устанавливаем принятое число рабочих мест P , округляя его до большего ближайшего целого числа полученное значение m_p .

$$m_p = \frac{N * T_{шт-к}}{60 * F_{\phi} * \eta_{з.н.}} = \frac{2000 * 17,45}{60 * 2032 * 0,8} = 0,36 \quad (6)$$

Для остальных операций, расчет выполняется аналогично, после все полученные результаты заносятся в таблицу 5.

Таблица 5 – Данные для расчета $K_{з.о.}$

Операции	Тшт-к	m_p	P	$\eta_{з.ф.}$	O
Транспортирование	1.32	0.02	1	0.02	40
Отжиг	-	-	1	-	-
Транспортирование	1.32	0.02	1	0.02	40
Комплексная с ЧПУ	16.3	0.33	1	0.33	2.4
Выходной контроль	5,6	0.11	1	0.11	7.3
	$\sum T_{шт-к}$ =24.54		$\sum P = 5$		$\sum C = 89,7$

Для каждой операции вычислить значение фактического коэффициента загрузки рабочего места по формуле[9 с.22]:

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

$$\eta_{з.н.} = \frac{m_p}{P} = \frac{0,34}{1} = 0,34$$

Для остальных операций расчет выполняется аналогично, после все полученные результаты заносят в таблицу 5.

2.2. Возможности и достоинства литья в кокиль

Заготовку для данной детали, возможно, получить несколькими способами литья, такими как: литье в песчаные формы и литье в кокиль.

Для разрабатываемого технологического процесса механической обработки детали «Адаптер подшипникового узла» был выбран способ литья в кокиль так как позволяет получить хорошее качество поверхности ориентировочно Rz 160-40 мкм и точность отливки соответствует 7-11 классу, а так же возможность многократного использования кокиля.

Преимущества литья в кокиль:

- сокращение механической обработки детали, за счет получения отливок стабильного качества;
- сокращение расхода материалов на формирование кокиля, за счет уменьшения затрат на доставку и подготовку материалов, и многократного использования кокиля;
- многократное использование кокиля;
- увеличение производительности в 2-3 раза, за счет многократного использования отливок и уменьшения брака;
- качество поверхности отливки ориентировочно Rz 160-40 мкм и точность отливки соответствует 7-11 классу;
- снижение себестоимости отливок, за счет многократного использования кокилей, уменьшение затрат на изготовление форм, снижение брака и увеличение качества отливок и уменьшение расхода металла.

Недостатки литья в кокиль: высокая стоимость металлической формы, плохая заполняемость формы при получении тонкостенных отливок, опасность возникновения трещин на отливках.

Кокильным литьем называют процесс получения отливок посредством свободной заливки расплавленного металла в многократно используемые металлические формы – кокиль.

					ДП 44.03.04.145ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		18

Формирование отливки происходит при интенсивном отводе теплоты от расплавленного металла, от затвердевающей и охлаждающейся отливки к массивному металлическому кокилю, что обеспечивает более высокие плотность металла и механические свойства, чем у отливок, полученных в песчаных формах.

Особенность литья в кокиль состоит в многократном использовании металлической формы (кокиля). Высокая прочность материала металлической формы позволяет более точно выполнять рабочие поверхности формы, что обеспечивает высокое качество литой поверхности. Благодаря высокой теплопроводности формы отливка быстро затвердевает.

Поскольку преимущества литья в кокиль превышают его недостатки, и процесс получения заготовки удовлетворяет требованиям производства, то окончательно принимаем способ получения заготовки - литье в кокиль.

					<i>ДП 44.03.04.145ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		199

2.3. Расчет припусков

2.3.1. Расчет припусков на заготовку

Для назначения припусков необходимо воспользоваться ГОСТ 26645-85

«Отливки из металлов и сплавов. Допуски размеров, массы и припуски на механическую обработку». Литье в кокиль обеспечивает одиннадцатый класс точности. Допуски и припуски сведены в таблицу 6.

Таблица 6- Припуски и допуски на обрабатываемые поверхности

Поверхность	Размер, мм	Припуск, мм	Допуск, мм	Предельное отклонение, мм	
				верхнее	нижнее
Комплексная с ЧПУ					
Растачивание поверхности	R117	4,4	4	+2	-2
Фрезерование поверхности 1	140	4,4	4	+2	-2
Фрезерование поверхности 3	252	4,4	4,4	+2,2	-2,2
Фрезерование поверхности 4	238	4,4	4,4	+2,2	-2,2
Фрезерование поверхности 5	18	4,4	2,4	+1,2	-1,2
Фрезерование поверхности 6	141	4,4	4	+2	-2
Фрезерование поверхности 7	178	4,4	4,4	+2,2	-2,2
Фрезерование поверхности 9	194	4,4	4,4	+2,2	-2,2

2.3.2. Расчет межоперационных припусков

При проектировании технологических процессов механической обработки заготовок необходимо установить оптимальные припуски, которые обеспечили бы заданную точность и качество обрабатываемых поверхностей, и экономию материальных ресурсов.

Есть два основных метода определения припусков на механическую обработку поверхности: расчетно-аналитический и опытно-статистический (табличный).

Расчетно-аналитический метод определения припусков

Для проведения расчета припусков выбирается наиболее ответственный размер, в нашем случае это отверстие $\varnothing 250+0,15$ изготовленное по 8 качеству точности. Полученные значения заносим в таблицу 7[9 с.30].

Таблица 7- Припуски и предельные размеров по технологическим переходам на обработку отверстия $\varnothing 250H8$

Технологические переходы обработки поверхности отверстия	Элементы припуска, мкм				Расчетный припуск $2Z_{\min}$, мкм	Расчетный размер D_p , мм	Допуск T , мм	Предельный размер, мм		Предельные значения припусков, мм	
	Rz	h	ρ	ε				D_{\max}	D_{\min}	$2Z_{\min}^{\text{пр}}$	$2Z_{\max}^{\text{пр}}$
Заготовка	160	200	4400	0		236.8	4,4	232.4	236.8		
Черновое фрезерование	50	50	2024	0	2*4760	245.9	0.46	245.4	245.9	4,25	4,6
Тонкое растачивание	5	5	316.8	0	2*2124	250.15	0.072	250	250.15	9,52	13

Суммарное значение пространственного отклонения для литья :

$$\rho = \sqrt{\rho_{\text{кор}}^2 + \rho_{\text{см}}^2}, \quad (11)$$

$$\rho = \sqrt{4,4^2 + 0,190^2} = 4,4\text{мм} = 4400\text{ мкм},$$

$$\rho_{\text{см}} = \delta = 4,4 \text{ мм}, \quad (12)$$

$$\rho_{\text{кор}} = \Delta_k * L = 0,8 * 238 = 190,4 \text{ мкм} = 0,190 \text{ мм}, \quad (13)$$

$$\Delta_k = 0,8$$

Остаточное пространственное отклонение:

$$\rho_1 = 4400 * 0,46 = 2024 \text{ - черновое фрезерование,}$$

$$\rho_2 = 4400 * 0,185 = 316,8 \text{ - тонкое растачивание,}$$

Погрешность установки детали:

$\varepsilon_y=0$ – так как базирование происходит по 2 плоским поверхностям

Расчетные минимальные значения припуска;

$$2Z_{\text{min}} = \left(R_{i-1} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2} \right), \quad (14)$$

$$2Z_{\text{min1}} = 2 \left(160 + 200 + \sqrt{4400^2 + 0} \right) = 4760 \text{ мкм},$$

$$2Z_{\text{min2}} = 2 \left(50 + 50 + \sqrt{2024^2 + 0} \right) = 2124 \text{ мкм},$$

Расчетный размер D_p :

$$D_{p2} = 250,15 \text{ мм}, \quad (15)$$

$$D_{p1} = 250,15 - \frac{2 * 2124}{1000} = 250,15 - 4,25 = 245,9 \text{ мм},$$

$$D_{\text{рзаг}} = 245,9 - \frac{2 * 4760}{1000} = 245,9 - 9,52 = 236,8 \text{ мм},$$

Наименьший предельный размер D_{min} :

$$D_{\text{minзаг}}=232,4\text{мм}, \quad (16)$$

$$D_{\text{min1}}=245,4\text{мм},$$

$$D_{\text{min2}}=250 \text{ мм},$$

Наибольший предельный размер D_{max} :

$$D_{\text{max2}}=246-0,185=250,15 \text{ мм}, \quad (17)$$

$$D_{\text{min1}}=241,1-0,46=245,9\text{мм},$$

$$D_{\text{maxз}}=231,05-4,4=236,8 \text{ мм},$$

										Лист
										22
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП 44.03.04.145ПЗ					

Предельные значения припусков $2Z_{min}^{пр}$:

$$2Z_{min2}^{пр} = 250,15 - 245,9 = 4,25\text{мм}, \quad (18)$$

$$2Z_{min1}^{пр} = 245,9 - 236,8 = 9,52\text{мм},$$

Предельное значение припусков $2Z_{max}^{пр}$:

$$2Z_{max2}^{пр} = 250 - 245,4 = 4,6\text{мм}, \quad (19)$$

$$2Z_{max1}^{пр} = 245,4 - 232,4 = 13\text{мм},$$

Проверка правильности произведенных расчетов

$$2Z_{max} - 2Z_{min} = T - T_{i-1}, \quad (20)$$

$$13 - 9,52 = 4,4 - 0,46 = 3,6 \text{ мм},$$

$$4,6 - 4,25 = 0,46 - 0,072 = 0,35 \text{ мм},$$

Таким образом, был произведен расчет межоперационных припусков, выполнена проверка произведенных расчетов на обработку отверстия $\varnothing 250$ мм по 8 квалитету точности. Схема графического расположения припусков представлена на рисунке 5.

Схема графического расположения припусков и допусков на обработку отверстия $\varnothing 250H8$

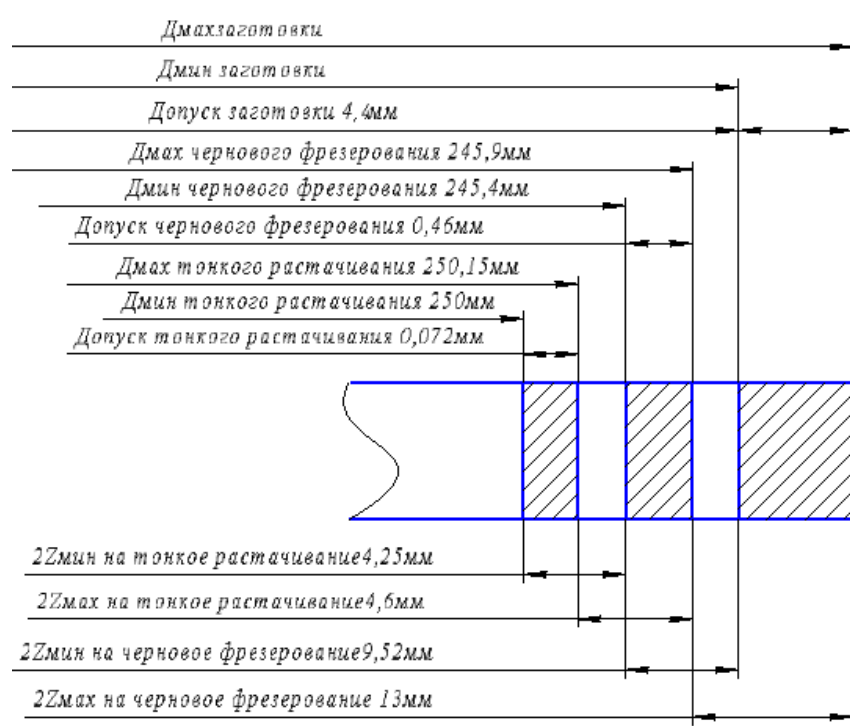


Рисунок 5 – Схема графического расположения припусков на обработку отверстия $\varnothing 250$ мм

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

ДП 44.03.04.145ПЗ

Лист

23

3. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ «АДАПТЕР ПОДШИПНИКОВОГО УЗЛА»

3.1. Разработка нового технологического процесса

3.1.1. Описание обрабатывающего центра MA-600H фирмы OKUMA

OKUMA- крупнейший мировой производитель металлорежущего оборудования. По объему продаж концерн занимает 3 место в мире, производит и продает по всему миру более 6 тысяч станков в год. В настоящее время «OKUMA» производит свыше 200 моделей и модификаций высокоточного оборудования.

Горизонтальные фрезерные ОЦ серии MA-H II предназначены для комплексной обработки деталей из различных материалов, в том числе высоколегированных, закаленных сталей с твердостью поверхности HRC 54—62. Технические возможности обеспечивают высокую производительность и точность при любом типе производства: от единичного и опытного до крупносерийного. За счет использования устройства автоматической смены палет (2, 6, 10, 12) центры серии MA-H II позволяют максимально автоматизировать производство и значительно снизить влияние человеческого фактора при серийном производстве деталей.

Станок MA-600H, выбранный для механической обработки детали имеет 4 оси координат и стол с поворотом на 360 град., что позволяет вести механическую обработку детали фактически с 1 установка и на 1 станке. Также станок имеет 2-ух палетное исполнение, что позволяет увеличить производительность за счет установки на 2 стол заготовки, во время обработки детали на 1 столе. Далее в таблице 8 приведены технические характеристики обрабатывающего центра, на рисунке 6 приведено изображение станка.

										Лист
										24
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

ДП 44.03.04.145ПЗ

3.2. Выбор металлорежущего инструмента и режимов резания

На выбор режимов резания влияют следующие факторы:

- точность обработки;
- производительность обработки;
- материал обрабатываемой детали;

Режущий инструмент выбирается таких фирм как Mitsubishi, Iscar, Sandvik Coromant, Vargus, Garant, Walter.

Таблица 10 – Режущий инструмент используемый для обработки детали

Операция 025 – Комплексная с ЧПУ				
1	2	3	4	5
№	Инструмент	Изображение	Размеры	Примечание
1	Фреза торцевая	<p>Mitsubishi APX3000-080A09RA</p>  <p>Пластина AOGT123600 PEFR-GM</p> 	<p>D = 80 мм Z = 9 L1 = 50 мм Глубина резания = 10 мм</p>	K032
2	Фреза торцевая	<p>Mitsubishi APX3000-032A05RA</p>  <p>Пластина AOGT123600 PEFR-GM</p> 	<p>D = 32 мм Z = 5 L1 = 40 мм Глубина резания = 10 мм</p>	K032

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

ДП 44.03.04.145ПЗ




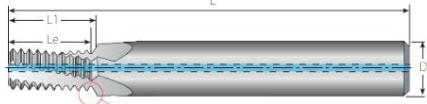
Лист

28

Продолжение таблицы 10

1	2	3	4	5
3	Фреза торцевая	<p>Mitsubishi APX3000-050A07RA</p>   <p>Пластина AOGT123600 PEFR-GM</p> 	<p>D = 50мм Z = 7 L1 = 40мм Глубина резания = 10 мм</p>	K032
4	Фреза концевая	<p>CoroMILL 2P350-1200-0A-012M</p> 	<p>D = 12 мм Z = 4 L1 = 85 мм Глубина резания = 30 мм</p>	
5	Фреза угловая Garant	<p>Garant 208036 Ø38 VHM</p> 	<p>D = 38 мм Угол = 450</p>	383
6	Фреза угловая Garant	<p>Garant 208035 Ø38 VHM</p> 	<p>D = 38 мм Угол = 450</p>	383
7	Фреза дисковая трехсторонняя	<p>CoroMILL R331.32-200Q40KM15.00</p>   <p>Пластина GC1130</p> 	<p>D = 200 Z = 12 Ширина резания = 15 мм</p>	

Окончание таблицы 10

1	2	3	4	5
8	Расточной резец	Iscar A12M STFPR-11X  Пластина TPGX 110302-L	l1= 150 мм d= 12 мм f= 6.8 мм h= 11 мм	B107 B190
9	Фреза насадная	 Iscar 3M SM D100-40-6-40-20 Пластина 3M AXKT 2006	D=100 мм Z = 12 мм Da= 40 мм	D16 K27
10	Сверло твердосплавное	Сверло твердосплавное Walter K3164TIN 	D =10.2 Глубина резания = 30 мм	L108
11	Резьбонарезная фреза	Vargus HC10099L18-I1.75ISO 	Резьба M12 Шаг 1,75 Le = 18,4	4

3.3. Выбор режимов резания и расчет основного времени

Режимы резания назначаются по каталогам производителей Mitsubishi, Iscar, Sandik Coromant, Garant, Vargus, Walter.

Режимы резания представлены в таблице 11.

Формулы для расчета режимов резания

Число оборотов

$$n = 1000V / \pi D, \quad (21)$$

где: V – скорость резания по каталогу производителя, м/мин;

D – диаметр инструмента, мм;

Основное машинное время

$$T_0 = L_{OB} / S_n + L_{X.X} / S_{X.X}, \quad (22)$$

где: L_{OB} – Длина обрабатываемой поверхности с учетом перебега, мм;

S – подача, мм/об

$L_{X.X}$ – длина быстрого перемещения инструмента, мм;

$S_{X.X}$ – скорость быстрого перемещения инструмента, мм/мин;

Таблица 11 – Режимы резания

Операция 025 – Комплексная с ЧПУ								
Переход	Режущий инструмент	t, мм	i	S, мм/об	V, м/мин	n, об/мин	To, мин	примечание
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Фреза концевая CoroMILL Plura 2P370-2500-PB-1740	4,6	1	0,57	220	2800	0,157	
2	Поворот стала на 180 град	-	-	-	-	-	-	-
3	Фреза концевая CoroMILL Plura 2P370-2500-PB-1740	4,6	1	0,57	220	2800	0,157	
4	MitsubishiAPX3000- 038A05RAØ32	4,6	2	1	180	1800	0,26	
5	Фреза угловая Garant 208036 VHMØ38	4,6	2	0,31	100	838	1,39	
6	MitsubishiAPX3000- 080A09RAØ80	4,6	2	1.8	180	717	0,22	
7	MitsubishiAPX3000- 080A09RAØ80	4,6	2	1.8	180	717	0,22	
8	Фреза концевая CoroMILL 2P350- 1200-OA-012M	4,6	4				2,03	

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.145ПЗ

Лист

32

Продолжение таблицы 11

1	2	3	4	5	6	7	8	9
9	Переустановить и закрепить заготовку	-	-	-	-	-	-	-
10	Фреза торцевая Mitsubishi AP X3000- 080A09RAØ80	4,6	1 4	1.8	180	717	1,54	
11	Iscar 3M SM D100- 40-6-40-20	4,6	1	1.8	100	318.5	0,10	
12	Iscar 3M SM D100- 40-6-40-20	3,6	5	1.8	100	318.5	2,6	
13	CoroMILL R331.32- 200Q40KM15.00 Ø200	3	3	0.7	100	159.3	1,45	
14	ISCAR A12M STFPR- 11X	1	1	0.2	100	127.9	5,85	
15	Сверло твердосплавное Walter k3146 TIN Ø10.2	30	1	0.28	90	2800	0,04	
16	Vargus HC10099L18- II.75ISOTM	15	1	0.72	50	132.7	0,15	
17	Фреза угловая Garant 208036 VHM	4,6	6	0,31	100	838	0,04	

Окончание таблицы 11

1	2	3	4	5	6	7	8	9
18	Фреза угловая Garant 208036 VHM	4,6	6	0,31	100	838	0,04	
19	Фреза концевая CoroMILL Plura 2P370-2500-PB- 1740	4,6	2	0,57	220	2800	0,66	
20	Повернуть стол на 180 град	-	-	-	-	-	-	-
21	Фреза угловая Garant 208036 VHM	4,6	6	0,31	100	838	0,04	
22	Фреза угловая Garant 208036 VHM	4,6	6	0,31	100	838	0,04	
23	Фреза концевая CoroMILL Plura 2P370-2500-PB- 1740	4,6	2	0,57	220	2800	0,66	

Таким образом, был произведен выбор режимов резания для выбранного инструмента, который был предложен в разработанном технологическом процессе.

3.4. Расчет технических норм времени

В серийном производстве определяется норма штучно-калькуляционного времени Тшт-к по формуле[6 с.54]:

$$T_{\text{шт-к}}=(T_{\text{п-з}}/n)+T_{\text{шт}}, \quad (23)$$

где: $T_{\text{п-з}}$ – подготовительно – заключительное время на партию деталей, мин;

N – количество деталей в настроечной партии, шт;

t_0 – основное время, мин;

$t_{\text{в}}$ – вспомогательное время, мин.

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

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

Вспомогательное время состоит из затрат времени на отдельные приемы[6 с.57]:

$$t_{\text{в}} = t_{\text{у.с.}} + t_{\text{з.о.}} + t_{\text{уп}} + t_{\text{из}}, \quad (24)$$

где: $t_{\text{у.с.}}$ - время на установку и снятие детали, мин.;

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

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

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

Основное время t_0 рассчитывается по всем переходам обработки с учетом совмещения переходов по формуле:

$$t_0 = \frac{l \cdot i}{S_m}, \quad (25)$$

где: l – расчетная длина обрабатываемой поверхности, мм.;

i – число ходов;

S_m - минутная подача.

В общем случае расчетная длина обрабатываемой поверхности [6 с.58]:

$$l = l_0 + l_{\text{вр}} + l_{\text{п}} + l_{\text{сх}}, \quad (26)$$

где: l_0 - длина обрабатываемой поверхности в направлении подачи, мм.;

$l_{\text{вр}}$ - длина врезания инструмента, мм.;

$l_{\text{п}}$ - длина подвода инструмента к заготовке, мм.;

											Лист
											35
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата							

l_{cx} - длина перебега (схода) инструмента, мм.

Определим длину обрабатываемой поверхности в направлении подачи:

$$l_o = 30 + 15 = 45 \text{ мм}, \quad (27)$$

Длина подвода инструмента к заготовке и длина перебега (схода) инструмента равны [6 с.58]:

$$l_{\pi} = l_{cx} = 1 \text{ мм}, \quad (28)$$

Длина врезания инструмента $l_{вр} = 1 \text{ мм}$

Определим расчетную длину обрабатываемой поверхности:

$$l = 45 + 1 + 1 + 1 = 48 \text{ мм}, \quad (29)$$

Сумму основного и вспомогательного времени называют оперативным временем [6 с.60]:

$$t_{оп} = t_o + t_b, \quad (30)$$

Трудоемкость операции определяется по формуле:

$$T_{шт-к} = \sum_{i=1}^n t_{оп}, \quad (31)$$

где: n – количество операций.

Произведя расчеты технических норм времени, полученные данные заносим в таблицу 12.

					<i>ДП 44.03.04.145ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		36

Таблица 12 - Технические нормы времени

Операция 025- Комплексная с ЧПУ											
Время	t _о	t _в			t _{об}		t _{от}	t _{шт}	t _{п-з}	n, шт	t _{ш-к}
		t _{ус}	t _{уп}	t _{из}	t _{тех}	t _{орг}					
Переход											
Установ А	0,157	0.143	0.039	0.31	1.4	1.9	0.31	4.37	8,16	24	4,71
Переход 1											
Переход 2	-										
Переход 3	0.1										
Переход 4	0,26										
Переход 5	1,39										
Переход 6	0,22										
Переход 7	0.22										
Переход 8	2,03										
Установ Б	1.54	0.143	0.039	0.31	1.4	1.9	0.31	11,19	15,29	24	11,82
Переход 9											
Переход 10	0.34										
Переход 11	0,34										
Переход 12	1.45										
Переход 13	5.85										
Переход 14	0.04										
Переход 15	0.15										
Переход 16	0.04										
Переход 17	0.04										
Переход 18	0.66										
Переход 19	-										
Переход 20	0.04										
Переход 21	0.04										
Переход 22	0,66										

4. РАЗРАБОТКА УПРАВЛЯЮЩЕЙ ПРОГРАММЫ

Для того чтобы разработать управляющую программу необходимо:

- ✓ Подобрать инструмент
- ✓ Назначить режимы резания
- ✓ Вычислить координаты опорных точек
- ✓ Построить траекторию движения инструмента

Управляющая программа для механической обработки детали «Адаптер подшипникового узла» была разработана в программном продукте «ADMAC» в автоматическом режиме и после проработки управляющей программы произведена ее коррекция уже вручную.

Перечень используемого инструмента представлен в таблице

Назначенные режимы резания представлены в таблице

Траектория движения инструмента и таблица координат опорных точек показаны на операционных эскизах в графической части.

Перечень используемых подготовительных и вспомогательных функций представлен в таблице 4.1.

Таблица 13 – перечень используемых функций G и M

Код функции	Описание назначения функции
1	2
Подготовительные функции	
G00	Ускоренное перемещение
G01	Линейная интерполяция
G90	Абсолютная система отсчета координат
G96	Постоянная скорость резания при точении
G41	Коррекция на радиус резца
Вспомогательные функции	
M06	Смена инструмента и совмещение вершины инструмента с точкой 0

Окончание таблицы 13

1	2
M08	Включает подачу СОЖ
M09	Выключает подачу СОЖ
M02	Конец управляющей программы

Кадр состоит из:

1. G функции;
2. Координат;
3. Режимов резания;
4. M функции.

Фрагмент управляющей программы обработки торца и паза детали и представлен в таблице 14.

В основе управляющей программы лежит траектория и координаты точек строки обхода инструментами обрабатываемой поверхности. На рисунках 7, 8 представлены операционные эскизы соответствующие данным по траектории движения инструмента

Таблица 14 - Фрагмент управляющей программы обработки паза детали

Содержание кадра	Расшифровка
1	2
T1 M6	Выбор инструмента под номером 1
S2800 M3 M8	Число оборотов шпинделя, вращение шпинделя по часовой стрелке, включение СОЖ
G97 G94 G60 G54 G17 G42 B180	Выбор плоскости коррекция на радиус инструмента, поворот стола на 180 град
G0 X100 Z-3 Y-136	Ускоренное перемещение инструмента в точку
G1 X100 Z-3 Y29 F0,57	Движение фрезы по контуру, с рабочей подачей

Окончание таблицы 14

1	2
G1 X119 Z-3 Y29 F0,57	
G1 X119 Z-3 Y-29 F0,57	
G1 X100 Z-3 Y-29 F0,57	
1 X100 Z-3 Y-136 F0,57	
G0 X200 Z0 Y200 G41 M9	Движение на рабочей подачи в точку, выключение коррекции на радиус инструмента, выключение СОЖ
T2 M6	Выбор инструмента под номером 2
S1800 M3 M8	Число оборотов шпинделя, вращение шпинделя по часовой стрелке, включение СОЖ
G97 G94 G60 G54 G17 G42 B0	Выбор плоскости коррекция на радиус инструмента, поворот стола на 0 град
G0 X125 Z-3 Y0	Ускоренное перемещение инструмента в точку
G1 X125 Z-3 Y0 F1	Движение фрезы по контуру с рабочей подачей
G1 X-125 Z0 Y0 F1	
G1 X-125 Z0 Y6 F1	
G1 X125 Z0 Y6 F1	
G0 X150 Z100 Y300 G41 M9	Движение на рабочей подачи в точку, выключение коррекции на радиус инструмента, выключение СОЖ

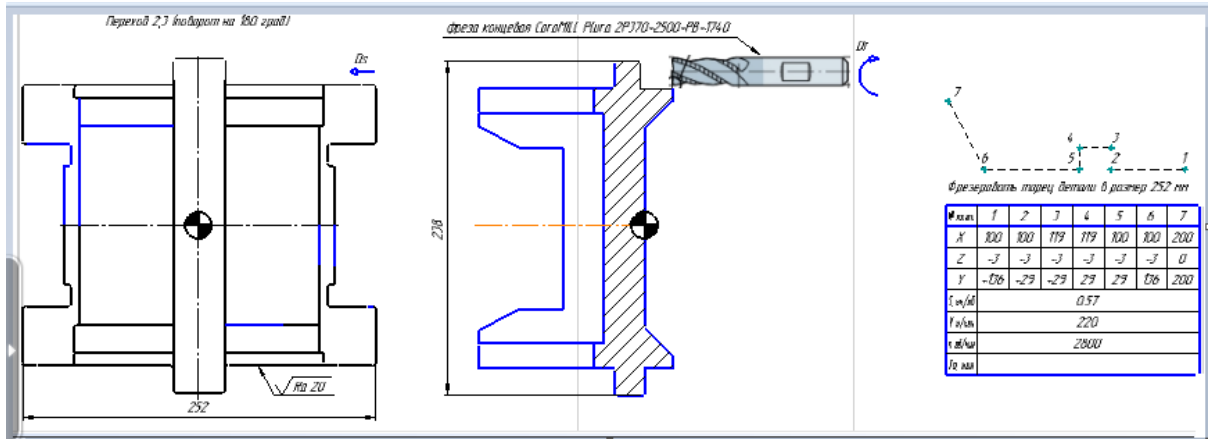


Рисунок 7 - Маршрут обработки торца детали

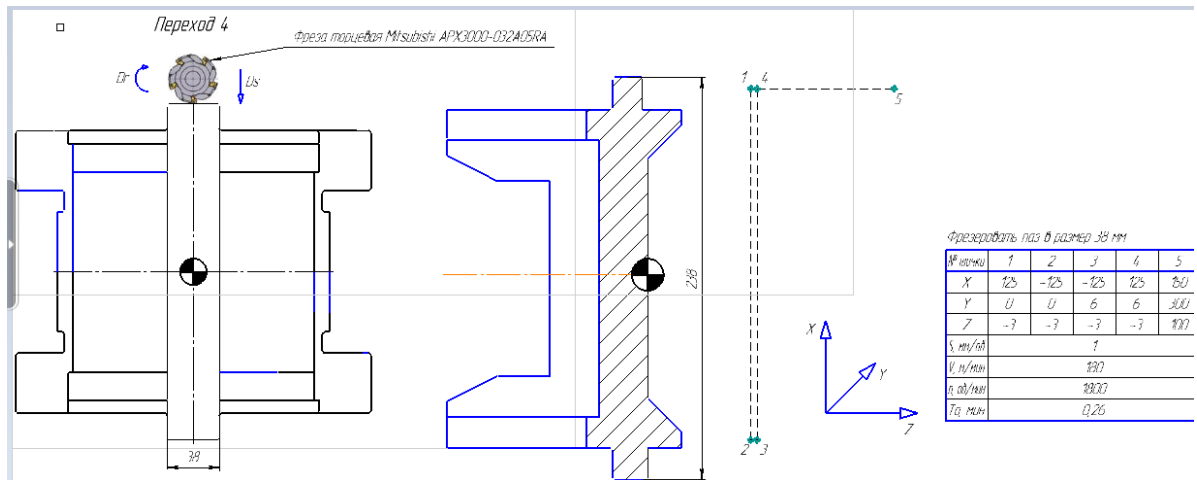


Рисунок 8 - Маршрут обработки паза детали

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

ДП 44.03.04.145ПЗ

Лист

41

5. ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРОЕКТА

5.1. Исходные данные для выполнения экономического обоснования

Выбор методики расчета экономической эффективности определяется темой и содержанием технологической части работы, а так же наличием исходной информации. Для дипломного проекта, содержание которого заключается в выборе наиболее эффективного варианта технологии, методики расчета заключается в выборе наиболее эффективного варианта технологии, методики расчета заключается в оценке сравниваемой экономической эффективности двух вариантов с целью выбора более прогрессивного.

Разработанный вариант технологического процесса механической обработки детали «Адаптер подшипникового узла», за счет внедрения горизонтально-фрезерного обрабатывающего центра МА-600Н позволяет за одну операцию получить готовую деталь.

Годовая программа выпуска деталей -2000 шт.;

Определение капитальных вложений

С учетом того, что на предприятии уже имеется данное оборудование, капитальные затраты не учитываются.

Количество технологического оборудования рассчитывается по формуле [25, с.22]:

$$g = \frac{t * N_{\text{год}}}{F_{\text{об}} * K_{\text{ВН}} * K_3 * 60} \quad (32)$$

где: t - штучно- калькуляционное время операции, ч;

$N_{\text{год}}$ – годовая программа выпуска деталей, шт.; $N_{\text{год}}= 2000$ шт.

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

$K_{\text{ВН}}$ – коэффициент выполнения норм времени, $K_{\text{ВН}} = 1,02$

K_3 – нормативный коэффициент загрузки оборудования для серийного производства; $K_3=0,75-0,85$

									Лист
									42
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

ДП 44.03.04.145ПЗ

Таблица 15 - Нормы штучно-калькуляционного времени $T_{шт-к}$ (мин) по операциям

Проектный	
Операция	$T_{шт-к}$
025 Комплексная с ЧПУ	17,57
Итого:	17,57

Рассчитываем действительный годовой фонд времени работы оборудования по формуле [25, с.23] :

$$F_{об} = F_H * \left(1 - \frac{K_p}{100}\right), \quad (33)$$

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

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

Номинальный фонд времени работы оборудования определяется по календарю производства и в среднем составляет 254 рабочих дня в году. Тогда количество рабочих часов оборудования составляет [25, с.23] :

При односменной работе:

$$F_H = 254 * 8 = 2032 \text{ ч,}$$

При двусменной работе:

$$F_H = 254 * 2 * 8 = 4064 \text{ ч,}$$

Потери рабочего времени на ремонт оборудования равны 2,75% рабочего времени. Тогда получаем, что действительный фонд времени работы оборудования, согласно формуле равен:

$$F_{об} = 4064 * \left(1 - \frac{2,75}{100}\right) = 3952,2 \text{ ч,}$$

Необходимо определить количество станков по штучно-калькуляционному времени, опираясь на таблицу 16 по формуле по проектному варианту.

$$g_{\text{комплексная}} = \frac{17,57 * 2000}{3952,2 * 1,02 * 0,8 * 60} = \frac{35140}{193501,67} = 0,18 \text{ ед,}$$

Таблица 16 - Количество оборудования по проектному варианту

№ операции	Состав оборудования механического участка	Модель оборудования	Кол-во станков, ед.	
			Расчет.	Принят.
025	Горизонтально-фрезерный обрабатывающий центр	МА-600Н	0,181	1
ИТОГО:			0,181	1

5.2. Расчет технологической себестоимости детали

Расчет технологической себестоимости изготовления детали выполняется по формуле [25, с.24] :

$$C = Z_m + Z_{зп} + Z_{э} + Z_{об} + Z_{осн} + Z_{и}, \quad (34)$$

где: Z_m – затраты на материал, р.;

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

$Z_{э}$ – затраты на технологическую энергию, р.;

$Z_{об}$ – затраты на оборудование, его содержание и эксплуатацию, р.;

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

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

5.2.1. Определение затрат на материалы

Поскольку способ получения заготовки на предприятии не меняется, то производить расчет затрат на материалы не надо.

5.2.2. Затраты на заработную плату основных и вспомогательных рабочих

Затраты на заработную плату основных и вспомогательных рабочих рассчитываем по формуле [25, с.24] :

$$Z_{зп} = Z_{пр} + Z_{и} + Z_{к} + Z_{тр}, \quad (35)$$

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

Зн– основная и дополнительная заработная плата с отчислениями на социальное страхование наладчиков, р.;

Зк – основная и дополнительная заработная плата с отчислениями на социальное страхование контролеров, р.;

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

Формулы используемые при расчетах:

1. Основная и дополнительная заработная плата производственных рабочих с отчислениями на социальное страхование, при применении сдельной оплаты труда [25, с.25] :

$$З_{\text{прг}} = C_{\text{т}} * t_{\text{шт-к}} * k_{\text{мн}} * k_{\text{доп}} * k_{\text{есн}} * k_{\text{р}} \text{ руб.}, \quad (36)$$

где: $C_{\text{т}}$ – часовая тарифная ставка производственного рабочего на операции, руб.;

$t_{\text{шт-к}}$ – штучно-калькуляционное время на операцию, час;

$k_{\text{мн}}$ – коэффициент, учитывающий многостаночное обслуживание (к_{мн}= 1)

$k_{\text{доп}}$ - коэффициент, учитывающий дополнительную заработную плату(1,05-1,15); $k_{\text{доп}} = 1,1$

$k_{\text{есн}}$ – коэффициент, учитывающий страховые взносы (к_{есн} = 1,3);

В проектном варианте:

$$З_{\text{прг}} = 150 * (17,57/60) * 1 * 1,1 * 1,3 * 1,15 = 72,23 \text{ руб.},$$

Численность рабочих станочников вычисляется по формуле

[25, с.26] :

$$Ч_{\text{ст}} = \frac{t * N_{\text{год}} * k_{\text{мн}}}{F_{\text{р}} * 60}, \quad (37)$$

где: $F_{\text{р}}$ – действительный годовой фонд времени работы одного рабочего, 1716 ч.;

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

t – штучно –калькуляционное время операции, мин;

										Лист
										45
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

$N_{год}$ – годовая программа выпуска деталей, $N_{год} = 2000$ шт;

Действительный фонд времени работы станочника определяется по производственному календарю на текущий год (365 – календарное количество дней; 118 – количество выходных и праздничных дней; 247 – количество рабочих дней, из них 4 – сокращенные или предпраздничные дни продолжительностью 7 ч; 243 – рабочие дни продолжительностью 8 ч; потери : 24 – отпуск очередной, 2 – потери по больничному листу, 6 – прочие; итого потерь -32 дня.). Отсюда количество рабочих часов станочника составляет 1716 ч.

Зарботную плату производственных рабочих и рассчитываем численность рабочих по формуле. Результаты заносим в таблицу 17.

Таблица 17 – Затраты на заработную плату станочников по проектному варианту.

Наименование операции	Часовая тарифная ставка, р.	Штучно-калькуляционное время, мин	Зарботная плата, р.	Численность станочников, чел.
025 Комплексная с ЧПУ	150	17,57	72,23	1
Итого:			72,23	1

Зарботная плата вспомогательных рабочих рассчитывается по формуле [25, с.26]:

$$Z_{всп} = \frac{C_T^{всп} * F_p * Ч_{всп} * k_{доп} * k_{есн} * k_p}{N_{год}}; \quad (38)$$

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

$N_{год}$ – годовая программа выпуска деталей, $N_{год} = 2000$ шт.;

$k_{есн}$ – коэффициент, учитывающий единый социальный налог, $k_{есн} = 1,3$;

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

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

$k_{доп} = 1,23$;

									Лист
									48
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

ДП 44.03.04.145ПЗ

$C_T^{всп}$ - часовая тарифная ставка рабочего соответствующей квалификации,

р.;

$Ч_{всп}$ - численность вспомогательных рабочих соответствующей квалификации, р.;

Численность вспомогательных рабочих соответствующей квалификации определяется по формуле:

$$Ч_{нал} = \frac{g_{п*п}}{H}, \quad (39)$$

где: $g_{п}$ - расчетное количество оборудования, шт;

п – число смен работы оборудования, п=2;

Н – число станков, обслуживаемых одним наладчиком, Н=10 шт.

$$Ч_{нал} = \frac{0,18*2}{10} = 0,036 \text{ чел.},$$

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

$$Ч_{трансп.} = 0,036*0,05=0,0018 \text{ чел.},$$

$$Ч_{контр.} = 0,036*0,07=0,00252 \text{ чел.},$$

По формуле произведем вычисления заработной платы основных рабочих:

$$З_{нал} = \frac{85*1716*0,036*1,23*1,3*1,2}{2000} = 5,03 \text{ р}, \quad (40)$$

$$З_{трансп.} = \frac{70,8*1716*0,0018*1,23*1,3*1,2}{2000} = 0,209 \text{ р},$$

$$З_{контр.} = \frac{75,6*1716*0,00252*1,23*1,3*1,2}{2000} = 0,31 \text{ р},$$

					НАЗВАНИЕ ДОКУМЕНТА	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		47

Таблица 18 – Затраты на заработную плату вспомогательных рабочих по проектируемому варианту.

Специальность рабочего	Часовая тарифная ставка, р.	Численность станочников, чел.	Затраты на изготовление одной детали, р.
Наладчик	85	1	5,03
Транспортный рабочий	70,8	1	0,209
Контролер	75,6	1	0,31
Итого		3	5,55

Расчет затрат на заработную плату по формуле:

$$З_{зп} = 5,55 + 72,23 = 77,78 \text{ р.}, \quad (41)$$

5.2.3. Затраты на электроэнергию

Затраты на электроэнергию, расходуемую на выполнение одной детали операции, рассчитываем по формуле [25, с.27]:

$$З_{э} = \frac{N_y * k_N * k_{вр} * k_{од} * k_w * t}{n * k_{вн} * 60} * Ц_{э}, \quad (42)$$

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

k_N - средний коэффициент загрузки электродвигателя по мощности, $k_N = 0,2 - 0,4$;

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

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

$k_{од} = 0,75$ - при двух двигателях, и $k_{од} = 1$ - при одном двигателе;

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

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

$k_{вн}$ - Коэффициент выполнения норм, $k_{вн} = 1,02$;

$\Pi_э$ – стоимость 1 кВт*ч электроэнергии, $\Pi_э = 2,35$ р.;

Таблица 19 – Затраты на электроэнергию по проектируемому варианту

Модель станка	Установленная мощность, кВт	штучно-калькуляционное время, мин	Затраты на электроэнергию
МА-600Н	30	17,57	3,5
Итого			3,5

$$З_э = \frac{30 * 0,2 * 0,7 * 1 * 1,05 * 17,57}{0,85 * 1,02 * 60} * 2,35 = \frac{77,48}{52,02} * 2,35 = 3,5 \text{ р.},$$

5.2.4. Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования

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

$$З_{об} = C_{ам} + C_{рем}, \quad (43)$$

где: $C_{рем}$ - затраты на ремонт оборудования, р.;

$C_{ам}$ - амортизационные отчисления от стоимости оборудования, р.;

Амортизационные отчисления определяются по формуле[25, с.29]:

$$C_{ам} = \frac{\Pi_{об} * N_{ам} * t}{F_{об} * k_з * k_{вн} * 60}, \quad (44)$$

где: $\Pi_{об}$ - цена единицы оборудования, р.;

$N_{ам}$ – норма амортизационных отчислений, 8%;

t – штучно-калькуляционное время, мин;

$F_{об}$ - годовой действительный фонд работы оборудования, ч;

$k_з$ - нормативный коэффициент загрузки оборудования, $k_з = 0,8$;

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

Произведем расчет затрат на амортизационные отчисления

$$C_{\text{ам(МА-60Н)}} = \frac{8600000 * 0,08 * 17,57}{3952,2 * 0,8 * 1,02 * 60} = \frac{12088160}{193489,9} = 62,47 \text{ р.},$$

Таблица 20 – Затраты на содержание и эксплуатацию оборудования

Модель станка	Стоимость, т. руб.	Количество, шт.	Норма амортизационных отчислений, %	Штучно-калькуляционное время, мин	Амортизационные отчисления, р.	Затраты на ремонт, р. 2%
МА-600Н	8600	1	8	17,57	62,47	31,75
Итого					62,47	31,75

Расчет затрат на содержание и эксплуатацию оборудования:

$$Z_{\text{об}} = 62,47 + 31,75 = 94,22 \text{ р.}, \quad (45)$$

5.2.5. Затраты на эксплуатацию инструмента

Определение затрат на эксплуатацию инструмента по формуле [25, с.30]:

$$Z_{\text{и}} = \frac{C_{\text{и}} + \beta_n * C_{\text{н}}}{T_{\text{ст}} * N_{\text{год}} * (\beta_n + 1)} * T_{\text{м}} * \eta_{\text{и}}, \quad (46)$$

где: $C_{\text{и}}$ - цена единицы инструмента, $C_{\text{и}} = 25524,6 \text{ р.}$;

β_n - число переточек инструмента, $\beta_n = 0$;

$C_{\text{н}}$ - стоимость одной переточки, $C_{\text{н}} = 0$;

$T_{\text{ст}}$ - Период стойкости инструмента, $T_{\text{ст}} = 210 \text{ мин.}$;

$T_{\text{м}}$ - машинное время, мин;

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

$N_{\text{год}}$ - годовая программа выпуска деталей, $N_{\text{год}} = 2000 \text{ шт.}$;

$$Z_{\text{и}} = \frac{25524,6}{210 * 2000} * 17,57 * 0,98 = \frac{25524,6}{420000} * 17,57 * 0,98 = 10,4 \text{ р.};$$

Окончание таблицы 22

1	2	3
Количество рабочих	чел	1
Трудоемкость обработки одной детали	н/ч	17,57
Технологическая себестоимость одной детали	руб.	185.91
Доля прогрессивного оборудования	%	100
Производительность труда	шт/чел.год	5859
Коэффициент загрузки оборудования		0,18

Таким образом было произведено экономическое обоснование, разработанного технологического процесса механической обработки «Адаптер подшипникового узла», с учетом стоимости оборудования, инструмента, оснастки и затрат на электроэнергию.

Список тем тематического плана, по переподготовке персонала на обрабатывающий центр Okuma MA-600H:

1. Назначение кнопок главного пульта управления станка;
2. Включение и выключение станка;
3. Безопасность работы и назначение блокировок станка;
4. Перемещение осей в ручном режиме с главного пульта и с помощью импульсной ручки;
5. Операции при работе со шпинделем в ручном режиме: задание вращения, останов;
6. Установка инструмента в револьверную голову, его регистрация;
7. Операции в режиме MDI: перемещение осей, задание вращения шпинделя, останов;
8. Операции в режиме MDI: задание подготовительных и вспомогательных функций;
9. Автоматический режим: выбор управляющих программ, их запуск, останов и сброс;
10. Автоматический режим: выбор плановых программ, их запуск, останов и сброс;
11. Возобновление обработки программы после останова и ее сброса (RESTART);
12. Автоматический режим: покадровая обработка, пропуск кадра, останов по M01;
13. Изменение подачи быстрого хода, рабочей подачи, скорости вращения шпинделя в автоматическом покадровом и автоматическом непрерывных режимах;
14. Выход в ручной режим во время автоматической обработки детали без спроса программы;
15. Автоматическая обработка: функция блокировки приводов, ускоренный прогон программы;

					ДП 44.03.04.145ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		54

Программированное обучение может быть реализована с помощью двух методов программирования учебного материала:

- ✓ Линейная программа;
- ✓ Разветвленная программа;

Данные программы отличаются друг от друга по своей структуре и предпосылкам. Так же возможны комбинированные обучающие программы, которые являются результатом сочетания двух методов программирования.

При использовании линейной программы, учебный материал подается небольшими по объему информации, четко структурированными кадрами. Считается, что обучающий изучивший данный материал, сможет ответить на поставленные ему вопросы.

При переходе к следующему кадру обучающийся узнает, как он ответил на вопросы предыдущего кадра. Поскольку каждый кадр содержит важный и структурированный объем информации по новому кадру, то если обучающийся совершил ошибку при ответах на вопрос, обучающийся может легко сравнить с текстом кадра, и выяснить где допущена ошибка.

При использовании разветвленной программы учебный материал разбивается на фрагменты (порции), содержащие большую информацию, чем при использовании линейной программы. В конце каждого кадра обучающемуся предлагается ответить на вопрос, в котором приведены уже несколько вариантов ответов, из которых один ответ правильный. Обучающийся ответивший на предоставленный вопрос правильно, направляется к следующему кадру с информацией и продолжает обучение. Обучающийся который ответил на предоставленный вопрос неправильно отправляется к кадру с информацией которая была в вопросе, чтобы обучающийся еще раз изучил материал и снова попытался ответить на вопрос.

Таким образом если сравнить две системы программирования учебного материала, можно сделать заключение о том, что при использовании метода линейного программирования обучающийся самостоятельно формулирует все ответы на контрольные вопросы при изучении материала, а при метода

разветвленного программирования обучающийся при ответе на вопросы только выбирает один правильный ответ из нескольких предложенных, не формулируя свои мысли. В данном варианте предпочтительнее использовать метод линейного программирования, так как при ответах на вопросы обучающийся не выбирает заготовленные ответы, а учится формулировать свои мысли для ответа на вопрос. С другой стороны разветвленная программа создается с учетом возможных ошибок при ответах на вопросы обучающихся и более приближена к реальному процессу обучения. В процессе обучения при использовании разветвленной программы важно, то что обучающиеся усваивают материал с учетом своих возможностей и в своем индивидуальном темпе.

Фрагмент обучающей программы ориентирован на 2 шага:

Шаг № 1- Изучение устройства станка Okuma MA-600H

Информационный кадр первого шага содержит информацию о: устройстве станка, системе координат станка, системе ЧПУ станка, технические данные станка.

В операционном кадре приведен пример устройства станка MA-600H

В кадре обратной связи содержится задание на определение системы координат станка.

Кадр контроля представлен в виде теста, разработанного в соответствии с теорией тестирования

Контрольный тест по первому кадру состоит из 5 заданий, которые представлены в виде открытой и закрытой форм. Тест предназначен для проверки уровня усвоения знаний обучающимися.

Методика проведения дидактических тестов:

1. Анализ учебного материала подлежащего контролю и выделение в нем дидактических единиц, представлен в таблице 22.

					ДП 44.03.04.145ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		58

Таблица 22 – Дидактические единицы

№ ДЕ	Наименование дидактической единицы
1	Устройство станка
2	Расположение нулевых точек станка
3	Определения

2. Определение уровня усвоения каждой единицы

Уровень усвоения дидактической единицы приведен в таблице 23

Таблица 23 – Уровни усвоения ДЕ

№ ДЕ	Наименование ДЕ	Уровень усвоения	Форма ТЗ
1	Устройство станка, система координат	2	ОТЗ
2	Расположение нулевых точек станка	2	ЗТЗ
3	Определения	2	ЗТЗ

3. Составление матрицы тестовых заданий

Матрица тестовых заданий представлена в таблице 23

Таблица 24 – Матрица тестовых заданий

№ ДЕ	Уровень усвоения	Формулировка тестового задания
1	2	3
1	2	1. Станок МА-600Н имеет ____ оси координат: Форма ответа: 1. ____ Ответ: 1. четыре
1	2	2. Шпиндель на станке МА-600Н расположен: А) вертикально Б) горизонтально В) под углом Форма ответа: 2. ____ Ответ: 2. Б

Окончание таблицы 24

1	2	3
1	2	<p>3. Какое максимальное количество инструмента вмещает станок</p> <p>А) 20</p> <p>Б) 40</p> <p>В) 45</p> <p>Г) 1</p> <p>Форма ответа: 3. ____</p> <p>Ответ: 3. Б</p>
2	2	<p>Нулевая точка станка назначается:</p> <p>А) заводом изготовителем</p> <p>Б) оператором станка</p> <p>В) нет верного</p> <p>Форма ответа: 4. ____</p> <p>Ответ: 4. А</p>
3	2	<p>Станок с ЧПУ – это станок с _____</p> <p>управлением, который производит обработку детали по заданной _____</p> <p>А) числовым программным, программе</p> <p>Б) электрическим, траектории</p> <p>В) нет верного</p> <p>Форма ответа: 5. ____</p> <p>Ответ: 5. А</p>

4. Конструирование дидактического теста

Из матрицы тестовых заданий выбирают задания различной формы, а именно: открытые, закрытые, на установление соответствия и на установления

правильной последовательности, и формулируют указания к работе с той или иной формой тестового задания.

5. Разработка инструкций по работе с тестом

Инструкция по работе с тестом составляется разработчиком теста, в которой указывается количество заданий в тесте, время, отведенное на выполнение теста, и рекомендации по работе с тестом.

Так же перед каждым типом задания располагается инструкция по работе с ним.

6. Оформление теста

После составления инструкции ее необходимо разместить в рамке, вслед за инструкцией располагается указание выделенное шрифтом, после указания располагается задание к тесту.

7. Разрабатывается бланк ответа

Так же к тестовым заданиям необходимо разработать бланк ответов к тесту, где необходимо указать № задания и № строки.

В заключении следует создать ключ к тестовым заданиям, в котором указывается № задания и верный ответ на тест.

Матрица покрытия

1- четыре

2- Б

3- Б

4- А

5- А

Шаг № 2 – Изучение принципа действия станка МА-600Н

В информационном кадре второго шага изложена информация о: принцип действия и обработка детали на станке, видах оправок, применяемый металлорежущий инструмент.

Операционный кадр содержит изображение обрабатываемой детали на станке с описанием позиций.

					ДП 44.03.04.145ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		61

Кадр обратной связи включает в себя изображение органов станка в процессе обработки детали, которые необходимо расписать.

В кадре контроля используется тест на 4 задания.

Тестовые задания контроля второго кадра содержат 4 заданий, представленных в виде открытой и закрытой формы, и на установление соответствия.

Контрольный тест по первому кадру состоит из 4 заданий, которые представлены в виде открытой и закрытой форм. Тест предназначен для проверки уровня усвоения знаний обучающимися.

Методика проектирования дидактического теста:

1. Анализ учебного материала, подлежащего контролю и выделение в нем дидактических единиц

Таблица 25 – Дидактические единицы

№ ДЕ	Наименование дидактической единицы
1	Обработка детали на станке
2	Виды используемых оправок
3	Применяемый металлорежущий инструмент

2. Определение уровня усвоения каждой дидактической единицы

Уровень усвоения каждой дидактической единицы приведен в таблице 26

Таблица 26 – Уровни усвоения ДЕ

№ ДЕ	Наименование ДЕ	Уровень усвоения	Форма ТЗ
1	Обработка детали на станке	2	ЗТЗ
2	Виды используемых оправок	2	ЗТЗ
3	Применяемый металлорежущий инструмент	2	ЗТЗ

3. Составление матрицы тестовых заданий

Матрица тестовых заданий приведена в таблице 27

Таблица 27 – Матрица тестовых заданий

№ ДЕ	Уровень усвоения	Формулировка тестового задания
1	2	<p>1. На сколько градусов может повернуться стол станка:</p> <p>А) 180</p> <p>Б) 360</p> <p>В) 210</p> <p>Г) не поворачивается</p> <p>Форма ответа: 1. _____</p> <p>Ответ: 1. Б</p>
2	2	<p>2. Виды оправок (возможно несколько вариантов ответа):</p> <p>А) Оправка для дисковых фрез</p> <p>Б) Оправка для концевых фрез тип Weldon</p> <p>В) Для фрез с конусом Морзе</p> <p>Г) нет верного</p> <p>Форма ответа: 2. _____</p> <p>Ответ: 2. А, Б, В</p>
2	2	<p>3. Оправка – это приспособление для _____ на металлорежущих станках _____</p> <p>А) установки, инструмента</p> <p>Б) инструмента, с ЧПУ</p> <p>В) ЧПУ, различных фирм</p> <p>Г) нет верного</p> <p>Форма ответа: 3. _____</p> <p>Ответ: 3. А</p>
3	2	<p>4. Выберите какой металлорежущий инструмент может использоваться на станке МА-600Н:</p> <p>А) концевые фрезы</p> <p>Б) торцевые фрезы</p> <p>В) расточные резцы</p> <p>Г) сверла</p> <p>Форма ответа: 4. _____</p> <p>Ответ: 4. А, Б, В, Г</p>

4. Конструирование дидактического теста

Из матрицы тестовых заданий выбирают задания различной формы, а именно: открытые, закрытые, на установление соответствия и на установления правильной последовательности, и формулируют указания к работе с той или иной формой тестового задания.

5. Разработка инструкций по работе с тестом

Инструкция по работе с тестом составляется разработчиком теста, в которой указывается количество заданий в тесте, время, отведенное на выполнение теста, и рекомендации по работе с тестом.

Так же перед каждым типом задания располагается инструкция по работе с ним.

6. Оформление теста

После составления инструкции ее необходимо разместить в рамке, вслед за инструкцией располагается указание выделенное шрифтом, после указания располагается задание к тесту.

7. Разрабатывается бланк ответа

Так же к тестовым заданиям необходимо разработать бланк ответов к тесту, где необходимо указать № задания и № строки.

В заключении следует создать ключ к тестовым заданиям, в котором указывается № задания и верный ответ на тест.

Матрица покрытия

1- Б

2- А, Б, В

3- А

4- А, Б, В, Г

Данная обучающая программа, была разработана для переподготовки персонала с одной стойки ЧПУ на другую, а так же для переподготовки на вновь вводимый в эксплуатацию станок.

										Лист
										64
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

Программа разработана с учетом требований программированного обучения, и включает в себя: презентацию с учебным материалом и видео записи , для наглядной демонстрации работы обрабатывающего центра.

Преимущества программы заключается в том, что каждый обучающийся может изучать материал в индивидуальном темпе, также в обучающей программе предусмотрено проведение контрольных тестов, которые позволяют отслеживать уровень усвоения материала.

Преподаватель выполняет роль наставника, так же разрабатывает обучающую программу для переподготовки персонала , также преподаватель использует тематический план, с учетом конкретной модели станка с ЧПУ и планирует время каждого занятия по каждой теме.

					НАЗВАНИЕ ДОКУМЕНТА	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		65

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В процессе разработки технологического процесса механической обработки детали «адаптер подшипникового узла» были решены задачи поставленные во введении, был произведен анализ технологичности конструкции детали «Адаптер подшипникового узла», выбран наиболее подходящий способ получения заготовки. Так же были разработаны маршрутные и операционные технологии механической обработки с учетом технических возможностей обрабатывающего центра Okuma MA-600H, был произведен выбор металлорежущего инструмента таких фирм как: Mitsubishi, Sandvik Coromant, Iscar, Garant, Vargus, Walter и элементов режимов резания с учетом рекомендаций производителей металлорежущего инструмента для выполнения технологичного процесса, далее было приведено экономическое обоснование проекта и решение вопроса о переподготовке персонала для используемого обрабатывающего центра

Метод получения заготовки оптимален и не требует изменения способа его получения, соответственно нет необходимости производить экономическое обоснование о стоимости получения заготовки.

Для технологического процесса механической обработки детали был выбран металлорежущий инструмент таких фирм как Sandvik Coromant, Iscar, Mitsubishi, Garant, Vargus и Walter, что способствует повышению производительности, и снижению себестоимости изготовления детали.

При решении вопроса переподготовки персонала была разработана обучающая программа по переподготовке персонала на предприятии ОАО «Пумори - Инжиниринг Инвест» в условиях внутрифирменного обучения, по профессии «Оператор станков с ЧПУ» для станка MA-600H.

										Лист
										66
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

ДП 44.03.04.145ПЗ

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Бородина Н.В. Подготовка педагогов профессионально... обучения к перспективно-тематическому планированию: модульный подход [Текст] : учеб. пособие / Н.В. Бородина, М.В. Горонович, Фейгина М.И. Екатеринбург. :Изд-во Рос. гос. проф. - пед. ун-та, 2002. 260с.
2. Базров, Б.М. Основы технологии машиностроения: Учебник для вузов. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — М. : Машиностроение, 2007. — 736 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/720> — Загл. с экрана.
3. Безъязычный, В.Ф. Основы технологии машиностроения: учебник для вузов. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — М. : Машиностроение, 2013. — 598 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/37005> — Загл. с экрана.
4. Беспалько В. П. Программированное обучение. Дидактические основы. - М.: Изд-во «Высшая школа», 1970.
5. Буланова-Топоркова М.В. Педагогические технологии [Текст] / под ред. В.С. Кукушина Ростов н/Д: издательский центр "Март", 2002. 320с.
6. Бурлаков С.Л. Литьё в кокиль [Текст] / С.Л. Бурлаков. А.П. Вейник, Дубинин Н.П. М.: Машиностроение. 1980. 415 с.
7. Гальперин П. Я. Программированное обучение и задачи коренного усовершенствования методов обучения // К теории программированного обучения. - М.: Изд-во «Просвещение», 1967.
8. Горбачевич А.Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: [Текст] : учеб. пособие для машиностроит. вузов. 4-е изд. Перераб. и доп. М.: Высш. школа, 1983. 256 с.
9. Дипломное проектирование: в профессионально-педагогическом вузе [Текст]: учеб.-метод. пособие / Б.Н. Гузанов. Ун-т, 2007. -182 с.
10. Дипломное проектирование по технологии машиностроения [Текст] : учеб пособие / под ред В. В. Бабука. – М.: Висит Школа, 1979. - 464 с.

11. Козлова Т.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения [Текст] : Учеб. пособие. Т.А. Козлова. Екатеринбург Изд-во Урал. гос. Проф.-пед. Ун-та, 2001. - 169 с.

12. Жигалова, А.А. Разработка рекомендаций по созданию эффективной системы внутрифирменного обучения и повышения квалификации в компании. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. // Концепт. — 2015. — № 6. — С. 1-6. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/journal/issue/297255> — Загл. с экрана.

13. Ильин Т.А. Педагогика – М.: Изд-во «Просвещение», 1984. Ковальчук, С.Н.

14. Технология машиностроения. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — Кемерово : КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2015. — 128 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/69457> — Загл. с экрана.

15. Ковшов, А.Н. Технология машиностроения. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2016. — 320 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/86015> — Загл. с экрана. Лаврищев, И.Б.

16. Применение САПР в автоматизации технологических процессов. [Электронный ресурс] / И.Б. Лаврищев, А.Ю. Кириков. — Электрон. дан. — СПб. : НИУ ИТМО, 2009. — 8 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/40878> — Загл. с экрана.

17. Маталин, А.А. Технология машиностроения. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2016. — 512 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/71755> — Загл. с экрана.

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

19. Моисеев, В.Б. Основы технологии машиностроения. Оценка факторов, влияющих на точность механической обработки. [Электронный ресурс] / В.Б. Моисеев, А.В. Ланщиков, Е.А. Колганов. — Электрон. дан. —

Пенза : ПензГТУ, 2013. — 47 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/62458> — Загл. с экрана.

20. Приемышев, А.В. Компьютерная графика в САПР. [Электронный ресурс] / А.В. Приемышев, В.Н. Крутов, В.А. Треяль, О.А. Коршакова. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2017. — 196 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/90060> — Загл. с экрана.

21. Силич, А.А. Автоматизация технологической подготовки производства с использованием САПР ТП. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — Тюмень : ТюмГНГУ, 2013. — 112 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/55414> — Загл. с экрана.

22. Стегаличев, Ю.Г. Автоматизация технологических процессов и производств. [Электронный ресурс] / Ю.Г. Стегаличев, В.Н. Замарашкина. — Электрон. дан. — СПб. : НИУ ИТМО, 2003. — 30 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/43697> — Загл. с экрана.

23. Сурина, Н.В. САПР технологических процессов : учебное пособие. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — М. : МИСИС, 2016. — 104 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/93607> — Загл. с экрана.

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

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

26. Удалов, Ф.Е. К вопросу о кадрах как неотъемлемом элементе системы управления организацией. [Электронный ресурс] / Ф.Е. Удалов, Н.И. Петрова. — Электрон. дан. // Вестник Челябинского государственного университета. — 2013. — № 8. — С. 136-139. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/journal/issue/289186> — Загл. с экрана.

27. Чучкалова Е.И. Техничко – Экономические расчеты в выпускных квалификационных работах (дипломных проектах) [Текст] : учеб. пособие /Е.И.

						ДП 44.03.04.145ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			69

Чучкалова, Т.А. Козлова, В.П. Суриков. Екатеринбург: Изд-во ГОУ ВПО «Рос. гос. проф. – пед. ун-т», 2006. – 66 с.

28. Шидловский, С.В. Автоматизация технологических процессов и производств. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — М. : ТУСУР, 2005. — 100 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/5442> — Загл. с экрана.

29. ГОСТ 3.1404-86 Единая система технологической документации. Формы и правила оформления документов на технологические процессы и операции обработки резанием

30. ГОСТ 3.1201-85 Единая система технологической документации. Система обозначения технологической документации

31. ГОСТ 3.1502-74 Единая система технологической документации. Правила оформления документов на технический контроль

32. ГОСТ 3.1001-2011 Единая система технологической документации (ЕСТД). Общие положения

					<i>ДП 44.03.04.145ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		70

Приложение А - Перечень графических документов

ПЕРЕЧЕНЬ ГРАФИЧЕСКИХ ДОКУМЕНТОВ

Наименование документа	Обозначение документа	Формат	Количество листов	Примечания
Адаптер подшипникового узла (отливка)	ДП 44.03.04.	A1	1	
Адаптер подшипникового узла	ДП 44.03.04	A1	1	
Иллюстрации технологического процесса		A1	4	
Фрагмент управляющей программы		A1	1	
Технико-экономические расчеты		A1	1	

Приложение Б - Комплект документации технологического процесса

Приложение В – Фрагмент обучающей программы