

РЕФЕРАТ

Дипломный проект содержит 88 листов машинописного текста, 2 иллюстрации, 30 таблиц, 20 использованных источников, 3 приложений на листах.

Ключевые слова: ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС, СТАНОК С ЧПУ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РАСЧЕТЫ, РЕЖИМЫ РЕЗАНИЯ, ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ, РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ.

Цель данной работы - проектирование технологического процесса механической обработки детали «Корпус механической передачи».

В технологической части разработанного проекта определяется тип производства, производится выбор и метод получения заготовки, производятся расчеты припусков на обработку, разрабатывается технологический процесс механической обработки детали, разрабатывается фрагмент управляющей программы.

В экономической части выполняется расчёт капитальных затрат на обработку детали «Корпус механической передачи» по предложенному технологическому процессу.

Приведена методическая разработка урока теоретического обучения по теме: «Основные сведения о программном управлении металлорежущим оборудованием».

					<i>ЛП 11.02.01.125</i>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>		<i>Клюев И.Е.</i>			<i>Проектирование технологического процесса механической обработки детали «Корпус</i>	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Провер.</i>		<i>Бородина Н.В.</i>					4	87
<i>Реценз.</i>						<i>РГППУ ИИПО гр. ТО-</i>		
<i>Н. Контр.</i>		<i>Суриков В.П.</i>						
<i>Утверд.</i>		<i>Бородина Н.В.</i>						

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	7
1. АНАЛИЗ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ	9
1.1. Назначение и анализ технологичности детали	9
1.2. Анализ метода получения заготовки.....	10
1.3. Анализ технологического процесса механической обработки детали.....	11
1.4. Анализ загрузки оборудования.....	15
1.5. Анализ профессиональной квалификации рабочих	17
2. ВЫБОР ЗАГОТОВКИ И МЕТОДА ЕЕ ПОЛУЧЕНИЯ.....	18
2.1. Определение типа производства.....	18
2.2. Возможности и достоинства литья в оболочковые формы	19
2.2. Расчет припусков.....	24
3. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ «КОРПУС МЕХАНИЧЕСКОЙ ПЕРЕДАЧИ»	27
3.1. Разработка нового технологического процесса с использованием многоцелевого обрабатывающего центра Okuma MU-400VII.....	27
3.1.1. Описание многоцелевого обрабатывающего центра Okuma MU-400VII	27
3.2.2. Разработка технологического маршрута обработки детали «Корпус механической передачи» с использованием обрабатывающего центра Okuma MU-400VII.....	30
3.3. Выбор режущего инструмента и режимов резания.....	31
3.4. Выбор режимов резания и расчет основного времени.....	34
4. РАЗРАБОТКА УПРАВЛЯЮЩЕЙ ПРОГРАММЫ ДЛЯ ПРОЕКТИРУЕМОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ «КОРПУС МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ»	36
5. ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРОЕКТА.....	44

									Лист
									5
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП 44.02.04.125.ПЗ				

5.1. Исходные данные для выполнения экономического обоснования.....	44
5.2. Расчет технологической себестоимости детали	48
5.2.1. Определение затрат на материалы	48
5.2.2. Затраты на заработную плату основных и вспомогательных рабочих, участвующих в технологическом процессе обработки детали	49
5.2.3. Затраты на электроэнергию.....	55
5.2.4. Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования	57
5.2.5. Затраты на эксплуатацию инструмента	59
5.2.6. Затраты на оснастку	60
5.3. Определение годовой экономии от изменения техпроцесса	61
6. МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	63
6.1. Система переподготовки персонала на ООО «УДМЗ».....	63
6.2. Анализ учебной документации.....	63
6.3. Разработка фрагмента обучающей программы.....	65
6.4. План занятия	77
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	78
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	79
ПРИЛОЖЕНИЕ А	81
ПРИЛОЖЕНИЕ Б.....	82
ПРИЛОЖЕНИЕ В	83

ВВЕДЕНИЕ

В нынешнее время на предприятиях используют устаревшие технологии механической обработки деталей, а также устаревшие универсальные станки и инструмент. Но существует в наше время и высокопроизводительное оборудование, которое способно превзойти производительность устаревшего оборудования, что на примере этого проекта и будет доказано.

Целью дипломного проекта является совершенствование технологического процесса механической обработки детали «Корпус механической передачи» с использованием многофункционального обрабатывающего центра фирмы OKUMA модели MU-400VII, а также инструмента фирмы SANDVIK COROMANT, как прогрессивного инструмента.

Основные задачи дипломного проекта:

- провести анализ исходных данных;
- выбрать заготовку и метод ее получения;
- разработать технологический маршрут обработки детали «Корпус механической передачи» с использованием многофункционального обрабатывающего центра OKUMA MU-400VII;
- разработать управляющую программу для проектируемого технологического процесса обработки детали «Корпус механической передачи»;
- выполнить экономическое обоснование проекта;
- разработать фрагмент обучающей программы.

Для решения задач необходимо учитывать:

- 1) при разработке технологического процесса механической обработки детали «Корпус механической передачи» создавать процесс в

					<i>ДП 44.02.04.125.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		7

пределах технико-технологических возможностей обрабатывающего центра
OKUMA MU-400VII;

2) при разработке фрагмента обучающей программы для обучения персонала должна присутствовать логическая связь между темой урока и технологическим процессом механической обработки детали.

					<i>ДП 44.02.04.125.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		8

1. АНАЛИЗ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ

Анализ производится по исходным данным, которые включают в себя: рабочий чертеж детали с техническими требованиями, годовую программу выпуска деталей и условий производства.

1.1. Назначение и анализ технологичности детали

Назначение детали «Корпус механической передачи» - это обеспечение механической передачи вращательного движения.

Технологичность конструкции детали оценивают на качественном и количественном уровнях.

Данная деталь корпусная сложная, с имеющимися отверстиями и пустой внутренностью. Можно сделать вывод, что обработка детали достаточно специфичная и имеет свои особенности, где нужно выдержать размер, а так же применить небольшие силы резания.

Необходимо провести анализ технических требований на изготовление детали по чертежу, исходя из служебного назначения детали.

Рабочий чертеж содержит полную информацию о точности размеров, точности формы и взаимного расположения поверхностей, а так же качества поверхностного слоя.

В ходе анализа рабочего чертежа детали «Корпус механической передачи» были сформулированы основные технологические задачи, обеспечить:

Точность размеров: М10-5Н6Н; М6-5Н6Н; М6-2Н5D; $\varnothing 82Н7$; $\varnothing 90Н7$; $\varnothing 24Н7$; $\varnothing 22Н7$; $\varnothing 10,3Н12$; $\varnothing 40$; $\varnothing 35$; $17\pm 0,2$; $34\pm 0,2$; $63\pm 0,1$; 48_{-1} ; $92\pm 0,1$; $68,94\pm 0,05$; $66\pm 0,05$; точность остальных размеров по Н14. Параллельность плоскости 0,02 к базовой пов-ти И; перпендикулярность осей Л, П, К 0,05 к базовой пов-ти И; позиционность 4 отв. $\varnothing 11 R0,02$; позиционность 4 отв. $\varnothing 11 R0,2$. Качество поверхности отверстий: $\varnothing 82Н7$; $\varnothing 90Н7$; $\varnothing 24Н7$; $\varnothing 22Н7$; $\varnothing 10,3Н12 Ra=2.5$; качество поверхности отверстий $\varnothing 11 Ra=20$; качество

					<i>ДП 44.02.04.125.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		9

поверхности И Ra=2.5. Покрытие внутренних необработанных поверхностей эмаль ВЛ-515 красно-коричневая ТУ2313-038-05015319-2001 площадь покрытия - 0,023м², наружных - эмаль ВЛ-515 красно-коричневая ТУ 2313-038-05015319-2001, эмаль ПФ-115 жёлтая или светло-жёлтая ГОСТ6465-76 VII.У2-ХЛ2-Т2-6-4/1, площадь покрытия - 0,04м².

Количественная оценка технологичности детали производится с помощью коэффициентов:

- использования материала $K = \frac{M_g}{M_3} = \frac{4,5}{7} = 0,64$
- точности обработки $K = \frac{T_n}{T_0} = \frac{3}{30} = 0,1$
- шероховатости поверхностей $K = \frac{Ш_n}{Ш_0} = \frac{5}{29} = 0,172$

Конструкция детали является нетехнологичной с точки зрения конструкции. Имеет сложно доступные поверхности, является ассиметричной. Такая конструкция требует особого подхода в решении вопросов технологии ее обработки, но изменить конструкцию нельзя, исходя из служебного назначения детали.

1.2. Анализ метода получения заготовки

Заготовка детали «Корпус механической передачи» получена методом литья в песчано-глинистые формы.

Заготовка изготовлена из материала СЧ20 по ГОСТ 1412-85. Этот материал применяется для изготовления заготовок в виде отливок.

Химический состав:

Таблица 1 – Химический состав СЧ20

С, %	Si, %	Mn, %	S, %	P, %
3.3 - 3.5	1.4 - 2.4	0.7 - 1	до 0.15	до 0.2

Требования, предъявляемые к отливке по ТУ 108.22.047-2011.

Точность отливки 7Т-0-0-12 ГОСТ 26645-85.

7Т - класс размерной точности

12 - класса точности массы

Степени коробления и степень точности поверхностей не нормированы.

Литейные радиусы 3...6 мм.

Заготовка имеет сложную форму с полостью и отверстиями под обработку.

Данный материал оптимально подходит для изготовления детали «корпус механической передачи», т.к. соответствует эксплуатационным характеристикам детали.

Коэффициент использования материала: $K = \frac{M_g}{M_3} = \frac{4,5}{7} = 0,64$ - это низкий показатель, следовательно, такой метод получения заготовки неэкономичен.

Поэтому, можно сделать вывод о том, что получение заготовки методом литья в песчано-глинистые формы нецелесообразно, так как при обработке детали большое количество металла уйдет в стружку, поэтому при выполнении ВКР следует выбрать более экономичный метод получения заготовки.

1.3. Анализ технологического процесса механической обработки детали

Для анализа технологического маршрута обработки информация была выведена в таблицу.

Таблица 2 – Заводской технологический маршрут обработки детали

Операция	Описание операции	Оборудование	Инструмент
1	2	3	4
002 Вертикально-фрезерная	Фрезеровка прибыли	Вертикально-фрезерный станок 6P13	Фреза, 2214-0501, ГОСТ 16223-81

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.02.04.125.ПЗ

Лист

11

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4
005 Разметка	Нанесение разметки	Разм. плита	Чертилка, 7840-0013, МН526-60
010-015 Вертикально-фрезерная	Фрезеровка поверхностей	Вертикально-фрезерный станок 6Р13	Фреза ВК8, 2214-0507, ГОСТ 16223-81
020 Слесарная	Зачистка заусенцев	Верстак	Напильник, 2820-0032, ГОСТ 1465-80
025 Притирочная	Притирка поверхности		
030 Промывка	Промывка	Моечная машина	
035 Программно-комбинированная	Выполнение программы на станке с ЧПУ: 1) Центровать 8 отверстий $\varnothing 1$ мм 2) Сверление этих отверстий 3) Сверление отверстий $\varnothing 16$ мм, $\varnothing 22$ мм и $\varnothing 24$ мм 4) Расточить отверстие $\varnothing 22$ мм на $\varnothing 21,8$ мм 5) Сверлить 2 отверстия под М6-5Н6Н 6) Фрезеровать поверхности $\varnothing 90$ мм и $\varnothing 82$ мм предварительно на	Горизонтальный обрабатывающий центр ИР500 МФ4	Сверло центровое $\varnothing 12$, 03419-41, СТП 450-73 Сверло $\varnothing 11$, 2301-0034, ГОСТ 10903-77 Сверло $\varnothing 16$, 2301-0054, ГОСТ 10903-77 Резец расточной, 22.2149-0044 Сверло $\varnothing 5$, 2300-0027, ГОСТ 886-77 Фреза, 22.2249-0003 Зенкер $\varnothing 23,8$, 2320-0021, ГОСТ 12489-71 Резец расточной,

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.02.04.125.ПЗ

Лист

12

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4
	<p>ø89,8мм и ø81,8мм</p> <p>7) Зенкеровать отверстие ø24мм на ø23,8мм</p> <p>8) Расточить отверстие ø22мм</p> <p>9) Расточить отверстие ø24мм</p> <p>10) Расточить отверстие ø90мм</p> <p>11) Расточить отверстие ø82мм</p> <p>12) Зенковать фаски у расточенных отверстий</p> <p>13) Зенкеровать отверстие ø10,3мм</p> <p>Фрезеровать торцевую плоскость в размер 56мм</p>		<p>22.2149-0046</p> <p>Зенковка ø32, 03475-25, СТП 36-71</p> <p>Зенкер ø10,3, 2323-0102, ГОСТ 12489-71</p> <p>Фреза торцевая ø100, 2245-0003, ГОСТ 6469-69</p>
045 Координатно-расточная	Фрезеровка торцевой поверхности	Координатно-расточной станок 2Д450	Фреза, 9336-430
050 Координатно-расточная	<p>1. Подрезание торца, выдерживая размер 17мм</p> <p>2. Подрезание торца, выдерживая размер ø40мм и 34мм</p> <p>3. Подрезание торца, выдерживая размер</p>	Координатно-расточной станок 2Д450	<p>Резец, 9321-1150</p> <p>Резец, 9325-962</p>

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

ДП 44.02.04.125.ПЗ

Лист

13

Окончание таблицы 2

1	2	3	4
	ø50мм и 48мм		
055 Вертикально- сверлильная	<ol style="list-style-type: none"> 1. Подрезать поверхность 2. Центровать отверстие 3. Сверление отверстия под М6-2Н5D 	Станок вертикальный сверлильный универсальный одношпиндельный 2Н135	Зенкер, 2323-0511, ГОСТ 12489-71 Сверло ø12, 03411- 54, ГОСТ 19265-73 Сверло, 9342-107
060 Слесарная	<ol style="list-style-type: none"> 1. Зенкование фаски у отверстия под М6-2Н5D 2. Зенкование фасок у отверстий под М10-5Н6Н 3. Зенкование фасок у отверстий под М6-5Н6Н 4. Нарезание резьбы М6-2Н5D 5. Нарезание резьбы М6-5Н6Н 6. Нарезание резьбы М10-5Н6Н 	Сверлильная машина, верстак	Метчик, М9363-674 Метчик, М9363-662 Комплект метчиков, 2620-1157, ГОСТ 3266-81 Комплект метчиков, 2620-1437, ГОСТ 3266-81

Проанализировав эту информацию можно сделать вывод о том, что при выполнении ВКР можно всё оборудование и инструмент заменить более современным оборудованием и инструментами, а именно использовать для обработки детали «Корпус механической передачи» многофункциональный обрабатывающий центр с ЧПУ.

1.4. Анализ загрузки оборудования

Программа выпуска деталей «Корпус механической передачи» -
100шт./год.

По таблице зависимости типа производства от объема годового выпуска (шт.) и массы детали определяю тип производства. Для массы детали 2,5-5кг и объема годового выпуска 10-500(шт.) соответствует мелкосерийный тип производства. [11. С.33]

Далее провожу анализ загруженности станков по коэффициенту загрузки оборудования:

$$\eta_z = \frac{m_p}{m_n}, \quad (1)$$

где m_p - расчетное количество станков на операции;

m_n - принятое количество станков.

Расчетное количество станков на операции вычисляется по формуле:

$$m_p = \frac{N * T_{шт(шт-к)}}{60 * F_d * \eta_{з.н}}, \quad (2)$$

где N - годовая программа выпуска деталей, 100 шт;

$T_{шт(шт-к)}$ - штучное или штучно-калькуляционное время, 442,249 мин;

F_d - действительный годовой фонд времени, $F_d = 4029$ ч (при двухсменной работе);

$\eta_{з.н}$ - нормативный коэффициент загрузки оборудования (для серийного производства - 0,75 ÷ 0,85)

Расчетное количество станков на операции:

$$m_p = \frac{100 * 442,249}{60 * 4029 * 0,8} = 0,23 \approx 1 \text{ ст.}$$

					ДП 44.02.04.125.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		15

Общий коэффициент загрузки оборудования равен:

$$\eta_3 = \frac{0,23}{1} = 0,23.$$

Аналогичным образом рассчитываю коэффициент загрузки оборудования по каждому станку и составляю гистограмму для наглядного отображения.

- Вертикально-фрезерный станок 6P13
- Горизонтальный обрабатывающий центр IP500
- Координатно-расточной станок 2Д450
- Станок вертикальный сверлильный универсальный одношпиндельный 2Н135

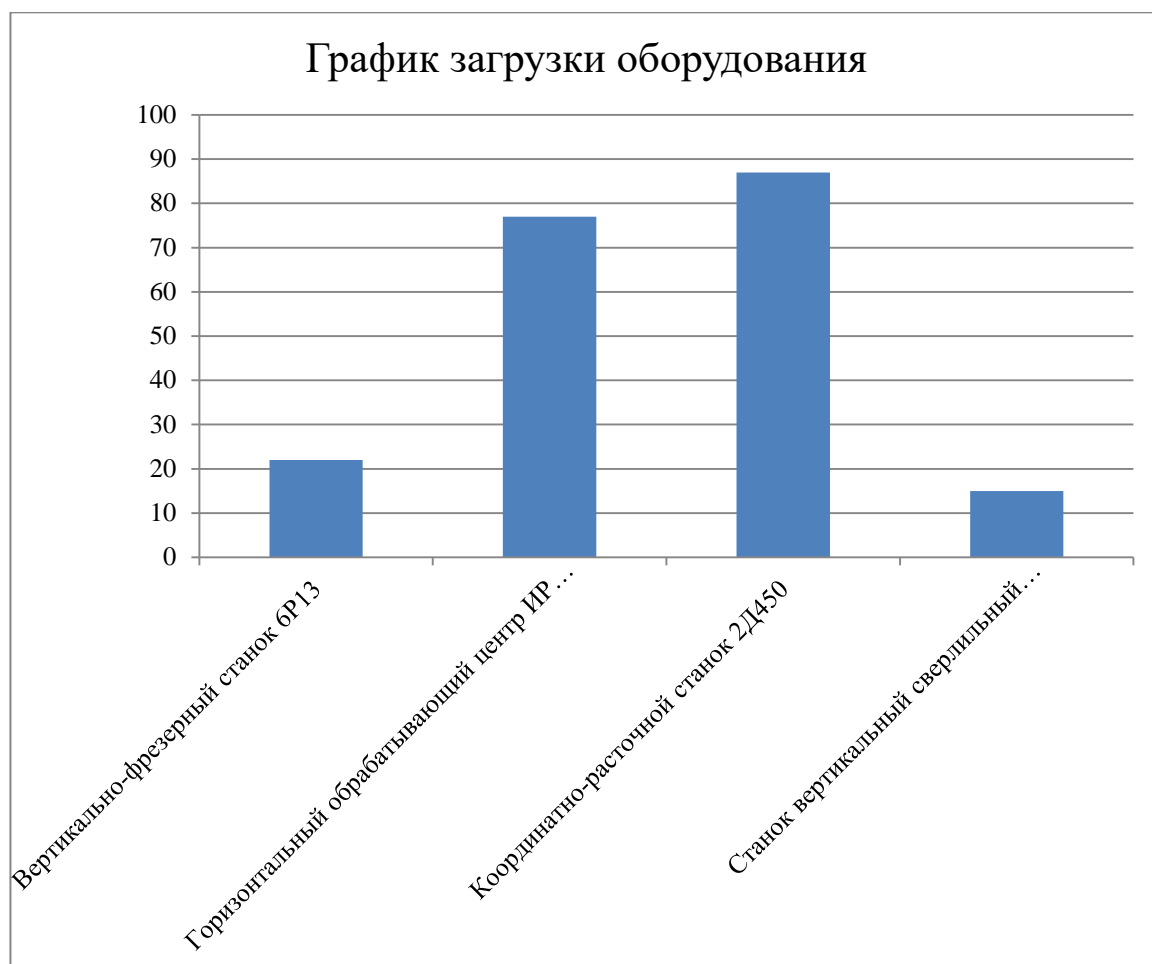


Рисунок 1 – График загрузки заводского оборудования

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.02.04.125.ПЗ

Лист

16

Проанализировав график загрузки оборудования, можно сказать что средняя загрузка оборудования равна 50%. И видно что все станки справляются со своей нагруженностью.

1.5. Анализ профессиональной квалификации рабочих

Квалификации рабочих по каждой операции механической обработки детали «Корпус механической передачи» выведены в таблицу.

Таблица 3 – Квалификации рабочих обрабатывающих деталь

Операция	Квалификация
002 Вертикально-фрезерная	Фрезеровщик 3-го разряда
005 Разметка	Слесарь 3-го разряда
010 Вертикально-фрезерная	Фрезеровщик 3-го разряда
015 Вертикально-фрезерная	Фрезеровщик 3-го разряда
020 Слесарная	Слесарь 3-го разряда
025 Притирочная	Слесарь 3-го разряда
030 Промывка	Слесарь 3-го разряда
035 Программно-комбинированная	Оператор станка с ЧПУ 4-го разряда
045 Координатно-расточная	Токарь расточник 5-го разряда
050 Координатно-расточная	Токарь расточник 5-го разряда
055 Вертикально-сверлильная	Сверловщик 3-го разряда
060 Слесарная	Слесарь 3-го разряда

При замене станков используемых в заводском технологическом процессе на один обрабатывающий центр, сократится количество работников. Поэтому при выполнении ВКР необходимо рассмотреть вопрос о переподготовке рабочего персонала в соответствии с новым оборудованием и разработать методику переподготовки рабочих.

2. ВЫБОР ЗАГОТОВКИ И МЕТОДА ЕЕ ПОЛУЧЕНИЯ

2.1. Определение типа производства

Для того чтобы выбрать метод получения заготовки, необходимо определить тип производства через коэффициент закрепления операций по ГОСТ 3.1121-84 [11. С. 33].

$$K_{з.о.} = \frac{\sum O}{\sum P}, \quad (3)$$

где $\sum O$ – суммарное число операций закрепленных за рабочим местом;

$\sum P$ – суммарное число рабочих мест, на которых выполняются эти операции.

$K_{з.о.} \leq 1$ – это означает массовое производство;

$1 < K_{з.о.} \leq 10$ – крупносерийное производство;

$10 < K_{з.о.} \leq 20$ – среднесерийное производство;

$20 < K_{з.о.} \leq 40$ – мелкосерийное производство;

$K_{з.о.} > 40$ – единичное производство

Но изначально определить тип производства можно лишь по объему годового выпуска и массы детали.

Масса детали – 4,5 кг, объем годового выпуска – 100шт/год.

Это свойственно мелкосерийному производству.

Такт выпуска продукции определяется по формуле (4):

$$t_B = \frac{60 \cdot F_D}{N}, \quad (4)$$

где F_D – действительный фонд времени (252 раб. дня), ч

N – годовая программа выпуска деталей, шт

$$t_B = \frac{60 \cdot 252 \cdot 8}{100} = 1209,6$$

Количество деталей в партии (n , шт) для одновременного запуска определяется по формуле (5):

$$n = \frac{N \cdot a}{252}, \quad (5)$$

					<i>ДП 44.02.04.125.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		18

где a – периодичность запуска в днях ($a = 5$ дней);

252 – это количество рабочих дней в году.

Определим количество деталей в партии:

$$n = \frac{100 \cdot 5}{252} = 2 \text{ шт.}$$

2.2. Возможности и достоинства литья в оболочковые формы

Технология изготовления отливки начинается с изготовления мастер-модели. Обычно форма отливки разрабатывается при помощи 3D CAD-систем. Эти трехмерные модели являются образцом для изготовления мастер-моделей, которые могут быть получены, например, при помощи любой из технологий быстрого прототипирования (лазерное спекание порошковых материалов (полистирол), 3D печать (модели из фотополимерных композиций) и пр.). Кроме того, возможно изготовление форм для литья восковых мастер-моделей либо послойным синтезом, либо фрезерованием на станках с ЧПУ.

Первый способ дает выигрыш во времени, особенно при изготовлении сложных форм для небольшой партии восковых мастер-моделей (изготовление формы занимает 1-2 суток), второй способ дает выигрыш во времени и стоимости по сравнению с изготовлением металлической формы.

Затем по полученной мастер-модели изготавливается силиконовая форма для литья восковых моделей.

Технология изготовления детали начинается с подготовки мастер-модели. Мастер-моделью может служить любая оригинальная деталь, копию которой необходимо получить. Также мастер-моделью может быть любой прототип, полученный при помощи одной из технологий послойного синтеза. Обычно форма отливки разрабатывается при помощи 3D CAD-систем. Эти трехмерные модели являются образцом для изготовления мастер-моделей, которые могут быть получены, например, при помощи любой из технологий быстрого прототипирования (лазерное спекание порошковых материалов, 3D

					<i>ДП 44.02.04.125.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		19

печать (модели из фотополимерных композиций) и пр.). Подготовка мастер-модели заключается в создании поверхности разъема при помощи, например, клейкой ленты. Все имеющиеся в ней отверстия заклеиваются клейкой лентой. Клейкая лента наклеивается на торец стенки прототипа по линии будущего разъема формы. При необходимости поверхность прототипа покрывается специальными лаками для создания необходимой текстуры. Следующим шагом при создании силиконовой формы будет изготовление литниковой системы, которая может состоять из одного или нескольких литников и прибылей (в зависимости от формы и размеров мастер-модели). Под элементы литниковой системы можно приспособить имеющиеся элементы. Никаких специальных и дорогостоящих материалов для этих этапов производства не требуется.

Затем необходимо смонтировать опалубку для заливки силикона и разместить мастер-модель внутри нее. Для изготовления опалубки можно использовать подручный материал, достаточно твердый для того, чтобы сохранять форму при заливке силикона. Элементы литниковой системы также необходимо разместить внутри опалубки соответственно расположенной ранее мастер-модели.

Далее происходит подготовка силикона в вакуумной камере. Технологический процесс подготовки силикона состоит в смешивании двух компонентов силикона при помощи мешалки и его предварительной дегазации в вакуумной камере для того, чтобы избежать попадания пузырьков воздуха при заливке силикона в форму.

Заливка силикона в подготовленную опалубку происходит на воздухе. Опалубка помещается в вакуумную камеру для дополнительной дегазации, а затем затвердевает на воздухе при комнатной температуре в течение 12-15 часов.

После того, как форма затвердеет, она может быть открыта при помощи скальпеля. Силикон прорезается волнистой линией до ленты,

					<i>ДП 44.02.04.125.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		20

которая далее служит линией разъема. Мастер-модель и элементы литниковой системы можно вытащить. Силиконовая форма для заливки смолы готова.

Далее форма подготавливается непосредственно для литья смолы. Все части силиконовой формы необходимо скрепить при помощи ленты и степлера. Затем форма нагревается в термошкафу.

Для того чтобы получить необходимый материал, из которого изготавливаются непосредственно детали, смешиваются два компонента смолы. Компоненты смолы А- и В- точно дозируются по массе при помощи весов. Для изготовления деталей используются специализированные литьевые смолы.

Затем силиконовая форма помещается внутрь вакуумной камеры и позиционируется там по вертикали при помощи устройства для подъема форм (микролифта). Внутри камеры создается вакуум и компоненты смолы А- и В- смешиваются.

После того, как в камере создан вакуум, смола заливается в силиконовую форму через воронку, вставленную в литник. Технологические операции внутри камеры, возможно, проводить как вручную, так и в автоматической режиме.

Форма вытаскивается из вакуумной камеры и помещается в термошкаф. Завершающим этапом литья в силиконовые формы является процесс окончательного затвердевания полиуретана в термошкафу при температуре 70°C. После отверждения форма разбирается, готовая деталь извлекается.

Полиуретановые отливки готовы к использованию. При необходимости их можно механически дорабатывать, красить, покрывать лаком.

В полученные силиконовые формы отливаются восковые модели. Для этого применяются вакуумные камеры МК Technology®.

					<i>ДП 44.02.04.125.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		21

В том случае, если мастер-модель будет выжигаться, изготовление восковых моделей и силиконовых форм не требуется.

Следующий этап - создание литниковой системы и монтаж модельного блока.

После того, как монтаж модельного блока завершен, можно приступать непосредственно к изготовлению керамической оболочковой формы, в которую будет заливаться металл. Модельный блок устанавливается на манипулятор машины для изготовления оболочковых форм фирмы МК Technology®.

Технологический цикл изготовления состоит из трех этапов, повторяющихся несколько раз, в зависимости от требуемого количества слоев. Первый этап: обмазка модельного блока суспензией. Для разных слоев могут использоваться разные суспензии. Для установки Cyclone используются только суспензии на водной основе.

Полная система Cyclone – компактная фабрика по производству керамических оболочковых форм, которая занимает очень мало места. Она состоит из:

- 2 вращающихся резервуаров для суспензий
- 2 пескосыпов
- Линейного робота-манипулятора
- Управления на PLC-контроллерах, панели управления и дисплея
- Высокоскоростной камеры сушки

Система Cyclone – это первая машина для полного цикла производства оболочковых форм менее чем за 4 часа.

Она идеальна для изготовления прототипов и серийного производства. Максимальный размер модельного блока 500x500 мм особенно применим в компаниях, оказывающих услуги по быстрому прототипированию и литью по выплавляемым (выжигаемым) моделям.

					<i>ДП 44.02.04.125.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		22



Рисунок 2. – Установка Cyclone

Второй этап изготовления керамической оболочковой формы на установке Cyclone: обсыпка песком. Для этого манипулятор перемещает модельный блок в пескосып, где слой суспензии покрывается песком. Для обсыпки разных слоев используются разные виды песка. На установке Cyclone могут применяться все пески, принятые для использования в промышленном литье по выплавляемым моделям.

Третий этап изготовления формы на установке Cyclone: сушка керамического слоя в инфракрасной камере, которая поддерживает постоянную температуру на поверхности слоя, что позволяет ей не перегреваться. Далее цикл из трех этапов повторяется столько раз, сколько слоев предусмотрено в форме. Обычно это бывает 6-8 раз.

После того, как керамическая форма высушена, необходимо выплавить воск из формы. Для этой цели фирма MK Technology® разработала паровые автоклавы. Если мастер-модель была выполнена из полистирола или других материалов, происходит выжигание мастер-модели в специализированной печи для выжигания.

Затем форма устанавливается в печь, где происходит ее обжиг при температуре 850°C, благодаря чему прочностные характеристики полученной оболочковой формы значительно превосходят характеристики оболочковые формы, произведенные по традиционной технологии.

На следующем этапе разогретая форма устанавливается на заливочную машину, где и происходит заливка металла.

После того, как форма с отливкой остынут, необходимо удалить остатки керамической формы с отливки.

Завершающим этапом получения готовой отливки являются удаление литниковой системы и финишная обработка отливки, если она требуется.

Таким образом, мы получили готовую деталь.

Отливки в оболочковых формах получают 5 – 7 классов точности с шероховатостью поверхности, соответствующей 4 – 6 классам, что позволяет сократить или исключить процесс очистки.

Способом литья в оболочковые формы получают отливки массой от 0,25 до 100 кг почти из любых литейных сплавов. Этим способом изготавливают коленчатые валы автомобильных двигателей, ребристые мотоциклетные цилиндры.

К достоинствам ЛОФ относятся: Простота механизации и автоматизации процесса. Повышенная точность размеров (IT 13...14) и качество поверхности отливок (Rz 40...10 мкм).

ЛОФ традиционно получают ответственные отливки, прежде всего из чугуна, такие как ребристые цилиндры двигателей воздушного охлаждения, коленчатые и распределительные валы и др.[4. С.231].

Коэффициент использования материала при таком методе будет:

$$K = \frac{M_g}{M_3} = \frac{4,5}{6} = 0,75$$

2.2. Расчет припусков

При проектировании технологических процессов механической обработки заготовок необходимо установить оптимальные припуски, для обеспечения заданной точности и качества обрабатываемых поверхностей и экономию материальных ресурсов.

					<i>ДП 44.02.04.125.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		24

Основные припуски на механическую обработку отливок определяются по табл. 3.14 [11. С.60].

Таблица 4 – Припуски на механическую обработку детали

Размер детали, мм	Припуск на сторону, мм
261	4,0
63	4,0 x 2
82	4,0
90	4,0
17	4,0

Определим расчетно-аналитическим методом расчет припусков на одну чистовую поверхность.

Определим припуски на обработку отверстия

$\varnothing 90H7$

Технологический маршрут обработки поверхности $\varnothing 90H7$

- черновое растачивание
- чистовое растачивание

Расчетно-аналитический метод.

Технологический маршрут обработки отверстия $\varnothing 90$ мм состоит из 1-й операции: расфрезерование, выполняемой при одной установке обрабатываемой детали.

Расчет припусков для обработки отверстия $\varnothing 90$ ведем путем составления таблицы 5, в которую последовательно записываем технологический маршрут обработки отверстия и все значения элементов припуска.

1-й переход (черновая расфрезеровка, 9-й квалитет точности)

$$Rz_{i-1} = 160 \text{ мкм}$$

$$h_{i-1} = 0 \text{ (материал заготовки – серый чугун)}$$

$$\Delta \sum_{i-1} = K_y \cdot \Delta \sum_{ucx} = K_y \sqrt{\Delta \sum^2 + \varepsilon^2}; K_y = 0,05$$

$$\Delta \sum_{i-1} = 0,05 \sqrt{18^2 + 131^2} = 17,75 \approx 18 \text{ мкм.}$$

2-й переход (чистовая расфрезеровка, 6-й квалитет точности)

$$Rz_{i-1} = 10 \text{ мкм}; h_{i-1} = 0$$

$$\Delta \sum_{i-1} = K_y \sqrt{\Delta \sum^2 + \varepsilon^2}; K_y = 0,04$$

$$\Delta \sum_{i-1} = 0,04 \sqrt{18^2 + 131^2} = 5,28 \approx 5,3 \text{ мкм.}$$

$\varepsilon_i = 0$ (переход осуществляется за один установ с предыдущим).

Определим минимальный припуск по переходам.

1-й переход:

$$2z_{\min.2} = 2 \cdot (160 + \sqrt{18^2 + 131^2}) = 356 \text{ мкм.}$$

2-й переход:

$$2z_{\min.2} = 2(10 + 5,3) = 30,6 \approx 31 \text{ мкм.}$$

Таблица 5 – Припуски на механическую обработку детали

Переход	Слагаемые припуска, мкм				Расчетные значения		Допуск, мкм	Принятые значения			
	Rz_{i-1}	h_{i-1}	$\Delta \sum_{i-1}$	ε_1	$2z_{\min}$ мкм	A_p , мм	ТА	A_{\max}	A_{\min}	Z_{\max}	Z_{\min}
0	-	-	-	-	-	34,30	2000	34,5	34,1	-	-
1	160	-	18	131	356	34,05	120	34,13	33,97	0,64	0,46
2	10	-	5,3	-	31	33,85	15	33,85	33,8	0,16	0,07

3. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ «КОРПУС МЕХАНИЧЕСКОЙ ПЕРЕДАЧИ»

3.1. Разработка нового технологического процесса с использованием многоцелевого обрабатывающего центра Okuma MU-400VII

3.1.1. Описание многоцелевого обрабатывающего центра Okuma MU-400VII

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

- токарные многофункциональные обрабатывающие центры,
- вертикальные и горизонтальные фрезерные обрабатывающие центры,
- фрезерные обрабатывающие центры портального типа,
- многоцелевые обрабатывающие центры.

Серия MU-V

Высокоскоростные и высокоточные многофункциональные вертикальные обрабатывающие центры MU-V с быстрым изменением угла наклона качающегося стола (более высокая жесткость конструкции, по сравнению со столами «глобусного» типа) MU предназначен для комплексной обработки деталей из различных материалов, в том числе и высоколегированных, закаленных сталей с твердостью поверхности HRC 58 ÷ 60. Совмещение в одной операции фрезерных и сверлильно-расточных работ позволяют резко сократить количество необходимой оснастки и трудоемкость изготовления деталей. Технические возможности станка обеспечивают высокую производительность и точность при любом

					<i>ДП 44.02.04.125.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		27

типе производства: от единичного и опытного до серийного. Станок данной модели нашел широкое применение в различных отраслях промышленности, в том числе в инструментальном производстве, при обработке штампов и пресс-форм.



Рисунок 3 – Многоцелевой обрабатывающий центр Okuma MU-400VII

Таблица 6 – Технические характеристики многоцелевого обрабатывающего центра Okuma MU-400VII

Технические характеристики		MU 400 VII
1	2	3
Величина осевых перемещений	X — ось (горизонт. перемещ. суппорта), мм	762
	Y — ось (перемещ. стола вперед/назад), мм	460

Окончание таблицы 6

1	2	3
	Z — ось (перемещ. шпинделя вертикально), мм	460
	A — ось (наклон стола), градусы	+20 - -110
	C — ось (поворот стола), градусы	360
Стол	Размеры стола, диам. мм	400
	Максимальный размер заготовки, мм	600*400
	Поворотный стол в режиме токарной обработки (C-ось), об/мин	1000
Шпиндель	Частота вращения, об/мин	8000 [15000, 25000, 35000]
	Ступени регулирования	Бесступенчато регулируемые
	Конус шпинделя	NT 40 [HSK-A63]
Магазин инструментов	Тип хвостовика инструмента	BT 40
	Емкость магазина инструментов, шт	20 [32, 48]
Двигатель	Мощность мотор-шпинделя (10 мин/пост), кВт	11/7,5 [22/18,5; 15/11]

Okuma OSP-P200 ЧПУ

3.2.2. Разработка технологического маршрута обработки детали «Корпус механической передачи» с использованием обрабатывающего центра Okuma MU-400VII.

Маршрут обработки детали «Корпус механической передачи».

005 Фрезерная

6P13 Вертикально-фрезерный станок

Фрезеровать поверхность под базу И

010 Комбинированная

Okuma MU-400VII

Установ А

1. Установить, закрепить, снять деталь
2. Фрезерование поверхности
3. Сверление отверстий $\varnothing 11$ мм
4. Сверление отверстий $\varnothing 16$, $\varnothing 24$ мм
5. Расфрезеровка отверстий $\varnothing 82$, $\varnothing 90$ мм
6. Сверление отверстий $\varnothing 9$ мм
7. Нарезание резьбы М10-5Н6Н
8. Обработка уступа $\varnothing 40$ мм
9. Обработка поверхности $\varnothing 35$ мм

Установ Б

10. Установить, закрепить, снять деталь
11. Поворот стола на 90°
12. Просверлить отверстие $\varnothing 5$ мм
13. Нарезание резьбы М6-2Н5D
14. Поворот планшайбы на 180°
15. Фрезерование торцевой поверхности
16. Поворот стола на 90°
17. Сверление отверстий $\varnothing 5$, $\varnothing 10,3$, $\varnothing 16$, $\varnothing 22$ мм

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.02.04.125.ПЗ

Лист

30

18. Нарезание резьбы М6-5Н6Н

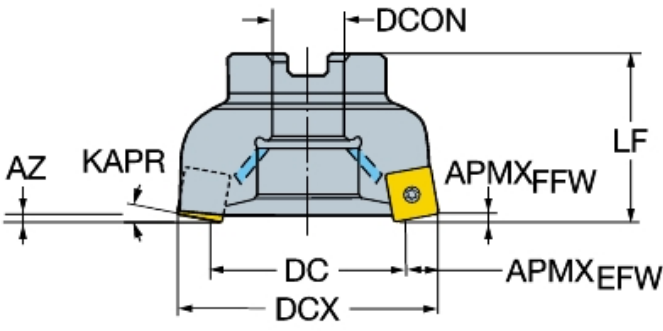
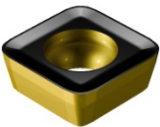
3.3. Выбор режущего инструмента и режимов резания

На выбор режущего инструмента влияют следующие факторы:

- тип производства;
- материал обрабатываемой детали;
- точность обработки;
- производительность обработки.

Режущий инструмент для всех операций выбираем согласно рекомендациям каталога фирмы Sandvik Coromant. Режущий инструмент приведен в таблице 7. [15]

Таблица 7 - Режущий инструмент

Операция 010 Комбинированная			
1	2	3	4
№	Инструмент	Изображение	Размеры
1	Фреза торцевая	<p>CoroMill R210-125Q40-14M</p>  <p>CoroMill R210-14 05 14E-KM 3330</p> 	<p>DC=101мм</p> <p>APMXFFW =2 мм</p> <p>LF=63</p> <p>KAPR=10°</p>

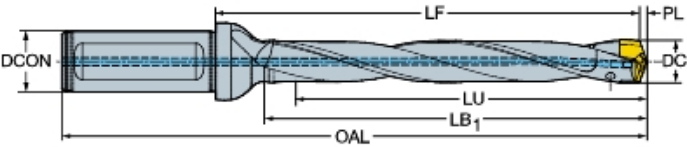
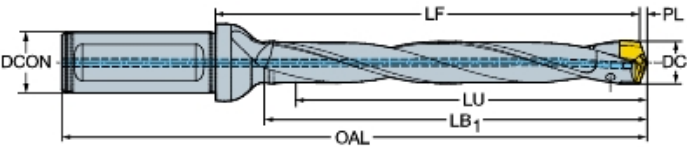
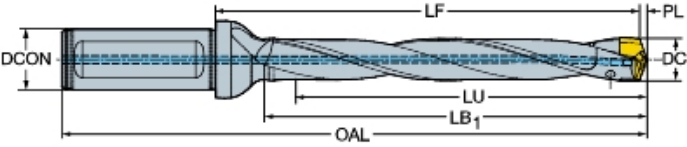
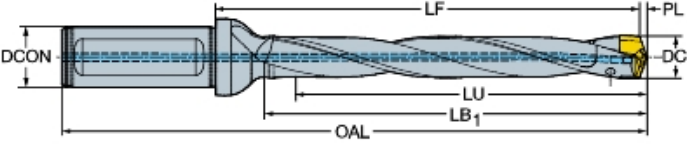
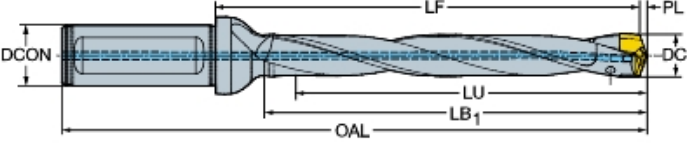
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

ДП 44.02.04.125.ПЗ

Лист

31

Продолжение таблицы 7

1	2	3	4
2	Сверло $\phi 11$ Головка и державка	CoroDrill 870-1100-8-KM 3234 	DC=11мм LU= 93,68 мм OAL=157мм
3	Сверло $\phi 16$ Головка и державка	CoroDrill 870-1600-16-KM 3234 	DC=16мм LU= 87,54 мм OAL=156 мм
4	Сверло $\phi 22$ Головка и державка	CoroDrill 870-2200-22-KM 3234 	DC=22мм LU= 72,45 мм OAL=153 мм
6	Сверло $\phi 24$ Головка и державка	CoroDrill 870-2400-24-KM 3234 	DC=24мм LU=78,75 мм OAL=168мм
7	Сверло $\phi 10,3$ Головка и державка	CoroDrill 870-1030-6-KM 3234 	DC=10,3мм LU= 33,09 мм OAL=96 мм

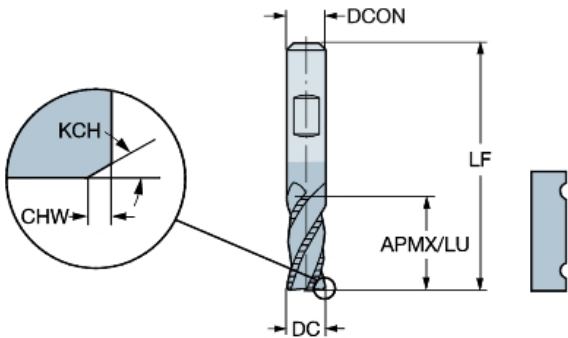
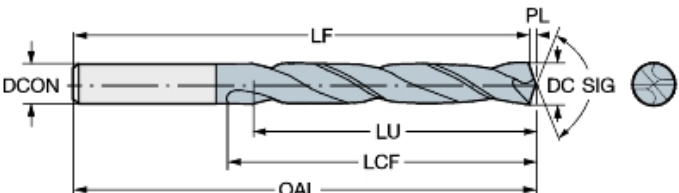
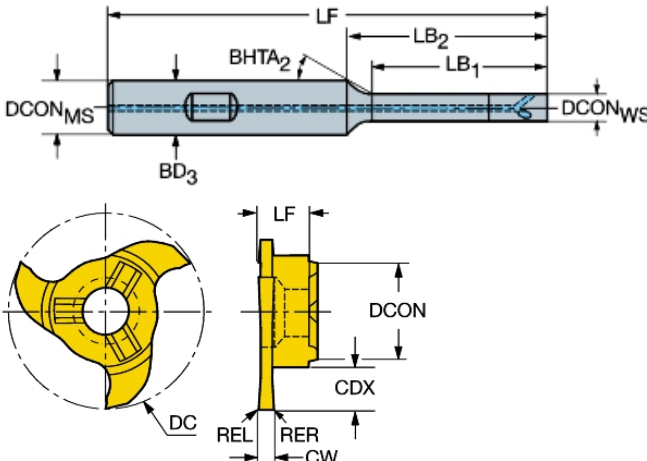
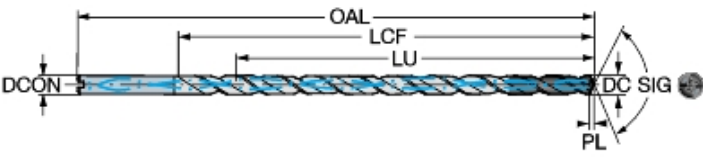
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

ДП 44.02.04.125.ПЗ

Лист

32

Продолжение таблицы 7

1	2	3	4
8	Фреза $\phi 16$	CoroMill Plura 2P370-1600-PB 1740 	DC=16 мм LU=64 мм LF=124 мм
9	Сверло $\phi 9$	CoroDrill 460.1-0900-027A0-XM GC34 	DC=9 мм LU=28,3 мм OAL=89мм SIG=140°
10	Фреза $\phi 21,7$		DC=21,7мм CW=3мм LF=124,3мм DCON=12 мм CDX=4,5мм
11	Сверло $\phi 5$	CoroDrill 861.1-0500-150A1-GM GC34 	DC=5 мм LU=150,8 мм OAL=207 мм SIG=140°

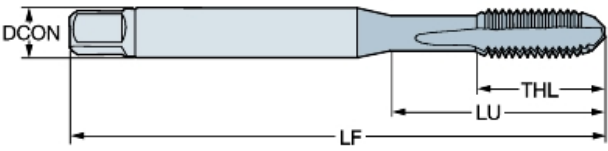
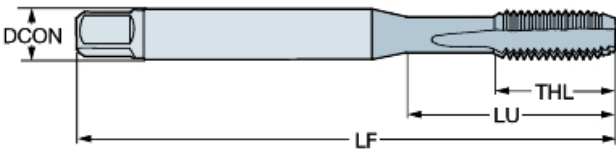
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.02.04.125.ПЗ

Лист

33

Окончание таблицы 7

1	2	3	4
12	Метчик M10x1,5	CoroTap 100 T100-KM100AA-M10 D210 	LU=38 мм LF=100 мм THL=20,6 мм
13	Метчик M6x1	CoroTap 100 E446M6 	LU=30 мм LF=80 мм THL=14,5 мм

3.4. Выбор режимов резания и расчет основного времени

Режимы резания для всех инструментов подобраны согласно рекомендациям каталога фирмы Sandvik Coromant.

Режимы резания представлены в таблице 8.

Основные формулы для расчетов режимов резания:

Число оборотов:

$$n=1000V/\pi D, \quad (6)$$

где V - скорость выбранная по каталогу, м/мин

D - диаметр инструмента или обрабатываемого отверстия, мм

Основное машинное время:

$$T_{O} = L_{OБ} / S_n + L_{X.X} / S_{X.X}, \quad (7)$$

где $L_{OБ}$ – длина обрабатываемой поверхности с учетом величины врезания и перебега, мм

S – подача, мм/об

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

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

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

Таблица 8 –Режимы резания

Операция 010 - Комбинированная							
переход	Режущий инструмент	t,мм	i	fn мм/об	V _c , м/мин	n об/мин	T _о , мин
2	Фреза торцевая	4	1	0,278	233	704	1,06
3	Сверло ø11	5,5	1	0,233	130	3770	0,365
	Головка и державка						
4	Сверло ø16	8	1	0,21	130	2590	0,01
	Головка и державка						
4	Сверло ø24	12	1	0,24	130	1730	0,05
	Головка и державка						
5	Фреза ø16	4	2	0,102	193	3840	2,15
6	Сверло ø9	1,5	1	0,2	75,7	2680	0,028
7	Метчик М10х1,5		1	1,5	70,5	2240	0,032
8,9	Фреза ø21,7	4	1	0,102	193	3840	0,05
12	Сверло ø5	2,5	1	0,121	92,6	5890	0,286
13	Метчик М6х1		1	1	52,1	2760	0,029
15	Фреза торцевая	4	1	0,132	270	811	0,456
17	Фреза торцевая	4	1	0,278	233	704	1,06
18	Сверло ø10,3	5,15	1	0,2	130	4020	0,01
	Головка и державка						
18	Сверло ø22	11	1	0,2	130	1730	0,05
	Головка и державка						
18	Сверло ø16	8	1	0,2	130	2590	0,01
	Головка и державка						
19	Сверло ø5	2,5	1	0,13	107	5890	0,02
19	Метчик М6х1		1	1	52,1	2760	0,029

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.02.04.125.ПЗ

Лист

35

4. РАЗРАБОТКА УПРАВЛЯЮЩЕЙ ПРОГРАММЫ ДЛЯ ПРОЕКТИРУЕМОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ «КОРПУС МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ»

Для разработки управляющей программы необходимо:

- 1) Выбрать инструмент
- 2) Выбрать режимы резания
- 3) Спроектировать траекторию движения инструмента
- 4) Определить координаты опорных точек

Управляющая программа создается в ручном режиме.

Выбор режущего инструмента приведен в таблице 7.

Режимы резания представлены в таблице 8.

Траектория движения инструмента изображена на операционных эскизах в графической части и там же приведена таблица координат опорных точек.

Перечень используемых подготовительных и вспомогательных функций представлен в таблице 9

Таблица 9 - Перечень используемых функций G и M

Код функции	Описание назначения функции
Подготовительные функции	
G00	Ускоренное перемещение
G01	Линейная интерполяция
G03	Круговая интерполяция
G90	Абсолютная система отсчета координат
G96	Постоянная скорость резания при точении
G41	Коррекция на радиус инструмента

Вспомогательные функции	
M03	Вращение шпинделя по часовой стрелке
M04	Вращение шпинделя против часовой стрелки
M05	Остановка шпинделя
M06	Смена инструмента и совмещение вершины инструмента с точкой 0
M08	Включает подачу СОЖ
M09	Выключает подачу СОЖ
M02	Конец управляющей программы

В структуру кадра входят:

1. G функции;
2. M функции;
3. Геометрическая информация (координаты);
4. Технологическая информация (режимы резания).

Был разработан фрагмент управляющей программы, и он представлен в таблице 10

Таблица 10 - Фрагмент управляющей программы

Содержание кадра	Расшифровка
1	2
N0001 G00 X400 Z-100	Перемещение в референтную точку станка на быстром ходу
NAT01 D01	Выбор первого инструмента
N0100 G97 S704 M03 M08	Выбор постоянной скорости резания, S скорость шпинделя об/мин, вращение шпинделя по часовой стрелке, включение СОЖ

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.02.04.125.ПЗ

Лист

37

Продолжение таблицы 10

1	2
N0101 G90 G17 G00 X0 Y-50,5	Абсолютная система координат, плоскость резания XY, быстрый подвод инструмента в точку 1
N0102 G01 G90 X265 F0,278	линейная интерполяция, перемещение на рабочей подаче в точку 2
N0103 G01 G90 Y50,5	Перемещение по оси Y в точку 3
N0104 G01 G90 X0	Перемещение по оси X в точку 4
N0105 M05 M09	Остановка шпинделя, отключение подачи СОЖ
N0106 G00 X-100 Z400	Отвод инструмента по двум осям на быстрой подаче в точку 0
NAT02 D01	Выбор второго инструмента
N0200 G97 S3770 M03 M08	Выбор постоянной скорости резания, S скорость шпинделя об/мин, вращение шпинделя по ч. стрелке, включение СОЖ
N0201 G90 G17 G00 X11 Y24,5	Абсолютная система координат, плоскость резания XY, быстрый подвод инструмента в точку 1
N0202 G90 G00 Z10	Подвод инструмента по оси Z
N0203 G01 G90 Z-65 F0,233	линейная интерполяция, перемещение на рабочей подаче в точку 2
N0204 G00 G90 Z10	Быстрое перемещение в точку 1
N0205 G90 G00 X114 Y46	Абсолютная система координат, быстрый подвод инструмента в точку 3

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.02.04.125.ПЗ

Лист

38

Продолжение таблицы 10

1	2
N0206 G01 G90 Z-65 F0,233	Абсолютная система координат, линейная интерполяция, перемещение на рабочей подаче в точку 4
N0207 G00 G90 Z10	Абсолютная система координат, быстрое перемещение инструмента обратно в точку 3
N0208 G90 G00 X162,51 Y42,43	Абсолютная система координат, быстрый подвод инструмента в точку 5
N0209 G01 G90 Z-65 F0,233	Абсолютная система координат, линейная интерполяция, перемещение на рабочей подаче в точку 6
N0210 G00 G90 Z10	Абсолютная система координат, быстрое перемещение инструмента обратно в точку 5
N0211 G90 G00 X204,94	Абсолютная система координат, быстрый подвод инструмента в точку 7
N0212 G01 G90 Z-65 F0,233	Линейная интерполяция, перемещение на рабочей подаче в точку 8
N0213 G00 G90 Z10	Абсолютная система координат, быстрое перемещение инструмента обратно в точку 7
N0214 G90 G00 Y-42,43	Абсолютная система координат, быстрый подвод инструмента в точку 15
N0215 G01 G90 Z-65 F0,233	Линейная интерполяция, перемещение на рабочей подаче в точку 16

Продолжение таблицы 10

1	2
N0216 G00 G90 Z10	Абсолютная система координат, быстрое перемещение обратно в точку 15
N0217 G90 G00 X162,51	Абсолютная система координат, быстрый подвод инструмента в точку 13
N0218 G01 G90 Z-65 F0,233	Линейная интерполяция, перемещение на рабочей подаче в точку 14
N0219 G00 G90 Z10	Быстрое перемещение инструмента обратно в точку 13
N0220 G90 G00 X114Y-46	Абсолютная система координат, быстрый подвод инструмента в точку 11
N0221 G01 G90 Z-65 F0,233	Линейная интерполяция, перемещение на рабочей подаче в точку 12
N0222 G00 G90 Z10	Быстрое перемещение инструмента обратно в точку 11
N0223 G90 G00 X12 Y-24,5	Абсолютная система координат, быстрый подвод инструмента в точку 13
N0224 G01 G90 Z-65 F0,233	Линейная интерполяция, перемещение на рабочей подаче в точку 14
N0225 G00 G90 Z10	Быстрое перемещение в точку 13
N0226 M05 M09	Остановка шпинделя, отключение подачи СОЖ
N0227 G00 X-100 Z400	Отвод инструмента по двум осям на быстрой подаче в точку 0
NAT03 D01	Выбор третьего инструмента

Продолжение таблицы 10

1	2
N0300 G97 S1730 M03 M08	Выбор постоянной скорости резания, S скорость шпинделя об/мин, вращение шпинделя по ч. стрелке, включение СОЖ
N0301 G90 G17 G00 X138,94 Y3	Абсолютная система координат, плоскость резания XY, быстрый подвод инструмента в точку 1
N0302 G90 G00 Z10	Подвод инструмента по оси Z
N0303 G01 G90 Z-67 F0,24	линейная интерполяция, перемещение на рабочей подаче в точку 2
N0304 G00 G90 Z10	линейная интерполяция, перемещение инструмента обратно в точку 1
N0305 M05 M09	Остановка шпинделя, отключение подачи СОЖ
N0306 G00 X-100 Z400	Отвод инструмента по двум осям на быстрой подаче в точку 0
NAT04 D01	Выбор четвертого инструмента
N0400 G97 S1730 M03 M08	Выбор постоянной скорости резания, S скорость шпинделя об/мин, вращение шпинделя по ч. стрелке, включение СОЖ
N0401 G90 G17 G00 X58,25 Y51	Абсолютная система координат, плоскость резания XY, быстрый подвод инструмента в точку 1
N0402 G90 G00 Z10	Подвод инструмента по оси Z
N0403 G01 G90 Z-17 F0,21	линейная интерполяция, перемещение на рабочей подаче в точку 2

Продолжение таблицы 10

1	2
N0404 G00 G90 Z10	перемещение инструмента в точку 1
N0405 M05 M09	Остановка шпинделя, отключение подачи СОЖ
N0406 G00 X-100 Z400	Отвод инструмента по двум осям на быстрой подаче в точку 0
NAT05 D01	Выбор пятого инструмента
N0500 G97 S4040 M03 M08	Выбор постоянной скорости резания, S скорость шпинделя об/мин, вращение шпинделя по часовой стрелке, включение СОЖ
N0501 G90 G17 G00 X37 Y0	Абсолютная система координат, плоскость резания XY, быстрый подвод инструмента в точку 1
N0502 G90 G00 Z10	Подвод инструмента по оси Z
N0503 G01 G90 Z-15 F0,104	линейная интерполяция, перемещение на рабочей подаче в точку 2
N0504 G03 G90 X103 Y0	Круговая интерполяция, перемещение инструмента в точку 3 против часовой стрелки
N0505 G03 G90 X103 Y0	Круговая интерполяция, возвращение инструмента в точку 2 против ч. стрелки
N0506 G00 G90 Z10	перемещение инструмента в точку 1
N0507 G90 G00 X167,94 Y3	Подвод инструмента в точку 4 на быстром ходу

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.02.04.125.ПЗ

Лист

42

Окончание таблицы 10

1	2
N0508 G90 G00 Z10	Подвод инструмента по оси Z в т. 4
N0509 G97 S3840	Выбор постоянной скорости резания, S скорость шпинделя об/мин
N0510 G01 G90 Z-15 F0,102	линейная интерполяция, перемещение на рабочей подаче в точку 5
N0511 G03 G90 X241,94 Y3	Круговая интерполяция, перемещение инструмента в точку 6 против часовой стрелки
N0512 G03 G90 X167,94 Y3	Круговая интерполяция, возвращение инструмента в точку 5 против ч. стрелки
N0513 G01 G90 Z-63	линейная интерполяция, перемещение на рабочей подаче в точку 7
N0514 G03 G90 X241,94 Y3	Круговая интерполяция, перемещение инструмента в точку 8 против часовой стрелки
N0515 G03 G90 X167,94 Y3	Круговая интерполяция, возвращение инструмента в точку 7 против ч. стрелки
N0516 G00 G90 Z10	перемещение инструмента в точку 1
N0517 M05 M09	Остановка шпинделя, отключение подачи СОЖ
N0518 G00 X-100 Z400	Отвод инструмента по двум осям на быстрой подаче в точку 0
N0519 G00 X400 Z-100	Перемещение в реф. точку станка
...	
N19.. M2	Конец программы

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.02.04.125.ПЗ

Лист

43

5. ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРОЕКТА

5.1. Исходные данные для выполнения экономического обоснования

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

Проектируемый вариант за счет внедрения многоцелевого обрабатывающего центра Okuma MU-400VII позволяет в одной операции выполнять фрезерование, сверление, нарезание резьбы, расфрезеровку.

Годовая программа выпуска – 100 шт.;

Определение состава капитальных вложений

В связи с тем что оборудование не было приобретено предприятием ранее капитальные затраты, на приобретение оборудования, примерно равны 30000000 руб.

Определяем количество технологического оборудования

Количество технологического оборудования рассчитываем по формуле

$$g = \frac{t \cdot N_{год}}{F_{об} \cdot k_{ВН} \cdot k_3 \cdot 60}, \quad (8)$$

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

$N_{год}$ – годовая программа выполнения деталей, шт.; $N_{год} = 100$ шт. базовый вариант ; $N_{год} = 100$ шт проектируемый вариант.

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

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

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

					<i>ДП 44.02.04.125.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		44

Таблица 11- Нормы штучно–калькуляционного времени $T_{шт-к}$ (мин.) по операциям

Базовый			проектный	
Операция	Оборудование	$T_{шт-к}$	Операция	$T_{шт-к}$
002 Вертикально-фрезерная	6P13	4,8	005 Вертикально-фрезерная	4,8
005 Разметка		10,8	010 Комбинированная 015 Контрольная	5,752
010 Вертикально-фрезерная	6P13	13,438		
015 Вертикально-фрезерная		24,591		
020 Слесарная				
025 Притирочная		16,08		
030 Промывка		2,46		
035 Программно-комбинированная	IP500	88,461		
040 Слесарная				
042 Промывка		1,92		
045 Координатно-расточная	2Д450	16		
050 Координатно-расточная		241		
055 Вертикально-сверлильная	2Н135	9,78		

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.02.04.125.ПЗ

Лист

45

060 Слесарная		21		
065 Промывка		1,92		
070 Приемочный контроль				
Итого:		442,25	Итого:	10,552

Рассчитываем действительный годовой фонд времени работы оборудования по формуле:

$$F_{об} = F_n \left(1 - \frac{K_p}{100} \right) \quad (9)$$

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; 116 – количество выходных и праздничных дней; 249 – количество рабочих дней, из них: 5 – сокращенные предпраздничные дни продолжительностью 7 ч; 244 – рабочие дни продолжительностью 8 ч). Отсюда количества рабочих часов оборудования (номинальный фонд):

- при односменной работе составляет:

$$F_n = 244 \times 8 + 5 \times 7 = 1987 \text{ ч};$$

- при двухсменной работе:

$$F_n = 1987 \times 2 = 3974 \text{ ч}.$$

Потери рабочего времени на ремонтные работы равны 2,75% рабочего времени оборудования. Отсюда действительный фонд времени работы оборудования, согласно формулы (9), составляет:

$$F_{об} = 1987 \times \left(1 - \frac{2,75}{100}\right) = 1932 \text{ ч.}$$

Определяем количество станков по штучно-калькуляционному времени согласно таблице 11 по формуле 8 Данные по расчетам сводим в таблицу 12 по базовому варианту.

$$g_{\text{фрезерная}} = \frac{42,829 \cdot 100}{1932 \cdot 0,85 \cdot 1 \cdot 60} = 0,043;$$

$$g_{\text{комбинированная}} = \frac{88,461 \cdot 100}{1932 \cdot 0,85 \cdot 1 \cdot 60} = 0,089;$$

$$g_{\text{расточная}} = \frac{257 \cdot 100}{1932 \cdot 0,85 \cdot 1 \cdot 60} = 0,261;$$

$$g_{\text{сверлильная}} = \frac{9,78 \cdot 100}{1932 \cdot 0,85 \cdot 1 \cdot 60} = 0,01;$$

Таблица 12 - Количество оборудования по базовому варианту

№ опер	Состав оборудования механического участка	Модель оборудования	Кол-во станков	
			Расчет.	Принят.
	Токарный	6Р13	0,043	1
	Комбинированный	ИР500	0,089	1
	Расточной	2Д450	0,261	1
	Сверлильный	2Н135	0,01	1
ИТОГО:			0,403	4

Определяем количество станков по штучно-калькуляционному времени согласно таблице 11 по формуле 8. Данные по расчетам сводим в таблицу 13 по проектируемому варианту.

$$g_{\text{фрезерная}} = \frac{4,8 \cdot 100}{1932 \cdot 0,85 \cdot 1 \cdot 60} = 0,005$$

$$g_{\text{комбинированная}} = \frac{5,752 \cdot 100}{1932 \cdot 0,85 \cdot 1 \cdot 60} = 0,006$$

Таблица 13 - Количество оборудования по проектному варианту

№ операции	Состав оборудования механического участка	Модель оборудования	Кол-во станков	
			Расчет.	Принят.
005	Фрезерный	6P13	0,005	1
010	Многоцелевой ОЦ	Okuma MU400VII	0,006	1
ИТОГО:			0,011	2

5.2. 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

$$C = Z_M + Z_{ЗП} + Z_э + Z_{об} + Z_{осн} + Z_и, \quad (10)$$

где Z_M – затраты на материалы, р.;

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

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

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

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

$Z_и$ – затраты на малоценный инструмент, р.

5.2.1. Определение затрат на материалы

Так как способ изготовления заготовки изменяется, то затраты на материалы рассчитываются по формуле:

$$C_з = M * C_M - M_0 * C_0 + C_{з.ч.} * T_{шт} \left(1 + \frac{C_ц}{100} \right), \quad (11)$$

где M - масса исходного материала на одну заготовку, кг;

C_M - оптовая цена на материал в зависимости от метода получения заготовки;

M_0 - масса отходов материала, кг;

C_0 - цена 1 кг отходов, р.;

$C_{з.ч.}$ - средняя часовая заработная плата основных рабочих по тарифу, р./чел.-ч;

$T_{шт}$ - штучное время черновой обработки заготовки, ч;

$C_{ц}$ - цеховые накладные расходы.

Стоимость отливки в песчано-глинистые формы:

$$C_3 = 7 * 315 - 2,5 * 14,4 + 0,472 * 0,224 * 6 * 261 * 1,8 = 2467,03 \text{ р.};$$

Стоимость отливки по выплавляемым моделям:

$$C_3 = 6 * 315 - 1,5 * 14,4 + 0,549 * 0,224 * 6 * 261 * 1,8 = 2215,04 \text{ р.}$$

Экономический эффект при сопоставлении способов получения заготовок, при которых технологический процесс механической обработки не меняется:

$$\mathcal{E}_3 = (C_{31} - C_{32})N, \text{ где } N - \text{ годовая программа, шт};$$

$$\mathcal{E}_3 = (2467,03 - 2215,04) * 100 = 25199 \text{ р.}$$

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

Затраты на заработную плату основных и вспомогательных рабочих рассчитываем по формуле 12.

$$Z_{зп} = Z_{пр} + Z_{н} + Z_{к} + Z_{тр}, \quad (12)$$

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

$Z_{н}$ - основная и дополнительная заработная плата с отчислениями на социальное страхование наладчиков, р.;

$Z_{к}$ - основная и дополнительная заработная плата с отчислениями на социальное страхование контролеров, р.;

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

Для расчетов используются следующие формулы:

а) основная и дополнительная заработная производственных рабочих с отчислениями на социальное страхование, при применении сдельной оплаты труда:

$$Z_{\text{пр}} = C_{\text{т}} \cdot t_{\text{шт-к}} \cdot k_{\text{мн}} \cdot k_{\text{доп}} \cdot k_{\text{есн}} \cdot k_{\text{р}} \text{ руб.}, \quad (13)$$

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.

($k_{\text{мн}} = 1$)

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

$k_{\text{есн}}$ - коэффициент, учитывающий отчисления на социальное страхование ($k_{\text{есн}} = 1,3$);

в базовом варианте:

$$Z_{\text{пр1}} = 200 \cdot (42,829 / 60) \cdot 1 \cdot 1,1 \cdot 1,3 \cdot 1,15 = 234,77 \text{ руб.}$$

$$Z_{\text{пр2}} = 200 \cdot (88,461 / 60) \cdot 1 \cdot 1,1 \cdot 1,3 \cdot 1,15 = 484,91 \text{ руб.}$$

$$Z_{\text{пр3}} = 200 \cdot (257 / 60) \cdot 1 \cdot 1,1 \cdot 1,3 \cdot 1,15 = 1408,79 \text{ руб.}$$

$$Z_{\text{пр4}} = 200 \cdot (9,78 / 60) \cdot 1 \cdot 1,1 \cdot 1,3 \cdot 1,15 = 53,61 \text{ руб.}$$

в проектном варианте:

$$Z_{\text{пр1}} = 200 \cdot (4,8 / 60) \cdot 1 \cdot 1,1 \cdot 1,3 \cdot 1,15 = 26,31 \text{ руб.}$$

$$Z_{\text{пр2}} = 200 \cdot (5,752 / 60) \cdot 1 \cdot 1,1 \cdot 1,3 \cdot 1,15 = 31,53 \text{ руб.}$$

Расчетная численность станочников вычисляем по формуле

$$Ч_{\text{рст}} = \frac{t \cdot N_{\text{год}} \cdot k_{\text{мн}}}{F_{\text{р}} \cdot 60}, \quad (14)$$

где $F_{\text{р}}$ –действительный годовой фонд времени работы одного рабочего, 1731 ч.;

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

t – штучно-калькуляционное время операции, мин;

$N_{\text{год}}$ – годовая программа выпуска деталей, $N_{\text{год}} = 100$ шт.

Действительный фонд времени работы станочника определяется по производственному календарю на текущий год (365 – календарное количество дней; 116 – количество выходных и праздничных дней; 249 – количество рабочих дней, из них: 5 – сокращенные предпраздничные дни продолжительностью 7 ч; 244 – 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 1731 ч.

Расчетная численность станочников для базового варианта:

$$Ч_{\text{рст1}} = \frac{42,829 \cdot 100 \cdot 1}{1731 \cdot 60} = 0,041 \approx 1 \text{ чел.},$$

$$Ч_{\text{рст2}} = \frac{88,461 \cdot 100 \cdot 1}{1731 \cdot 60} = 0,085 \approx 1 \text{ чел.},$$

$$Ч_{\text{рст3}} = \frac{257 \cdot 100 \cdot 1}{1731 \cdot 60} = 0,247 \approx 1 \text{ чел.},$$

$$Ч_{\text{рст4}} = \frac{9,78 \cdot 100 \cdot 1}{1731 \cdot 60} = 0,009 \approx 1 \text{ чел.},$$

Принимаем заработную плату производственных рабочих и рассчитываем численность рабочих по формуле (14). Результаты вычислений сводим в таблицу 14.

Таблица 14 – Затраты на заработную плату станочников по базовому варианту

Наименование операции	Часовая тарифная ставка, р.	Штучно-калькуляционное время, мин	Заработная плата, руб.	Расчетная численность станочников, чел.
1	2	3	4	5

Окончание таблицы 14

1	2	3	4	5
Фрезерная	200	42,829	234,77	0,041
Комбини- рованная	200	88,461	484,91	0,085
Расточная	200	257	1408,79	0,247
Сверлиль- ная	200	9,78	53,61	0,009
Итого			2182,08	0,382

Определим затраты на заработную плату по проектному варианту, результаты занесем в таблицу 15

Расчетная численность станочников для проектного варианта:

$$Ч_{\text{рст1}} = \frac{4,8 \cdot 100 \cdot 1}{1731 \cdot 60} = 0,005 \approx 1 \text{ чел.},$$

$$Ч_{\text{рст2}} = \frac{5,752 \cdot 100 \cdot 1}{1731 \cdot 60} = 0,006 \approx 1 \text{ чел.},$$

Таблица 15 – Затраты на заработную плату станочников по проектному варианту.

Наименование операции	Часовая тарифная ставка, р.	Штучно-калькуляционное время, мин	Заработная плата, р	Расчетная численность станочников, чел.
005- Фрезерная	200	4,8	26,31	0,005
010- Комбинирован- ная	200	5,752	31,53	0,006
Итого:			57,84	0,011

Заработная плата вспомогательных рабочих рассчитываем по формуле

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

ДП 44.02.04.125.ПЗ

Лист

52

$$Z_{всп} = \frac{C_T^{всп} \cdot F_p \cdot \chi_{всп} \cdot k_{доп} \cdot k_{есн} \cdot k_p}{N_{год}}, \quad (15)$$

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

$N_{год}$ – годовая программа выпуска деталей, $N_{год} = 100$ шт.;

$k_{есн}$ – коэффициент, учитывающий единый социальный налог,

$k_{есн} = 1,3$;

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

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

$k_{доп} = 1,23$;

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

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

Численность вспомогательных рабочих соответствующей специальности и разряда определяется по формуле 16

$$\chi_{нал} = \frac{g_n \cdot n}{H}, \quad (16)$$

где g_n – расчетное количество оборудования, шт.;

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

H – число станков, обслуживаемых одним наладчиком, $H = 4$ шт.

$$\chi_{нал б} = \frac{0,403 \cdot 2}{4} = 0,2015 \approx 1 \text{ чел.}$$

$$\chi_{нал п} = \frac{0,011 \cdot 2}{4} = 0,0055 \approx 1 \text{ чел.}$$

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

$$\text{Б: } \chi_{трансп.} = 0,382 \times 0,05 = 0,019 \approx 1 \text{ чел.};$$

$$\chi_{контр.} = 0,382 \times 0,07 = 0,027 \approx 1 \text{ чел.}$$

$$\text{П: } \chi_{трансп.} = 0,011 \times 0,05 = 0,0006 \approx 1 \text{ чел.};$$

$$\chi_{контр.} = 0,011 \times 0,07 = 0,0008 \approx 1 \text{ чел.}$$

По формуле (15) произведем вычисления заработной платы основных рабочих:

$$Z_{\text{нал б}} = \frac{180 \cdot 1731 \cdot 0,2015 \cdot 1,23 \cdot 1,3 \cdot 1,15}{100} = 1154,49 \text{ р.}$$

$$Z_{\text{нал п}} = \frac{180 \cdot 1731 \cdot 0,0055 \cdot 1,23 \cdot 1,3 \cdot 1,15}{100} = 31,51 \text{ р.};$$

$$\text{Б: } Z_{\text{трансп.}} = \frac{130 \cdot 1731 \cdot 0,019 \cdot 1,23 \cdot 1,3 \cdot 1,15}{100} = 78,62 \text{ р.};$$

$$Z_{\text{контр.}} = \frac{130 \cdot 1731 \cdot 0,027 \cdot 1,23 \cdot 1,3 \cdot 1,15}{100} = 111,73 \text{ р.}$$

$$\text{П: } Z_{\text{трансп.}} = \frac{130 \cdot 1731 \cdot 0,0006 \cdot 1,23 \cdot 1,3 \cdot 1,15}{100} = 2,48 \text{ р.};$$

$$Z_{\text{контр.}} = \frac{130 \cdot 1731 \cdot 0,0008 \cdot 1,23 \cdot 1,3 \cdot 1,15}{100} = 3,31 \text{ р.}$$

Данные о численности вспомогательных рабочих и заработной плате, приходящаяся на одну деталь по каждому их вариантов, сводим в таблицу 16.

Таблица 16 – Затраты на заработную плату вспомогательных рабочих по базовому варианту

Специальность рабочего	Часовая тарифная ставка, р.	Расчетная численность, чел.	Затраты на изготовление одной детали, р.
Наладчик	180	0,2015	1154,49
Транспортный рабочий	130	0,019	78,62
Контролер	130	0,027	111,73
Итого		0,2475	1344,84

Рассчитаем затраты на заработную плату для базового варианта по формуле (12):

$$Z_{\text{зп}} = 1154,49 + 78,62 + 111,73 + 2182,08 = 3526,92 \text{ р.}$$

Таблица 17 – Затраты на заработную плату вспомогательных рабочих по проектируемому варианту

Специальность рабочего	Часовая тарифная ставка, р.	Численность, чел.	Затраты на изготовление одной детали, р.
Наладчик	180	0,0055	31,51
Транспортный рабочий	130	0,0006	2,48
Контролер	130	0,0008	3,31
Итого		0,0069	37,3

Рассчитаем затраты на заработную плату для проектируемого варианта по формуле (12):

$$Z_{\text{зп}} = 31,51 + 2,48 + 3,31 + 57,84 = 95,14 \text{ р.}$$

5.2.3. Затраты на электроэнергию

Затраты на электроэнергию, расходуемую на выполнение одной детали операции, рассчитываем по формуле

$$Z_{\text{э}} = \frac{N_y \cdot k_N \cdot k_{\text{вр}} \cdot k_{\text{од}} \cdot k_w \cdot t}{\eta \cdot k_{\text{вн}} \cdot 60} \cdot C_{\text{э}}, \quad (17)$$

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

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

$k_{\text{вр}}$ – 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, $k_w = 1,04 \div 1,08$;

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

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

$\text{Ц}_э$ – стоимость 1 кВт·ч электроэнергии, $\text{Ц}_э = 3,30$ р.

Производим расчеты по вариантам по формуле (17):

$$Z_э(6P13) = \frac{10 \cdot 0,3 \cdot 0,7 \cdot 1 \cdot 1,08 \cdot 42,829}{0,9 \cdot 1 \cdot 60} \cdot 3,3 = 5,93 \text{ р.};$$

$$Z_э(IP500) = \frac{35 \cdot 0,3 \cdot 0,7 \cdot 0,75 \cdot 1,08 \cdot 88,461}{0,9 \cdot 1 \cdot 60} \cdot 3,3 = 32,19 \text{ р.};$$

$$Z_э(2Д450) = \frac{13 \cdot 0,3 \cdot 0,7 \cdot 0,75 \cdot 1,08 \cdot 257}{0,9 \cdot 1 \cdot 60} \cdot 3,3 = 34,73 \text{ р.};$$

$$Z_э(2Н135) = \frac{4 \cdot 0,3 \cdot 0,7 \cdot 1 \cdot 1,08 \cdot 9,78}{0,9 \cdot 1 \cdot 60} \cdot 3,3 = 0,54 \text{ р.};$$

Результаты расчетов по вариантам сводим в таблицу 18

Таблица 18 – Затраты на электроэнергию по базовому варианту

Модель станка	Установленная мощность, кВт	Штучно-калькуляционное время, мин	Затраты на электроэнергию, р.
6P13	10	42,829	5,93
IP500	35	88,461	32,19
2Д450	13	257	34,73
2Н135	4	9,78	0,54
Итого			73,39

$$Z_э(6P13) = \frac{10 \cdot 0,3 \cdot 0,7 \cdot 1 \cdot 1,08 \cdot 4,8}{0,9 \cdot 1 \cdot 60} \cdot 3,3 = 0,67 \text{ р.};$$

$$Z_э(Okuma MU-400VII) = \frac{45 \cdot 0,3 \cdot 0,7 \cdot 1 \cdot 1,08 \cdot 5,752}{0,9 \cdot 1 \cdot 60} \cdot 3,3 = 1,09 \text{ р.};$$

Таблица 19 – Затраты на электроэнергию по проектируемому варианту

Модель станка	Установленная мощность, кВт	Штучно-калькуляционное время, мин	Затраты на электроэнергию, р.
6P13	10	4,8	0,67
Okuma MU-400VII	45	5,752	1,09
Итого			1,76

5.2.4. Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования

Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования рассчитывается по формуле

$$Z_{об} = C_{ам} + C_{рем}, \quad (20)$$

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

$$C_{ам} = \frac{C_{об} \cdot H_{ам} \cdot t}{F_{об} \cdot k_z \cdot k_{вн} \cdot 60}, \quad (21)$$

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

$H_{ам}$ – норма амортизационных отчислений, $H_{ам} = 5\%$;

t – штучно-калькуляционное время, мин;

$F_{об}$ – годовой действительный фонд работы оборуд., $F_{об} = 3864$ ч.;

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

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

Производим расчеты базового варианта по формуле (21):

$$C_{ам}(6P13) = \frac{350000 \cdot 0,05 \cdot 42,829}{3864 \cdot 0,85 \cdot 1 \cdot 60} = 3,81 \text{ р.};$$

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

$$C_{\text{ам}}(\text{ИР500}) = \frac{400000 \cdot 0,05 \cdot 88,461}{3864 \cdot 0,85 \cdot 1 \cdot 60} = 8,98 \text{ р.};$$

$$C_{\text{ам}}(\text{2Д450}) = \frac{300000 \cdot 0,05 \cdot 257}{3864 \cdot 0,85 \cdot 1 \cdot 60} = 19,56 \text{ р.};$$

$$C_{\text{ам}}(\text{2Н135}) = \frac{150000 \cdot 0,05 \cdot 9,78}{3864 \cdot 0,85 \cdot 1 \cdot 60} = 0,37 \text{ р.};$$

Затраты на ремонт берутся в размере 7,2 % от стоимости оборудования на одну деталь на универсальное оборудование. 1% на Okuma MU-400VII.

Результаты расчета затрат на содержание и эксплуатацию технологического оборудования заносим в таблицу 20.

Таблица 20 – Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования базовый вариант

Модель станка	Стоимость, тыс. р.	Количество, шт.	Норма амортизационных отчислений, %	Штучно-калькуляционное время, мин	Амортизационные отчисления, р.	Затраты на ремонт, р.
6Р13	350	1	5	42,829	3,81	12,6
ИР500	400	1	5	88,461	8,98	14,4
2Д450	300	1	5	257	19,56	10,8
2Н135	150	1	5	9,78	0,43	5,4
Итого					32,78	43,2

Производим расчет проектируемого варианта по формуле (21):

$$C_{\text{ам}}(\text{6Р13}) = \frac{350000 \cdot 0,05 \cdot 4,8}{3864 \cdot 0,85 \cdot 1 \cdot 60} = 0,43 \text{ р.};$$

$$C_{\text{ам}}(\text{Okuma MU-400VII}) = \frac{3000000 \cdot 0,05 \cdot 5,752}{3864 \cdot 0,85 \cdot 1 \cdot 60} = 43,78 \text{ р.};$$

Таблица 21 – Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования проектируемый вариант

Модель станка	Стоимость, тыс. р.	Количество, шт.	Норма амортизационных отчислений, %	Штучно-калькуляционное время, мин	Амортизационные отчисления, р.	Затраты на ремонт, р.
6P13	350	1	5	4,8	3,81	12,6
MU-400VII	30000	1	5	5,752	43,78	150
Итого					47,59	162,6

Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования рассчитывается по формуле (20):

базовый

$$Z_{об} = 32,78 + 43,2 = 75,98 \text{ р.}$$

Проектный:

$$Z_{об} = 47,59 + 162,6 = 210,19 \text{ р.}$$

5.2.5. Затраты на эксплуатацию инструмента

Затраты на эксплуатацию инструмента вычисляем по формуле

$$Z_{и} = \frac{C_{и} + \beta_n \cdot C_n}{T_{ст} \cdot N_{год} \cdot (\beta_n + 1)} \cdot T_m \cdot \eta_{и}, \quad (22)$$

где $C_{и}$ – цена единицы инструмента, р.;

β_n - число переточек, $\beta_n = 0$;

C_n – стоимость одной переточки, $C_n = 0,00$ р.;

$T_{ст}$ – период стойкости инструмента, $T_{ст} = 480$ мин;

T_m – машинное время, мин;

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

$N_{год}$ – годовая программа выпуска деталей, $N_{год} = 100$ шт. $N_{год} = 100$ шт. проектируемый

Производим расчет затрат на эксплуатацию инструмента по формуле (22):

$$\text{Б: } Z_{\text{и}} = \frac{3000 \cdot 25}{480 \cdot 100} \cdot 442,25 \cdot 0,98 = 677,2 \text{ р.}$$

$$\text{П: } Z_{\text{и}} = \frac{20000 \cdot 12}{480 \cdot 100} \cdot 10,552 \cdot 0,98 = 51,71 \text{ р.}$$

5.2.6. Затраты на оснастку

Затраты на оснастку вычисляем по формуле

$$Z_{\text{осн}} = \frac{g_{\text{р}} \cdot H_{\text{прс}} \cdot C_{\text{прс}} \cdot N_{\text{ам}}^{\text{прс}}}{N_{\text{год}} \cdot 100}, \quad (23)$$

где $g_{\text{р}}$ – расчетное количество оборудования,

$H_{\text{прс}}$ – количество приспособлений на единицу оборудования,

$C_{\text{прс}}$ – стоимость приспособления, р.;

$N_{\text{ам}}^{\text{прс}}$ – норма амортизационных отчислений на приспособл., $N_{\text{ам}}^{\text{прс}} = 66\%$;

$N_{\text{год}}$ – годовая программа выпуска деталей, $N_{\text{год}} = 100$ шт.

Приспособление разрабатывается на самом производстве, а для базового процесса приспособление уже имеется на производстве.

Производим расчет затраты на оснастку по формуле (23):

$$\text{Б: } Z_{\text{осн}} = \frac{0,403 \cdot 4000 \cdot 1 \cdot 0,66}{100 \cdot 100} = 0,11 \text{ р.}$$

$$\text{П: } Z_{\text{осн}} = \frac{0,011 \cdot 10000 \cdot 1 \cdot 0,66}{100 \cdot 100} = 0,01 \text{ р.}$$

Результаты расчетов технологической себестоимости годового объема выпуска детали сводим в таблицу 22.

Таблица 22 – Технологическая себестоимость обработки детали

Статьи затрат	Сумма, руб.	Сумма, руб
	Базовый вариант	Проект. вариант
1	2	3

Окончание таблицы 22

1	2	3
Заработная плата с начислениями	3526,92	95,14
Затраты на технологическую электроэнергию	73,39	1,76
Затраты на содержание и эксплуатацию оборудования	75,98	210,19
Затраты на эксплуатацию оснастки	0,11	0,01
Затраты на инструмент	677,2	51,71
Итого	4353,6	358,81

5.3. Определение годовой экономии от изменения техпроцесса

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

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

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

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

$$\mathcal{E}_{год. б.} = (4353,6 - 358,81) \cdot 100 = 399479 \text{ р.}$$

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.02.04.125.ПЗ

Лист

61

Таблица 23 -Технико-экономические показатели проекта

Наименование показателя	Значение показателя по вариантам		Изменение показателя
	Базовый вариант	Проектируемый вариант	
Годовой выпуск деталей, шт.	100	100	0
Общее количество станков, шт.	4	2	-2
Количество станочников, чел	4	2	-2
Стоимость отливки, р.	2467,03	2215,04	-251,99
Технологическая себестоимость обработки детали, р.	4353,6	358,81	-3994,79

Таким образом, в результате повышения технологического уровня изготовления детали был получен годовой экономический эффект в размере 399479 рублей.

Окупаемость вложенных инвестиций достигнет через очень долгий срок. Поэтому необходимо нагрузить станок еще больше, другими деталями, подходящими под обработку на выбранном оборудовании.

6. МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

6.1. Система переподготовки персонала на ООО «УДМЗ»

При переходе на автоматизированное производство решается вопрос о переподготовке станочников на операторов станков типа Okuma MU-400VII.

На производстве используется станок с ЧПУ IP-500, на котором работают операторы 4 разряда, таких рабочих можно переподготовить на новое оборудование, с учетом того, что числовое программное управление им уже знакомо.

В связи с тем, что предприятие не имеет, собственного учебного центра переподготовка операторов станков с ЧПУ производится в учебных центрах образовательных учреждений либо по договоренности с заводами.

6.2. Анализ учебной документации

Программа «Оператор станков с ПУ» изучается специалистами рабочих профессий, выпускниками школ и техникумов.

Прохождение курсов повышения квалификации даёт возможность станочникам познать технологические новшества, изучая некоторые инновационные технологии, а также сохранить рабочие места на предприятии. Обучение проходит путем посещения курсов на предприятии, при учебном центре, а так как предприятие не имеет места для переподготовки, то переподготовку можно проходить в учебно-демонстрационном центре Российского государственного профессионально-педагогического университета.

Учебным планом предусмотрено изучение 3 тем, выполнение 7 практических работ. По окончании курса учащиеся сдают экзамен.

Общая трудоемкость программы «Оператор станков с ПУ» очной формы обучения составляет 72 часа.

					<i>ДП 44.02.04.125.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		63

Тематический план изучения программы «Оператор станков с ЧПУ» состоит из 7 разделов:

1. Знакомство со станком Okuma MU-400VII, основные узлы станка (2 часа).
2. Технологические основы обработки деталей на станке Okuma MU-400VII (6 часов).
3. Инструментальное обеспечение токарно-фрезерной обработки на станке Okuma MU-400VII (8 часов).
4. Основные сведения о программном управлении металлорежущим оборудованием (8 часов).
5. Система ЧПУ OSP - P200 и программирование в ней (8 часов).
6. Создание и регистрация инструментов в программном пакете LAP4 (6 часов)
7. Программирование токарно-фрезерной обработки в системе ЧПУ OSP-P200 в программном пакете LAP4(28 часов).

Выбрана тема (4) «Основные сведения о программном управлении металлорежущим оборудованием». На тему отводится 8 часов.

Перспективно-тематический план темы «Основные сведения о программном управлении металлорежущим оборудованием»

Таблица 24 - Тематический план изучения программы

Название дисциплины	Всего, ч	Теория, ч	Практика, ч	Контроль
1	2	3	4	5
Современные обрабатывающие центры и программирование обработки	8	4	4	Зачет

Окончание таблицы 24

1	2	3	4	5
Основы программирования обработки на станках с ЧПУ	8	4	4	Зачет
Создание УП для токарно-фрезерных станков Okuma	10	4	6	Зачет
Практическое обучение	42		42	Зачет
Консультации	1			
Квалификационный экзамен	3			Экзамен
ИТОГО:	72			

6.3. Разработка фрагмента обучающей программы

Программированное обучение – это обучение по оптимальным программам с оптимальным управлением процесса обучения.

Программированное обучение осуществляется с помощью «обучающей программы», отличающейся от обычного учебника тем, что она определяет не только содержание, но и процесс обучения.

Принципы построения обучающих программ:

- Информативность. Ученику должна сообщаться новая информация.
- Операционность. Должна присутствовать активная деятельность учащихся, связанная с преобразованием полученной информации.
- Обратная связь. Должна существовать регулярная коррекция действий учащегося.
- Дозирование учебного материала (учебная информация подается не сплошным потоком, а отдельными дозами – кадрами).
- Определенная иерархия структур (например, объединение систем 1+2+7+8 по классификации В.П. Беспалько).

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.02.04.125.ПЗ

Лист

65

– Шаговый технологически процесс при раскрытии и подаче учебного материала.

– Индивидуальный темп и управление в обучении.

– Исследование технологических средств обучения.

Шаг обучающей программы:

ИК + ОК + ОС + КК

ИК – небольшая доза учебной информации.

ОК – Задание на информацию ИК.

ОС – коррекция возможных ошибок ученика при выполнении ОК.

КК – тест.

Существуют две различные системы программирования учебного материала – «линейная» и «разветвленная» программы, отличающиеся некоторыми важными исходными предпосылками и структурой. Возможны и комбинированные обучающие программы, являющиеся результатом сочетания двух методов программирования [13. С.162].

В линейной программе учебный материал подается небольшими порциями, кадрами, включающими, как правило, простой вопрос по изучаемому в этом кадре материалу. Предполагается, что ученик, внимательно прочитавший этот материал, сможет безошибочно ответить на поставленный вопрос. При переходе к следующему кадру ученик, прежде всего, узнает, правильно ли он ответил на вопрос предыдущего кадра. Так как каждый кадр содержит очень небольшую информацию по новому материалу, то даже простым сравнением своего неверного ответа (если он все же ошибся) с верным ученик легко выяснит, где именно им была допущена ошибка.

В разветвленной программе учебный материал разбивается на порции, несущие большую информацию, чем при линейном программировании. В конце каждого кадра учащимся предлагается вопрос, ответ на который они

сами не формулируют, а выбирают из приведенных в этом же кадре нескольких вариантов ответов, из которых только один правильный. Неправильные ответы выбираются составителями программы, разумеется, не случайно, а с учетом наиболее вероятных ошибок учащихся. Ученик, выбравший правильный ответ, отсылается к странице, на которой изложена следующая порция нового материала. Ученик, выбравший неправильный ответ, отсылается к странице, на которой разъясняется допущенная ошибка и предлагается возвратиться к последнему кадру, чтобы, внимательно прочитав еще раз, изложенный в нем материал, выбрать правильный ответ или же в зависимости от допущенной ошибки открыть страницу, на которой дается дополнительное разъяснение непонятой информации.

Сравнивая две системы программирования учебного материала, можно отметить, что при линейном программировании ученик самостоятельно формулирует ответы на контрольные вопросы, а при разветвленном он лишь выбирает один из нескольких готовых (уже сформулированных кем-то) ответов. В первом случае применяется система «конструктивных ответов», во втором - так называемая система «множественного выбора». В этом отношении, очевидно, выявляется некоторое преимущество линейной программы, так как на возникающие в любой области деятельности вопросы обычно нигде заранее не заготовлены ответы. Ученики, решающие эти вопросы, должны уметь самостоятельно формулировать ответы, а не только выбирать эти вопросы из уже сформулированных.

С другой стороны, разветвленная программа составляется с учетом возможных ошибочных ответов учащихся и с этой точки зрения она ближе к реальному процессу обучения. В разветвленной программе особо важно то, что различных учащихся она ведет к усвоению нового материала различными путями с учетом их возможностей и потребностей в дополнительных разъяснениях и указаниях. Один ученик продвигается прямо от одной порции нового материала к следующей, другой же пользуется

дополнительными объяснениями, разъяснениями его ошибочных ответов, отражающих непонимание учебного материала. В результате и получается, что разные учащиеся продвигаются в усвоении изучаемого материала с различными индивидуальными скоростями. Именно эти индивидуальные скорости усвоения, учитываемые при программированном обучении, не учитываются при непрограммированном обучении, а учет индивидуальной скорости усвоения обеспечивает осуществление принципа индивидуального подхода в обучении.

Фрагмент обучающей программы ориентирован на 2 шага:

1 шаг – Изучение системы координат и структуры управляющей программы.

Каждый шаг как отмечалось, в теории содержит информационный кадр, операционный кадр, кадр обратной связи и кадр контроля.

Информационный кадр первого шага содержит информацию: о системе координат, по заданию осей, об особенностях токарно-фрезерной обработки, о нулевых точках станка и детали. В виде структурной схемы представлены элементы управляющей программы. Представлен ряд определений относящихся к структуре управляющей программы.

В операционном кадре первого шага приведен пример определения составляющих структуры УП.

Кадр обратной связи содержит задание на определение составляющих управляющей программы.

Кадр контроля представляет собой тест. Тест составлен в соответствии с теорией тестирования.

Тест текущего контроля первого состоит из 5 заданий, представлены задания открытой и закрытой формы. Назначение теста заключается в выявлении уровня усвоения знаний.

Методика проектирования дидактических тестов:

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

Таблица 25 – Дидактические единицы

№ ДЕ	Наименование дидактической единицы
1	Система координат
2	Расположение нулевых точек
3	Структура управляющих программ
4	Определения

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	Система координат	2	ОТЗ
2	Расположение нулевых точек	2	ЗТЗ
3	Структура управляющих программ	2	ОТЗ
4	Определения	2	ОТЗ,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	3

Продолжение таблицы 27

1	2	3
1	2	<p>1. Декартова система координат имеет _____ оси.</p> <p>Форма ответа: 1. ____</p> <p>Ответ: 1. <u>три</u></p>
2	2	<p>2. Нулевая точка машина расположена:</p> <p>А) на торце заготовки.</p> <p>Б) на торце шпинделя</p> <p>Форма ответа: 2. _____</p> <p>Ответ: 2. <u>Б</u></p>
3	2	<p>3. Верно ли утверждение: Управляющая программа состоит из блоков, блоки из кадров, кадры из чисел с адресами.</p> <p>А) верно</p> <p>Б) неверно</p> <p>Форма ответа: 3 ____.</p> <p>Ответ: <u>А</u></p>
4	2	<p>4. Совокупность команд на языке программирования, соответствующая заданному алгоритму функционирования автоматиз. оборудования для исполнения заданного цикла работ - _____</p> <p>Форма _____ ответа:</p> <p>4. _____</p> <p>Ответ: 4. <u>Управляющая программа</u></p>

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

ДП 44.02.04.125.ПЗ

Лист

70

Окончание таблицы 27

1	2	3
4	2	<p>5. Часть слова, определяющая назначение следующих за ним данных, содержащихся в этом слове это:</p> <p>А) Блок</p> <p>Б) Кадр</p> <p>В) Слово</p> <p>Г) адрес</p> <p>Форма ответа: 5-_____.</p> <p>Ответ: 5-<u>Г</u>.</p>

4. Конструирование дидактического теста

Из матрицы тестовых заданий выбирают задания той или иной формы (закрытые, открытые, на установление соответствия, на установление правильной последовательности) и формулируют указания к работе с той или иной форме.

5. Разработка инструкций по работе с тестом.

Инструкция может быть краткой и развернутой. В тестах текущего контроля используется краткая инструкция. В ней указывается количество тестовых заданий в тесте, рекомендации как работать с ним, требования работать с тестовыми заданиями последовательно, не переставляя нумерацию.

6. Оформление сконструированного теста.

В рамке помещается инструкция, затем следует указание 1, выделенное шрифтом, затем задание.

7. Разрабатывается бланк ответа, где указывается № тестового задания и строки, исключая избыточные строки.

В заключении следует создать матрицу покрытия тестовых заданий дидактических единиц.

Матрица покрытия

1 – три

2 – Б

3 – А

4 – Управляющая программа

5 – Г

2 шаг – Изучение подготовительных и вспомогательных функций.

В информационном кадре второго шага представлена информация о подготовительных и вспомогательных функциях, представлены иллюстрации применения тех или иных функций.

Операционный кадр представляет собой изображение обрабатываемой детали с нулем детали, ниже приведена программа, а слева ее расшифровка.

В кадре обратной связи представлена деталь и таблица с содержанием кадра, обучающимся предложено ее расшифровать.

В качестве кадра контроля так же используется тест.

Тест текущего контроля второго состоит из 7 заданий, представлены задания открытой, закрытой формы и на установление соответствия. Назначение теста заключается в выявлении уровня усвоения знаний.

Методика проектирования дидактических тестов:

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

Таблица 28 – Дидактические единицы

№ ДЕ	Наименование дидактической единицы
1	Подготовительные и вспомогательные функции
2	Способ задания координат (G90, G91)
3	Выбор рабочей плоскости(G17, G18,G19)

4	Перемещение инструмента (G0, G1,G2,G3)
5	Задание скорости резания
6	Значение M–функций

2. Определение уровня усвоения каждой дидактической единицы

Уровень усвоения каждой дидактической единицы приведен в таблице

29.

Таблица 29– уровни усвоения ДЕ

№ ДЕ	Наименование ДЕ	Уровень усвоения	Форма ТЗ
1	Подготовительные и вспомогательные функции	1	ЗТЗ
2	Способ задания координат (G90, G91)	2	ОТЗ
3	Выбор рабочей плоскости(G17, G18,G19)	2,3	ОТЗ, Соотв
4	Перемещение инструмента (G0, G1,G2,G3)	1,2	ОТЗ
5	Задание скорости резания	2	ОТЗ
6	Значение M–функций	2	ОТЗ

3. Составление матрицы тестовых заданий

Матрица тестовых заданий приведена в таблице 30.

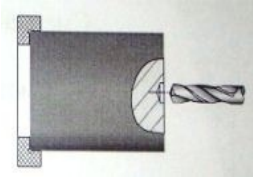
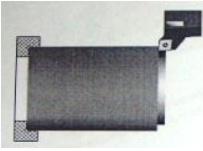
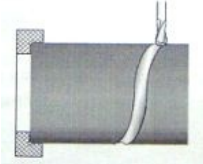
Таблица 30 – Матрица тестовых заданий

№ ДЕ	Уровень усвоения	Формулировка тестового задания
1	2	3

Продолжение таблицы 30

1	2	3
1	1	<p>1. К подготовительным функциям относят:</p> <p>А) M-функции Б) G- функции</p> <p>Форма ответа: 1. ____</p> <p>Ответ: 1. <u>A</u></p>
2	2	<p>2. На рисунке представлена _____ система координат</p> <div data-bbox="699 860 1273 1191" data-label="Diagram"> </div> <p>Форма ответа:2. _____</p> <p>Ответ:2. <u>Относительная.</u></p>
3	2	<p>3. В плоскости XZ программируют _____ обработку</p> <p>Форма ответа: 3 _____</p> <p>Ответ: <u>токарную</u></p>

Продолжение таблицы 30

1	2	3
	3	<p>4. Установите соответствия между изображениями и операторами</p> <p>1</p>  <div data-bbox="1139 555 1406 674" style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin-left: auto;">А) G17</div> <p>2</p>  <div data-bbox="1139 808 1406 927" style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin-left: auto;">Б) G18</div> <p>3</p>  <div data-bbox="1139 1066 1406 1184" style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin-left: auto;">В) G19</div> <p>Форма ответа: 1____; 2____; 3____.</p> <p>Ответ: 4. 1–<u>А</u>; 2–<u>Б</u>; 3–<u>В</u>.</p>
4	2	<p>5. Оператор G2 означает:</p> <p>А) Быстрый подвод (отвод) инструмента</p> <p>Б) Линейная интерполяция</p> <p>В) Круговая интерполяция по часовой стрелке</p> <p>Г) Круговая интерполяция против часовой стрелки</p> <p>Форма ответа: 5–____.</p> <p>Ответ: 5–<u>В</u>.</p>

Окончание таблицы 30

1	2	3
5		6. Скорость резания при точении задается оператором _____ Форма ответа: 6. _____ Ответ: 6. <u>G 96</u>
6		7. Команда M8 означает _____ Форма ответа: 7. _____ Ответ: 7. <u>Подача СОЖ</u>

4. Конструирование дидактического теста

Из матрицы тестовых заданий выбирают задания той или иной формы (закрытые, открытые, на установление соответствия, на установление правильной последовательности) и формулируют указания к работе с той или иной форме.

5. Разработка инструкций по работе с тестом.

Инструкция может быть краткой и развернутой. В тестах текущего контроля используется краткая инструкция. В ней указывается количество тестовых заданий в тесте, рекомендации как работать с ним, требования работать с тестовыми заданиями последовательно, не переставляя нумерацию.

6. Оформление сконструированного теста.

В рамке помещается инструкция, затем следует указание 1, выделенное шрифтом, затем задание.

7. Разрабатывается бланк ответа, где указывается № тестового задания и строки, исключая избыточные строки.

В заключении следует создать матрицу покрытия тестовых заданий дидактических единиц

Матрица покрытия

1–А

2–В

3–Относительная

4–Токарную

5– G96

6–Подвод СОЖ

7–1–А, 2–Б, 3–В

6.4. План занятия

Для того чтобы организовать учебный процесс необходимо составить план занятия программированного обучения на тему «Основные сведения о программном управлении металлорежущим оборудованием».

1 – Организационный момент

Обучаемые после того, как заняли свои места за компьютерами, заслушивают план урока и цели, которые необходимо достичь за занятие.

2 – Мотивация

Обучаемые должны изучить материал в ходе занятия для успешной сдачи зачета и в дальнейшем экзамена.

3 – Содержание урока

Включив компьютеры, обучаемые приступают к изучению нового материала по программе, а также отвечая на вопросы из контрольного кадра.

4 – Подведение итогов

Преподаватель проверяет работы и объясняет те или иные ошибки допустимые при выполнении работы.

										Лист
										77
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	ДП 44.02.04.125.ПЗ					

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе дипломного проекта выполнена разработка технологического процесса механической обработки детали «Корпус механической передачи» для мелкосерийного производства.

Проанализированы исходные данные к проекту, а также выбран метод получения заготовки, который обеспечивает необходимую точность для механической обработки заготовки, также учитываются свойства обрабатываемого материала и его особенности.

Разработан технологический маршрут обработки детали «Корпус механической передачи» с использованием многофункционального обрабатывающего центра OKUMA MU-400VII, а также разработан фрагмент управляющей программы для проектируемого технологического процесса обработки детали с использованием прогрессивного инструмента компании Sandvik Coromant. В написании программы учитывались режимы резания соответствующие продукции Sandvik Coromant. Программа позволяет выполнить обработку за два установка для получения детали.

В экономической части дипломного проекта произведена оценка проектируемого технологического проекта. Расчеты были направлены на определение себестоимости выпуска обрабатываемой детали.

В методической части проекта произведена разработка занятия для последующей переподготовки рабочих станочных профессий на операторов станков с числовым программным управлением.

					<i>ДП 44.02.04.125.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		78

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Анализ заводского технологического процесса механической обработки детали: Метод. Рекомендации к выполнению практ. работы по технологии машиностроения/ Т. А. Козлова. Екатеринбург: изд-во Урал. гос. проф.-пед. ун-та, 1999. 33с.
2. Анурьев В. И. Справочник конструктора-машиностроителя: В 3 т. Т.1. 6-е изд., перераб. и доп. М.: Машиностроение, 1982, - 737с.
3. Ансеров М.А. Приспособления для металлорежущих станков. М.: Машиностроение, 1966. – 256с.
4. Арзамасов В.Б., Черепашина А.А. Материаловедение и технология конструкционных материалов. Учебник для ВУЗов. М.: Изд. центр «Академия», - 2007г. – 538с.
5. Бородина Н.В., Бушков Г.Ф. Дипломное проектирование. Учеб. пособие. Екатеринбург: Изд-во Рос. гос. проф.-пед. ун-та, - 2011г. - 90с.
6. Горбачевич А. Ф., Шкред В. А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учеб. пособие для машиностроит. спец. Вузов. Минск.: Высш. шк., 1979. 184с.
7. ГОСТ 26645-85 Отливки из металлов и сплавов
8. Добрыдnev И. С. Курсовое проектирование по предмету «Технология машиностроения». М.: Машиностроение, 1985. 184с.
9. Допуски и посадки: Справ.: В 2 ч./ В. Д. Мягков, М. А. Палей, А. Б. Романов, В. А. Брагильский. Л: Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1983. Ч. 1. 543 с.; Ч 2 448с.
10. Задания и методические указания к контрольной работе № 2 по технологии машиностроения/ Сост. В. М. Батягин и др.; Свердлов. инж.-пед. ин-т. Свердловск, 1988. 63с.

					<i>ДП 44.02.04.125.ПЗ</i>	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		79

11. Козлова Т. А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения: Учеб. пособие. – Екатеринбург: Изд-во Урал. Гос. проф.-пед. ун-та, 2001. – 169с.
12. Колачев Б.А. Металловедение и термическая обработка цветных металлов и сплавов [Текст] / Б.А. Колачев, В.И. Елагин, В.А. Ливанов. Учебник для вузов, 3-е изд. Перераб. и доп - М.: МИСИС, 2001. - 416с.
13. Кукушин В.С. Педагогические технологии. Учеб. пособие. – М.: Изд. центр «МарТ», 2004г. – 336с.
14. Нормирование механической обработки: учебное пособие/ Т. А. Козлова, Т. В. Шестакова. Екатеринбург: Изд-во Рос. гос. проф.-пед. ун-та, 2013.137с.
15. Основной Каталог Sandvik Coromant 2009г.
16. Расчеты экономической эффективности новой техники: Справ./ Под ред. К. М. Великанова. Л.: Машиностроение, - 1975г. - 430с.
17. Справочник технолога-машиностроителя: В 2 т. Т.1/ Под ред. А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова, 4-е изд., перераб. и доп. М.: Машиностроение, 1985. 656с.
18. Справочник технолога-машиностроителя: В 2 т. Т.2/ Под ред. А. Г. Косиловой и Р. К. Мещерякова, 4-е изд., перераб. и доп. М.: Машиностроение, 1985. 496с.
19. Трофимов А.В., Марков В.А., Кретинин В.И., Горбачева Т.И. Основы технологии машиностроения. Проектирование технологических процессов. Учеб. пособие. Санкт-Петербург. 2013г. 73с.
20. Чучкалова Е.И. Техничко-экономические расчеты в выпускных квалификационных работах (дипломных проектах) [Текст] : учеб. пособие /Е.И. Чучкалова, Т.А. Козлова, В.П. Суриков. Екатеринбург: Изд-во ГОУ ВПО Рос. гос. проф.-пед. ун-т, 2006. - 66с.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Задание на выпускную квалификационную работу

					<i>ДП 44.02.04.125.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		81

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Технологическая документация

Маршрутная карта механической обработки детали «Корпус
механической передачи».

					<i>ДП 44.02.04.125.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		82

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Фрагмент учебной программы
на тему: «Основные сведения о программном управлении
металлорежущим оборудованием».

Основные сведения о программном управлении металлорежущим оборудованием.

ШАГ 1

Система координат.
Структура и содержание
управляющей программы.

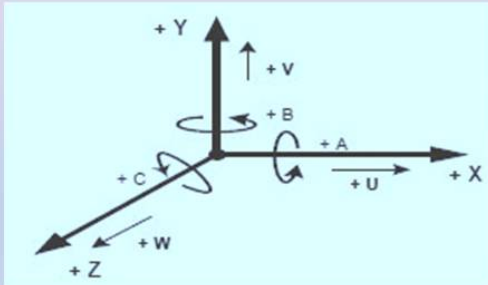
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.02.04.125.ПЗ

Лист

83

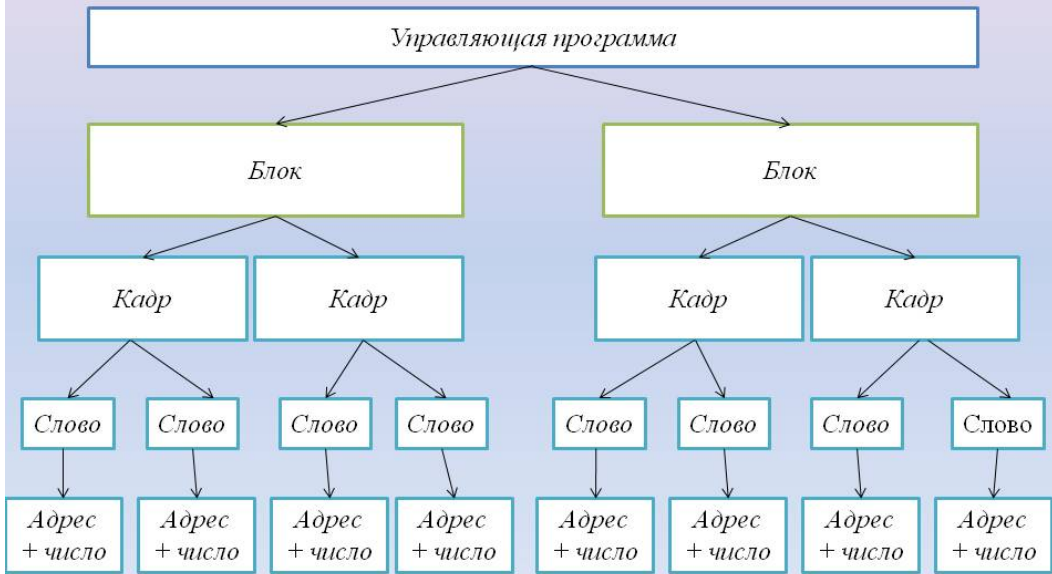
Система координат



Пересечение осей X и Z образуют нулевую точку
 Нулевая точка машины расположена на торце шпинделя
 Нулевая точка заготовки принимается как правило на торце детали.
 От нулевой точки заготовки пишется программа

Все рабочие органы на станках осуществляют линейные и вращательные. Движения осуществляются в правой декартовой системе координат X, Y, Z. Каждая ось имеет поворотную ось.
 На токарно-фрезерном станке система координат ограничена осями X и Z и поворотной осью C.
 Ось X направлена от шпинделя вверх (положительная).
 Ось Z от шпинделя вправо (положительная).
 Ось C поворот шпинделя (заготовки)

Структура управляющих программ (УП).



ИК 1

Основные определения

Управляющая программа – совокупность команд на языке программирования, соответствующая заданному алгоритму функционирования автоматизированного оборудования для исполнения заданного цикла работ.

Блок УП - набор кадров представляющих собой законченную подпрограмму.

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

Слово – составная часть кадра УП, содержащая данные о параметре процесса в цикле работы оборудования и (или) другие данные по выполнению управления.

Адрес УП – часть слова, определяющая назначение следующих за ним данных, содержащихся в этом слове.

ОК 1

Пример определения составляющих структуры УП

%	
N01 T0101	Кадр
N02 G18 G90 G97 S430 M03	Слово
N03 G0 X25 Z1 M08	Адрес
N04 G1 Z-40 F0.5	Число
N05 X40 Z-90	
N06 Z-140	
N07 G0 0x0z M09	
N08 M30	

Блок УП

Управляющая программа содержит:

Блоков – 1
 Кадров - 8
 Слов – 20
 Адресов – 20
 Чисел - 20

ОС1

Определите в представленной программе:

%
N01 T0101
N02 G18 G90 G97 S430 M03
N03 G0 X30 Z-1 M08
N04 Z-24 F0,5
N05 G91 G2 X10 Z10
N06 G90 G01 X62 Z88
N07 G0 0x 0z M09
N08 M30

Блоков –
Кадров –
Слов –
Адресов –

КК1

Тест текущего контроля

Инструкция

Тест для проверки усвоения состоит из 5 заданий.
Выполняйте их последовательно, следуя указаниям.

Указание 1

В заданиях 1, 2 и 3 выберите из предложенных вариантов один правильный.

1. Нулевая точка машина расположена:

- А) на торце заготовки.
- Б) на торцешпинделя

Форма ответа: 2. _____

2. Верно ли утверждение: Управляющая программа состоит из блоков, блоки из кадров, кадры из чисел из адресов.

- А) верно
- Б) неверно

Форма ответа: 3 ____.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ДП 44.02.04.125.ПЗ

Лист

86

3. Часть слова, определяющая значение следующих за ним данных, содержащихся в этом слове это:

- А) Блок
- Б) Кадр
- В) Слово
- Г) адрес

Форма ответа: 5- ____.

Указание 2

В заданиях 4 и 5 завершите утверждения, вписывая в пропущенные строки недостающие окончания.

4. Декартова система координат имеет _____ оси.

Форма ответа: 1. ____.

5. Совокупность команд на языке программирования, соответствующая заданному алгоритму

функционирования автоматизированного оборудования для исполнения заданного цикла

работ - _____

Форма ответа: 4. _____

ШАГ 2

Подготовительные (G) и вспомогательные (M) функции

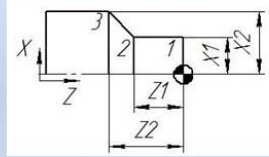
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

ИК 2

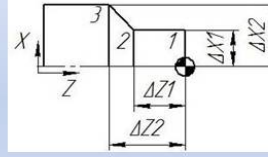
Подготовительные функции (G)

Определение способа задания размеров

G90 – абсолютная система координат

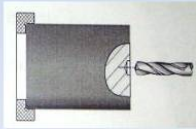


G91 – относительная система координат

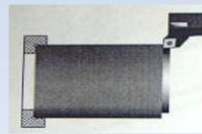


Выбор рабочей плоскости

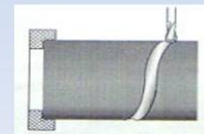
G17 – операция сверления в плоскости XY



G18 – операция точения в плоскости XZ



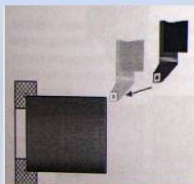
G19 – обработка периферии цилиндрической поверхности в плоскости YZ



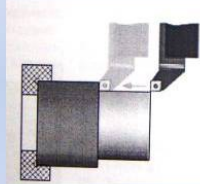
ИК 2

Перемещение инструмента

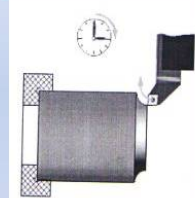
G0 – быстрый подвод (отвод) инструмента



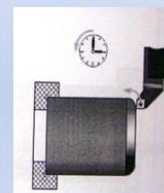
G1 – линейная интерполяция (рабочее перемещение)



G2 – круговая интерполяция по часовой стрелке



G3 – круговая интерполяция против часовой стрелки



G96 – постоянная скорость резания при точении

G97 – постоянное число оборотов при сверлении и нарезании наружной резьбы

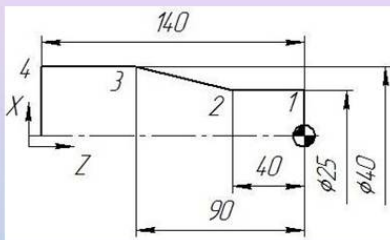
Лист

ДП 44.02.04.125.ПЗ

88

M0 – запрограммированный останов
 M3 – вращение шпинделя по часовой стрелке
 M4 – вращение шпинделя против часовой стрелки
 M6 – смена инструмента
 M8 – подача СОЖ
 M9 – отключение СОЖ
 M30 – конец подпрограммы

Пример создания управляющей программы для наружной токарной обработки детали «Вал»



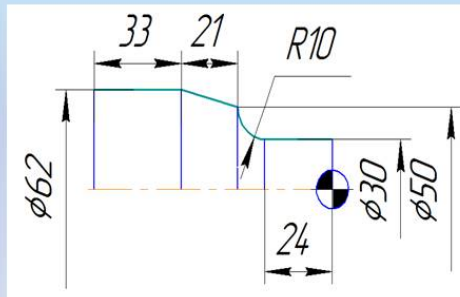
```

%
N01 T0101
N02 G18 G90 G96 S430 M03
N03 G0 X25 Z1 M08
N04 G1 Z-40 F0.5
N05 X40 Z-90
N06 Z-140
N07 G0 0x0z M09
N08 M30
  
```

- Деталь необходимо обточить по контуру. Нуль детали принимается на правом торце.
1. В первом кадре выбираем инструмент T0101
 2. Во втором кадре необходимо выбрать плоскость G18, систему координат G90, затем задается технологическая информация G97 S430, далее включение направления шпинделя M03
 3. Подвод инструмента в 1ю точку G0, геометрическая информация X25 Z1. M08 включение СОЖ
 4. Включение линейной интерполяции G1 указание координаты по оси Z перемещение на рабочей подаче F0.5 в точку 2.
 5. X40 Z-90 перемещение по 2 осям в 3 точку
 6. Z-140 перемещение по оси Z в 4 точку
 7. Отвод инструмента в референтную точку G0 0x 0z. Выключение СОЖ M09
 8. M 30 конец управляющей программы

OC2

Расшифруйте управляющую программу наружной цилиндрической обработки детали «Валик»



Содержание кадра	Содержание перехода
%	
N01 T0101	
N02 G18 G90 G97 S430 M03	
N03 G0 X30 Z-1 M08	
N04 Z-24 F0,5	
N05 G91 G2 X10 Z10	
N06 G90 G01 X62 Z88	
N07 G0 0x 0z M09	
N08 M30	

КК2

Тест текущего контроля

Инструкция

Тест для проверки усвоения состоит из 7 заданий. Выполняйте их последовательно, следуя указаниям.

Указание 1

В заданиях 1 и 2 выберите из предложенных вариантов один правильный.

1. К подготовительным функциям относят:

- А) М-функции
- Б) G- функции

Форма ответа: 1. ____.

2. Оператор G2 означает:

- А) Быстрый подвод (отвод) инструмента
- Б) Линейная интерполяция
- В) Круговая интерполяция по часовой стрелке
- Г) Круговая интерполяция против часовой стрелки

Форма ответа: 2- ____.

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

ДП 44.02.04.125.ПЗ

Лист

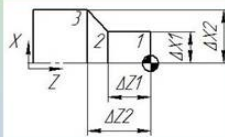
90

КК2

Указание 2

В заданиях 3-6 завершите утверждения, вписывая в пропущенные строки недостающие окончания.

3. На рисунке представлена _____ система координат



Форма ответа: 3. _____

4. В плоскости XZ программируют _____ обработку

Форма ответа: 4 _____.

5. Скорость резания при точении задается оператором _____

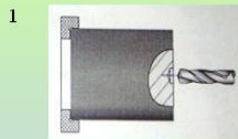
Форма ответа: 5. _____.

6. Команда M8 означает _____.

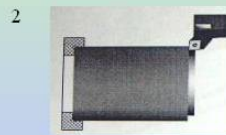
Форма ответа: 6. _____.

КК2

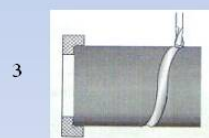
7. Установите соответствия между изображениями и операторами



A) G17



Б) G18



В) G19

Форма ответа: 7 - 1 _____; 2 _____; 3 _____.

Лист

ДП 44.02.04.125.ПЗ

91