

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

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА
МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ
«КОРПУС ЦИЛИНДРИЧЕСКОГО РЕДУКТОРА»
В УСЛОВИЯХ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОИЗВОДСТВА

Выпускная квалификационная работа

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

Идентификационный код ВКР: 121

Екатеринбург 2018

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

К ЗАЩИТЕ ДОПУСКАЮ:
Заведующий кафедрой ТМС
_____ Н. В. Бородина
«___» _____ 2018 г.

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА
МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛИ
«КОРПУС ЦИЛИНДРИЧЕСКОГО РЕДУКТОРА»
В УСЛОВИЯХ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОИЗВОДСТВА**

Выпускная квалификационная работа
по направлению подготовки 44.03.04
Профессиональное обучение (по отраслям)
профиля подготовки «Машиностроение и материалобработка»
профилизации «Технологии и оборудование машиностроения»

Идентификационный код ВКР: 121

Исполнитель:

студент группы ТО-403

Е.А. Боровиков

Руководитель:

доцент кафедры ТМС

Т.А. Козлова

Екатеринбург 2018

АННОТАЦИЯ

Выпускная квалификационная работа содержит 98 листов печатного текста, 23 иллюстрации, 33 таблицы, 30 использованных источников, приложение на 35 листах.

Ключевые слова: КОРПУС ЦИЛИНДРИЧЕСКОГО РЕДУКТОРА, МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА, ТЕХНИЧЕСКИЕ РАСЧЁТЫ, УПРАВЛЯЮЩАЯ ПРОГРАММА, ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ, ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ, МЕТОДИЧЕСКАЯ РАЗРАБОТКА.

В выпускной квалификационной работе спроектирован технологический процесс механической обработки детали «Корпус цилиндрического редуктора» в условиях автоматизированного производства.

Для проектирования технологического процесса было выбрано современное оборудование, выбраны элементы режима резания для всех операций и нормы времени на изготовление одной детали, разработана управляющая программа.

В экономической части выполнен расчёт затрат и определена экономическая эффективность разрабатываемого мероприятия.

В методической части проанализирован профессиональный стандарт «Оператора-наладчика обрабатывающих центров с ЧПУ». Разработана методика проведения занятия для переподготовки оператора-наладчика обрабатывающих центров с ЧПУ.

					ДП 44.03.04.121.ПЗ			
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Проектирование технологического процесса механической обработки детали «Корпус цилиндрического редуктора» в условиях автоматизированного производства	Лит.	Лист	Листов
Разраб.		Боровиков Е.А.						
Провер.		Козлова Т. А.					3	133
Реценз.						РГППУ каф. ТМС гр. ТО-403		
Н. Контр.		Суриков В.П.						
Утверд.		Бородин Н.В.						

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	6
1. АНАЛИЗ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ О ДЕТАЛИ	7
1.1. Анализ исходной информации	7
1.2. Служебное назначение детали.....	8
1.4. Анализ технологичности конструкции детали	9
1.5. Качественная оценка.....	10
1.6. Количественная оценка	10
1.7. Определение типа производства, расчёт Кзо	11
1.8. Анализ исходных данных (рабочего чертежа детали)	14
2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.....	17
2.1. Выбор исходной заготовки и метода её получения	17
2.2. Обоснование выбора метода изготовления заготовки	20
2.3. Выбор технологических баз.....	22
2.4. Выбор методов обработки.....	25
2.5. Описание оборудования	27
2.6. Выбор и описание металлорежущего инструмента	31
2.7. Разработка технологического маршрута обработки детали.....	42
2.8. Расчёт припусков	43
2.9. Расчёт режимов резания	48
2.10. Расчёт технических норм времени.....	51
3. РАЗРАБОТКА УПРАВЛЯЮЩЕЙ ПРОГРАММЫ.....	54
3.1. Основные и вспомогательные функции системы ЧПУ	55
3.2. Разработка управляющей программы.....	56
4. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	58
4.1. Техническое описание разрабатываемого мероприятия.....	58
4.2. Исходные данные, необходимые для выполнения экономического расчёта	58
4.3. Определение количества технологического оборудования	59

4.4. Определение капитальных вложений	61
4.5. Расчет технологической себестоимости детали	61
4.6. Определение экономических показателей разрабатываемого мероприятия.....	72
5. МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ	74
5.1. Вводная часть	74
5.2. Анализ профессиональной деятельности	75
5.3. Анализ учебного плана.....	80
5.4. Разработка перспективно-тематического плана	82
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	95
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ	96
ПРИЛОЖЕНИЕ А – Перечень листов графических материалов.....	99
ПРИЛОЖЕНИЕ Б – Презентация к занятию.....	100
ПРИЛОЖЕНИЕ В – Управляющая программа.....	115
ПРИЛОЖЕНИЕ Д – Комплект технологической документации.....	120

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время довольно часто можно услышать о станках с ЧПУ. Станки с ЧПУ – это умные машины, способные автоматически проводить весь цикл обработки детали. ЧПУ расшифровывается как «Числовое программное управление».

Благодаря данным системам, станки обрабатывают деталь по программе, которая заносится в станок. Программа в свою очередь пишется в спроектированном технологическом процессе, поэтому от наладчика требуется только загрузить программу и вставить заготовку.

Проектирование технологических процессов обработки и изготовления деталей должно обеспечивать выполнение требований, которые предъявляются к точности обрабатываемых поверхностей, правильности контуров, форм и т.д.

Таким образом, спроектированный технологический процесс механической обработки детали должен обеспечивать выполнение требований, обуславливающих нормальную работу собранной машины.

Цель работы – проектирование технологического процесса механической обработки детали «Корпус цилиндрического редуктора» для повышения производительности труда.

Задачи:

- выполнить анализ чертежа и технологичности конструкции детали;
- разработать технологический процесс механической обработки детали;
- выбрать оборудование и инструменты для обработки детали;
- выполнить технологические расчёты;
- разработать управляющую программу;
- выполнить расчёты экономической части;
- выполнить методическую разработку.

					ДП 44.03.04.121. ПЗ	Лист
						6
Змн.	Арк.А	№ докум.№	Подпись	Дата		

1. АНАЛИЗ ИСХОДНЫХ ДАННЫХ О ДЕТАЛИ

1.1. Анализ исходной информации

Базовая информация

Базовая информация включает данные, содержащиеся в конструкторской документации, в чертеже детали (изделия).

Материал детали – Сплав АЛ9 ГОСТ 1583-93.

Технические требования по изготовлению детали находятся в рабочем чертеже детали.

Руководящая информация

Руководящая информация включает данные, содержащиеся в стандартах, устанавливающих требования к технологическим процессам, а также в стандартах на оборудование и оснастку, в документации на действующие единичные технологические процессы.

Данные, относящиеся к руководящей информации, можно найти по ГОСТ ЕСКД и ОСТ, указанных в процессе выполнения пояснительной записки.

Справочная информация

Справочная информация содержит данные, имеющиеся в технологической документации опытного производства, в описаниях прогрессивных методов изготовления изделий, каталогах, паспортах, справочниках, планировках производственных участков, методических материалах. Справочная информация содержится также в учебниках, учебных пособиях, методических указаниях, в периодических изданиях.

Данные для выполнения выпускной квалификационной работы брались из справочников и методических указаний, перечисленных в списке использованных источников.

					ДП 44.03.04.121. ПЗ	Лист
						7
Змн.	Арк.А	№ докум.№	Подпись	Дата		

1.2. Служебное назначение детали

Деталь «Корпус цилиндрического редуктора» является базовой деталью сборочной конструкции цилиндрического редуктора, на которой монтируются отдельные сборочные элементы единицы и детали, соединяемые между собой с требуемой точностью относительного расположения. Он обеспечивает постоянство точности взаимного расположения деталей, как в статическом состоянии, так и в процессе эксплуатации редуктора, а также плавность работы и отсутствие вибраций. Кроме того, корпус служит для защиты шестеренного механизма редуктора от внешних воздействий и выполнения условий работы закрепленного в нем механизма.

1.3. Техническая характеристика

Основными поверхностями корпуса являются посадочные диаметры под подшипники ($\varnothing 68h6$, $\varnothing 150H7$). Эти поверхности должны быть обработаны с высокой точностью и высокими требованиями шероховатости, так как от них зависят правильность сборки и последующая работа всей сборочной единицы.

Второстепенными поверхностями являются поверхности отверстий М8-7Н, М6-7Н и двух отверстий М24х2-7Н.

Материал детали – Сплав АЛ9 ГОСТ 1583-93 алюминиевый литейный применяется в производстве литых деталей, имеющих сложную конфигурацию и впоследствии испытывающих на себе статическую нагрузку. Химические и механические свойства сплава представлены в таблицах 1 и 2. Применение АЛ9 обусловлено требованиями к повышенной герметичности изделия, его отличной свариваемости и повышенной коррозионной стойкости. Практика показывает, что сплав АЛ9 пригоден для литья под давлением и в землю. Единственным ограничением можно считать температурные условия эксплуатации деталей из данной марки алюминия: они могут работать при температуре до 200°C.

					ДП 44.03.04.121. ПЗ	Лист
						8
Змн.	Арк.А	№ докум.№	Подпись	Дата		

Таблица 1 – Химический состав сплава АЛ9 (ГОСТ 1583-93), %

Fe	Si	Mn	Al	Cu	Pb	Be	Mg	Zn	Sn
До 1,5	6-8	До 0,5	89,6-93,8	До 0,2	До 0,05	До 0,1	0,2-0,4	До 0,3	До 0,01

Таблица 2 – Механические свойства сплава АЛ9 (ГОСТ 1583-93), %

Прокат	Размер	Напр.	σ_b (МПа)	σ_T (МПа)	δ_5 (%)	Ψ , %	КСУ (кДж/м ²)
Литье в кокиль	–	–	230	140	4	–	–

Так как Сплав АЛ9 применяется в производстве литых деталей, имеющих сложную конфигурацию и впоследствии испытывающих на себе статическую нагрузку, то можно сделать вывод, что материал для условий работы детали в узле был выбран правильно.

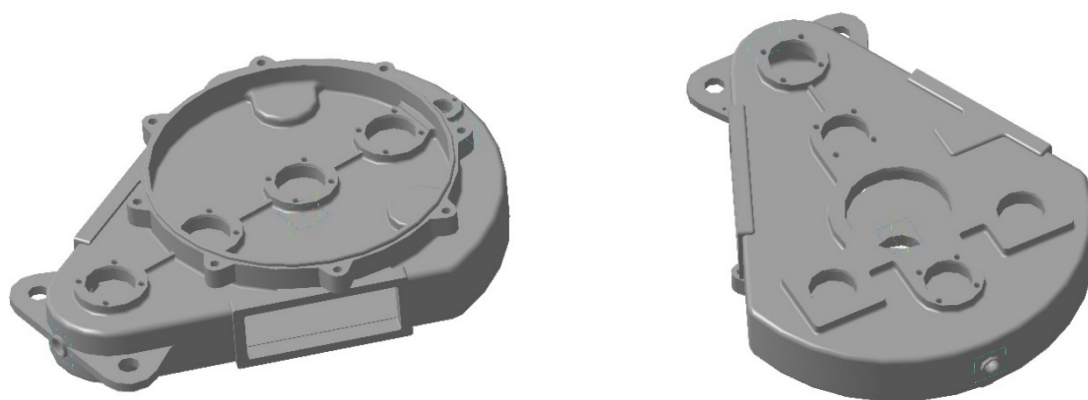


Рисунок 1 – 3D-модель детали «Корпус цилиндрического редуктора»

1.4. Анализ технологичности конструкции детали

Анализ технологичности конструкции изделия выполняется с целью повышения производительности труда, снижения затрат и сокращения времени на технологическую подготовку производства. Данный анализ производится качественной и количественной оценкой.

1.5. Качественная оценка

1) При конструировании использовались как простые, так и сложные геометрические формы, не все из которых позволяют применять высокопроизводительные методы производства (плохо).

2) Допуски предусмотрены не только по размерам посадочных поверхностей, из-за этого не наблюдается снижение объёма механической обработки (плохо).

3) Обеспечена достаточная жёсткость детали (хорошо).

4) Предусмотрена возможность удобного подвода инструмента к зоне обработки детали (хорошо).

5) Обеспечивается свободный вход и выход инструмента из зоны обработки (хорошо).

6) Не учтена возможность одновременной установки нескольких деталей (плохо).

7) Наличие сквозных отверстий (хорошо).

8) В детали присутствуют смотровые окна (хорошо).

1.6. Количественная оценка

Количественная оценка технологичности конструкции детали производится по следующим показателям:

1) по коэффициенту использования материала;

$$K_{им} = \frac{M_d}{M_z}, \quad (1)$$

где M_d – масса детали по чертежу;

M_z – масса заготовки.

Подставляем числовые значения в формулу 1:

$$K_{им} = \frac{20}{23,5} = 0,85$$

2) по коэффициенту точности обработки детали;

					ДП 44.03.04.121. ПЗ	Лист
						10
Змн.	Арк.А	№ докум.№	Подпись	Дата		

$$K_T = \frac{T_n}{T_o}, \quad (2)$$

где T_n – число размеров необоснованной степени точности обработки;

T_o – общее число размеров, подлежащих обработке.

Подставим числовые значения в формулу 2:

$$K_T = \frac{6}{31} = 0,19$$

3) по коэффициенту шероховатости поверхностей детали.

$$K_{ш} = \frac{Ш_n}{Ш_o}, \quad (3)$$

где $Ш_n$ – число поверхностей детали, не обоснованной шероховатости, шт

$Ш_o$ – общее число поверхностей детали, подлежащих обработке, шт.

Подставим числовые значения в формулу 3:

$$K_{ш} = \frac{4}{28} = 0,14$$

В целом, по требованиям к данной детали и рассчитанным коэффициентам можно сделать вывод, что деталь технологична.

1.7. Определение типа производства, расчёт $K_{зо}$

Тип (серийность) производства – это классификационная категория производства, выделяемая по признакам широты номенклатуры, регулярности и объема выпуска изделий.

Различают три типа производства: единичное, серийное, массовое (ГОСТ 14.004-83).

Единичное производство характеризуется малым объемом выпуска одинаковых изделий, повторное изготовление которых, как правило, не предусматривается.

Серийное производство характеризуется изготовлением изделий периодически повторяющимися партиями. Серийное производство является основным типом машиностроительного производства и условно подразделяется на крупно-, средне-, и мелкосерийное.

Массовое производство характеризуется большим объемом выпуска изделий, непрерывно изготавливаемых продолжительное время, в течение которого на большинстве рабочих мест выполняется одна рабочая операция.

Так как у нас среднесерийное производство, то выбираем приблизительное количество деталей в год по таблице 3. Принимаем 400 обрабатываемых деталей в год.

Таблица 3 – Зависимость типа производства от объёма выпуска

Масса деталей, кг	Тип производства				
	единичное	мелкосерийное	среднесерийное	крупносерийное	массовое
< 1,0	< 10	10-2000	1500-100000	75000-200000	200000
1,0-2,5	< 10	10-1000	1000-50000	50000-100000	100000
2,5-5,0	< 10	10-500	500-35000	35000-75000	75000
5,0-10	< 10	10-300	300-25000	25000-50000	50000
> 10	< 10	10-200	200-10000	10000-25000	25000

Одной из основных характеристик типа производства является коэффициент закрепления операций (ГОСТ 3.1121-84):

$$K_{zo} = \frac{\sum O}{\sum P}, \quad (4)$$

где $\sum O$ – суммарное число различных операций, закреплённых за каждым рабочим местом;

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

Принято: $K_{zo} \leq 1$ – массовое производство;

$1 < K_{zo} \leq 10$ – крупносерийное производство;

$10 < K_{zo} \leq 20$ – среднесерийное производство;

$20 < K_{zo} \leq 40$ – мелкосерийное производство;

$K_{zo} > 40$ – единичное производство.

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

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

где N – годовая программа выпуска деталей, шт.;

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

F_d – действительный годовой фонд времени, $F_d = 5919$ ч. (при трёхсменной работе);

$\eta_{з.н.}$ – нормативный коэффициент загрузки оборудования, для крупносерийного и массового производства – $0,65 \div 0,75$.

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

Далее для каждой операции вычисляем значение фактического коэффициента загрузки рабочего места по формуле 6:

$$\eta_{з.ф.} = \frac{m_p}{m_{п}}, \quad (6)$$

Количество операций, выполняемых на одном рабочем месте (O), можно определить по формуле 7:

$$O = \frac{\eta_{з.н.}}{\eta_{з.ф.}}, \quad (7)$$

Выполним расчёт, подставив значения в формулу 5:

$$m_p = \frac{400 * 41,47}{60 * 5919 * 0,75} = 0,062$$

Получив m_p , вычисляем значение фактического коэффициента загрузки рабочего места по формуле 6:

$$\eta_{з.ф.} = 0,062$$

Для получения количества операций, выполняемых на одном рабочем месте, подставим полученные значения в формулу 7:

$$O = \frac{0,75}{0,062} = 12,1$$

Зная количество рабочих мест и количество операций, выполняемых на одном рабочем месте, по формуле 4, выполним расчёт коэффициента закрепления операции.

$K_{30} = \frac{12,1}{1} = 12,1$ – что соответствует среднесерийному производству.

У нас групповая форма организации производства. Количество деталей в партии (n, шт.) для одновременного выпуска определяется упрощенным способом по формуле 8:

$$n = \frac{N \cdot \alpha}{254}, \quad (8)$$

где α – периодичность запуска, в днях (6 дней);

254 – количество рабочих дней в году.

Подставляем значения в формулу 8:

$$n = \frac{400 \cdot 6}{254} = 9 \text{ шт.}$$

Исходя из исходных и полученных значений, а именно: коэффициент закрепления операций (K_{30}), количество деталей в партии (n, шт.), масса детали (M_d , кг), можно сделать вывод, что выпуск детали имеет характер среднесерийного производства.

1.8. Анализ исходных данных (рабочего чертежа детали)

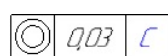
Исходными данными, согласно заданию, является рабочий чертеж детали со всеми необходимыми техническими требованиями.

На основе технических требований сформулированы следующие технологические задачи:

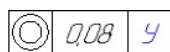
1. Обеспечить точность ответственных размеров:

- $\varnothing 68h6$ – по IT6;
- M8-7H, M6-7H, M24x2-7H, $\varnothing 150H7$ – по IT7;
- $\varnothing 420h8$ – по IT8;
- остальных – по IT11-12.

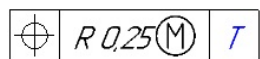
2. Обеспечить точность взаимного расположения:



– допуск соосности оси основных отверстий $\varnothing 68h6$, $\varnothing 150H7$ относительно базы C не более 0,03 мм;



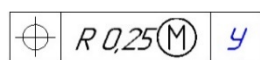
– допуск соосности оси основных отверстий $\varnothing 420h8$, $\varnothing 68h6$ относительно базы У не более 0,08 мм;



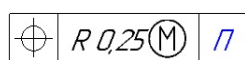
– допуск позиционирования отверстий М8-7Н относительно базы Т;



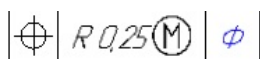
– допуск позиционирования отверстий М8-7Н относительно базы Р;



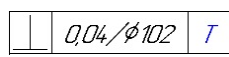
– допуск позиционирования отверстий М8-7Н относительно базы У;



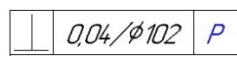
– допуск позиционирования отверстий М8-7Н относительно базы П;



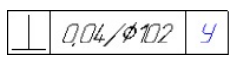
– допуск позиционирования отверстий М6-7Н относительно базы Ф;



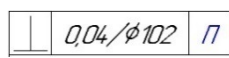
– допуск перпендикулярности плоскостей $122 \pm 0,5$ относительно базы Т не более 0,04 мм на $\varnothing 102$;



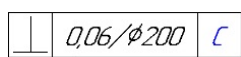
– допуск перпендикулярности плоскостей $122 \pm 0,5$ относительно базы Р не более 0,04 мм на $\varnothing 102$;



– допуск перпендикулярности плоскостей $122 \pm 0,5$ относительно базы У не более 0,04мм на $\varnothing 102$;



– допуск перпендикулярности плоскостей $122 \pm 0,5$ относительно базы П не более 0,04мм на $\varnothing 102$;



– допуск перпендикулярности плоскостей $122 \pm 0,5$ относительно базы С не более 0,06мм на $\varnothing 200$.

3. Обеспечить качество поверхностного слоя:

Шероховатость базовых поверхностей отверстий:

Ra 0,32 – $\varnothing 68h6$; $\varnothing 150H7$;

Ra 2,5 – $\varnothing 71^{+0,4}$; $\varnothing 32,3^{+0,31}$; $\varnothing 154^{+0,53}$;

					ДП 44.03.04.121. ПЗ	Лист
						15
Змн.	Арк.А	№ докум.№	Подпись	Дата		

Rz 20 – M24x2-7H; M8-7H; M6-7H; Ø420h8.

4. Обеспечить выполнение других технических требований, указанных на чертеже:

1. Размеры, обработанные по сопрягаемой детали.
2. Справочные размеры.

Выполнен технический контроль чертежа и в процессе анализа, в соответствии с экономической точностью поверхностей при различных МОП, каких-либо изменений в чертёж детали внесено не было.

					ДП 44.03.04.121. ПЗ	Лист
						16
Змн.	Арк.А	№ докум.№	Подпись	Дата		

2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

2.1. Выбор исходной заготовки и метода её получения

Выбор заготовки для дальнейшей механической обработки является одним из важнейших этапов проектирования технологического процесса изготовления детали. От правильности выбора заготовки, управления её форм, размеров, припусков на обработку, точности размеров и твёрдости материала в значительной степени зависят характер и число операций или переходов, трудоёмкость изготовления детали, величина расхода материала и инструмента и, в итоге, стоимость изготовления детали.

На выбор заготовки влияют следующие факторы: назначение детали, материал, технические условия, объём выпуска и тип производства, тип и конструкция детали, размеры детали и оборудования, экономичность изготовления заготовки.

Для среднесерийного производства в данной работе будет использоваться метод литья в кокиль.

Литьё в кокиль экономически целесообразно при величине партии не менее 300-500 шт. для мелких отливок и 30-50 шт. для крупных отливок. Этим способом можно получать отливки массой 0,25-7т. Параметр шероховатости Ra 20-2,5.

Литье в кокиль – это технологический процесс изготовления отливок путем заливания металлического расплава в многооборотные формы, выполненные из металла (сталь, чугун и пр.).

Кокиль для литья – это многооборотная форма, изготавливаемая из металла. Несмотря на то, что такие формы могут использовать для получения отливок разных форм, их принципиальная конструкция одинакова. В состав кокиля для литья входят полуформы, плита, различные вставки и литейные стержни. С помощью последних происходит формирование отливки. Для его центрирования и соединения применяют штыри. Непосредственно перед

					ДП 44.03.04.121. ПЗ	Лист
						17
Змн.	Арк.А	№ докум.№	Подпись	Дата		

началом заливки полуформы фиксируют с помощью специальных замков. Металлический расплав подают в форму через систему литников.

По мере заполнения кокиля излишки воздуха выводятся через воздухоотводные каналы.

В литейном производстве применяют и другой вид форм – их называют вытряхными. Эти формы отличаются тем, что они неразъемные и применяются для отливок простой формы.

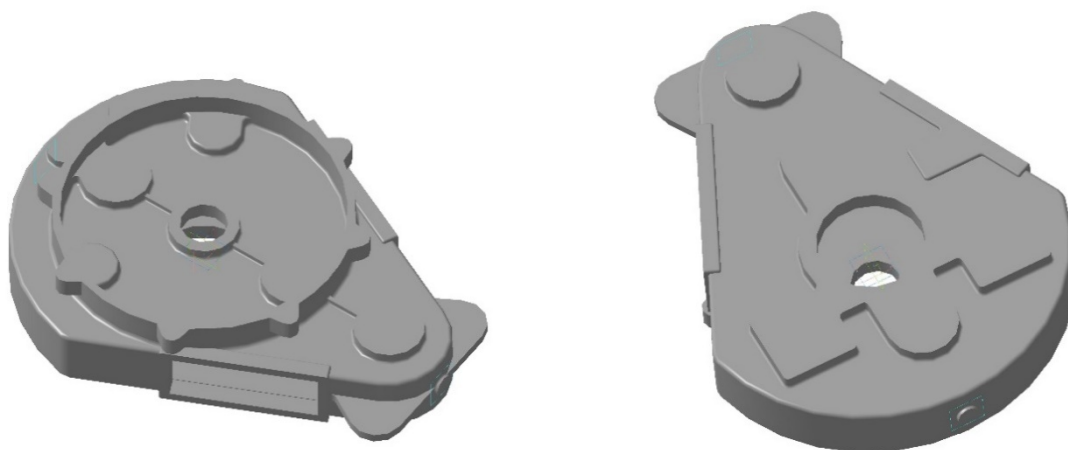


Рисунок 2 – 3D-модель заготовки детали "Корпус цилиндрического редуктора"

Коэффициент использования материала вычислен ранее по формуле 1.

$$K_{\text{им}} = 0,85$$

Коэффициент использования материала входит в пределы от 0,7 до 0,9, что соответствует среднесерийному производству.

Точность отливок, в целом, характеризуется классом размерной точности (22 класса с 1-го по 16-й), степенью коробления (11 степеней), степенью точности поверхностей (22 степени), классом точности массы (22 класса с 1-го по 16-й) по ГОСТ 22645 – 85.

Классы точности размеров заготовки определяем по таблице «Классы размерной точности отливок» [8]. Получаем 6-10 класс.

Классы точности массы отливок определяем по таблице «Классы точности массы отливок» [8]. Получаем 5-13 т.

Предельные отклонения размеров отливки устанавливают симметричными и несимметричными, при этом предпочтительнее следующее расположение полей допусков:

- несимметричное одностороннее, «в тело» – для размеров элементов (кроме толщины стенок), расположенных в одной части формы и не подвергаемых механической обработке, при этом для охватывающих элементов (отверстие) поле допуска располагается «в плюс» (+ T), а для охватываемых (вал) – «в минус» (- T);

- симметричное (+T/2) – для размеров всех остальных элементов отливки, как подвергаемых, так и не подвергаемых механической обработке.

Припуски на обработку (на сторону) и допуски на размеры отливки назначают по ГОСТ 26645-85 или по рекомендуемым значениям в зависимости от размеров детали, материала и способа литья.

При назначении припусков по ГОСТ 26645-85 необходимо учитывать дополнительные допуски формы и расположения поверхностей и допуски неровности поверхности в зависимости от степени коробления отливок, степени точности поверхностей и их взаимного расположения. При ненормируемых перечисленных показателях общий допуск элемента отливки $T_{\text{общ}}$ следует принять на 25% больше допуска размера, определяемого по классу размерной точности. После определения общего допуска можно найти односторонний припуск на механическую обработку.

Размер отливки $L_{\text{отл}}$ устанавливают больше (+Z) или меньше (-Z) размера детали $L_{\text{дет}}$ в зависимости от расположения припусков:

$$L_{\text{отл}} = (L_{\text{дет}} + Z_1 + Z_2) + \frac{T}{2}, \quad (9)$$

где Z_1 и Z_2 – припуски на механическую обработку с одной и с другой стороны;

T – допуск размерной точности отливки (расположение допуска может быть и не симметричным).

Допуск размеров отливок для класса размерной точности отливок определяем по таблице «Допуски размерной точности отливок» [8]. Получаем допуск 16 мм.

Припуски на механическую обработку определяем по таблице «Припуски на механическую обработку чугунных отливок» [8]. Получаем припуски 3 мм.

2.2. Обоснование выбора метода изготовления заготовки

При выборе вида заготовки для проектируемого технологического процесса следует сравнить выбранный вариант с другим методом получения заготовки.

Сравним метод литья в кокиль с методом литья в песчаные формы для данной заготовки.

Сравнение данных вариантов получения заготовки в два этапа:

1 этап: Сравнение методов получения заготовки по коэффициенту использования материала $K_{им}$.

Литье в песчаные формы – $K_{им} = 0,65$.

Литье в кокиль – $K_{им} = 0,85$.

2 этап: Сравнение методов получения заготовки на основании расчёта стоимости заготовки (в рублях) с учётом её черновой обработки:

$$C_3 = M * C_m - M_o * C_o + C_{з.ч.} * T_{шт} * \left(1 + \frac{C_{ц}}{100}\right), \quad (10)$$

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

C_m – оптовая цена на материал в зависимости от метода получения заготовки (из проката, свободной ковкой, штамповкой, литьём) (получаем по таблице «Оптовые цены на отливки, р./т», [8]);

M_o – масса отходов материала, кг;

C_o – цена 1 кг отходов, р. (получаем по таблице «Заготовительные цены на одну тонну стружки чёрных и цветных металлов», [8]);

$C_{з.ч.}$ – средняя часовая заработная плата основных рабочих по тарифу, р./чел.-ч (получаем по таблице «Часовые тарифные ставки рабочих-станочников машиностроительных и металлообрабатывающих предприятий I группы», [8]);

$$C_{з.ч.1} = 0,67 \text{ р./чел.-ч.}$$

$$C_{з.ч.2} = 0,67 \text{ р./чел.-ч.}$$

$T_{шт(ш-к)}$ – штучное или штучно-калькуляционное время черновой обработки заготовки, ч;

$C_{ц}$ – цеховые накладные расходы (для механического цеха могут быть приняты в пределах 80-100%).

$$T_{ш-к} = 41,47 \text{ мин}$$

Подставим значения различных методов получения заготовки в формулу 10 и сравним полученные значения.

$$C_{31} = 30,1 * 0,280 - 10,1 * 0,146 + 0,67 * 50,3 * \left(1 + \frac{90}{100}\right) = 70,98 \text{ р.} \quad -$$

стоимость заготовки при литье в песчаные формы.

$$C_{32} = 23,5 * 0,280 - 3,5 * 0,146 + 0,67 * 41,47 * \left(1 + \frac{90}{100}\right) = 58,86 \text{ р.} \quad -$$

стоимость заготовки при литье в кокиль.

Исходя из полученных значений, делаем вывод, что стоимость заготовки при литье в кокиль дешевле, чем стоимость заготовки при литье в песчаные формы.

Экономический эффект при сопоставлении способов получения заготовок, при которых технологический процесс механической обработки меняется, может быть определён по формуле 11:

$$\mathcal{E}_3 = (C_{31} - C_{32})N, \quad (11)$$

где C_{31}, C_{32} – стоимости сопоставляемых заготовок, р.;

N – годовая программа, шт.;

Δ_3 – экономический эффект, р.

Подставим значения в формулу 11:

$$\Delta_3 = (70,98 - 58,86) * 400 = 4848 \text{ р.}$$

Полученные данные занесём в таблицу 4.

Таблица 4 – Данные для расчета стоимости заготовки по вариантам

Общие исходные данные	Наименования показателей	1-ый вариант	2-й вариант
Материал детали – АЛ9 Масса детали – 20 кг Годовая программа – 400 шт. Тип производства – среднесерийное	Вид заготовки	Литье в песчаные формы	Литье в кокиль
	Масса заготовки, кг	30,1	23,5
	Стоимость 1 т заготовок (руб.)	280	280
	Стоимость 1 т стружки (руб.)	14,4	14,4
	Коэффициент использования материала	0,65	0,85

Исходя из сопоставленных вариантов заготовок, предпочтительной является заготовка, полученная литьём в кокиль, так как коэффициент использования материала выше, а также обеспечивается меньшая технологическая себестоимость.

2.3. Выбор технологических баз

Выбор технологических баз в значительной степени определяет точность линейных размеров относительного положения поверхностей, получаемых в процессе обработки, выбор режущих и измерительных инструментов, станочных приспособлений, производительность обработки.

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

При выборе технологических баз будем руководствоваться основными принципами и требованиями, а именно:

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

Благодаря данным принципам за черновую базу принимаем поверхность торца детали $\varnothing 420h8$. Чистовыми базами являются плоские поверхности, параллельные торцам детали, а также торцовая поверхность, параллельная торцу детали - $\varnothing 420h8$ и наружная поверхность, служащая упором. Технологические базы представлены на рисунках 3 и 4.

					ДП 44.03.04.121. ПЗ	Лист
						23
Змн.	Арк.А	№ докум.№	Подпись	Дата		

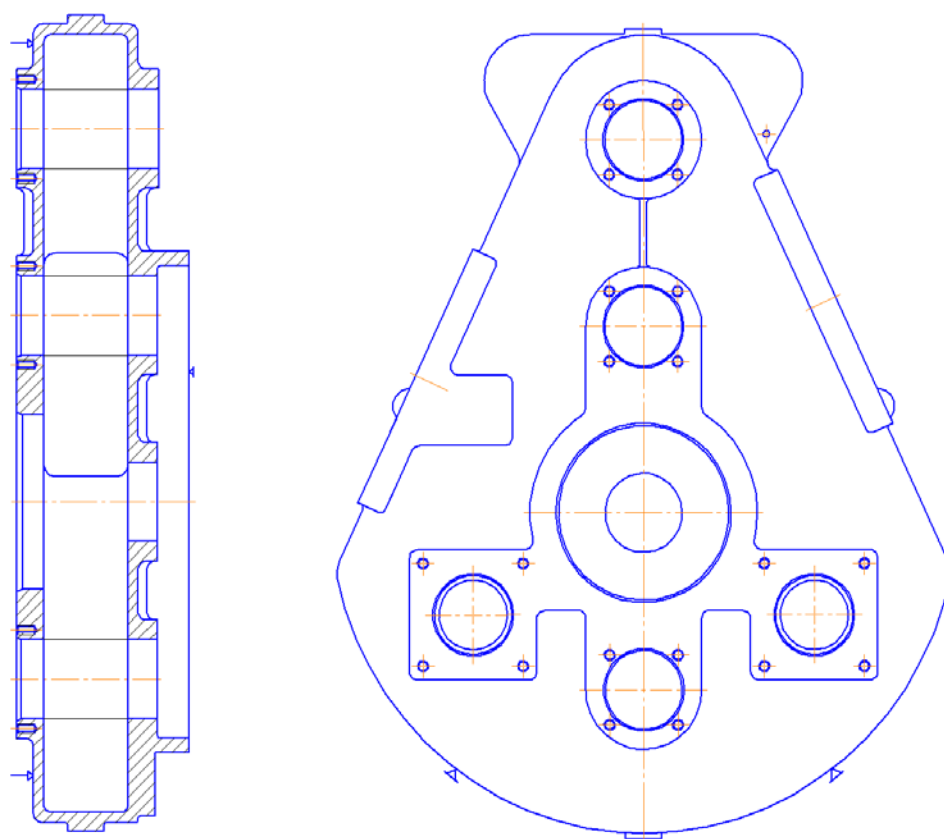


Рисунок 3 – Технологические базы. Установ А

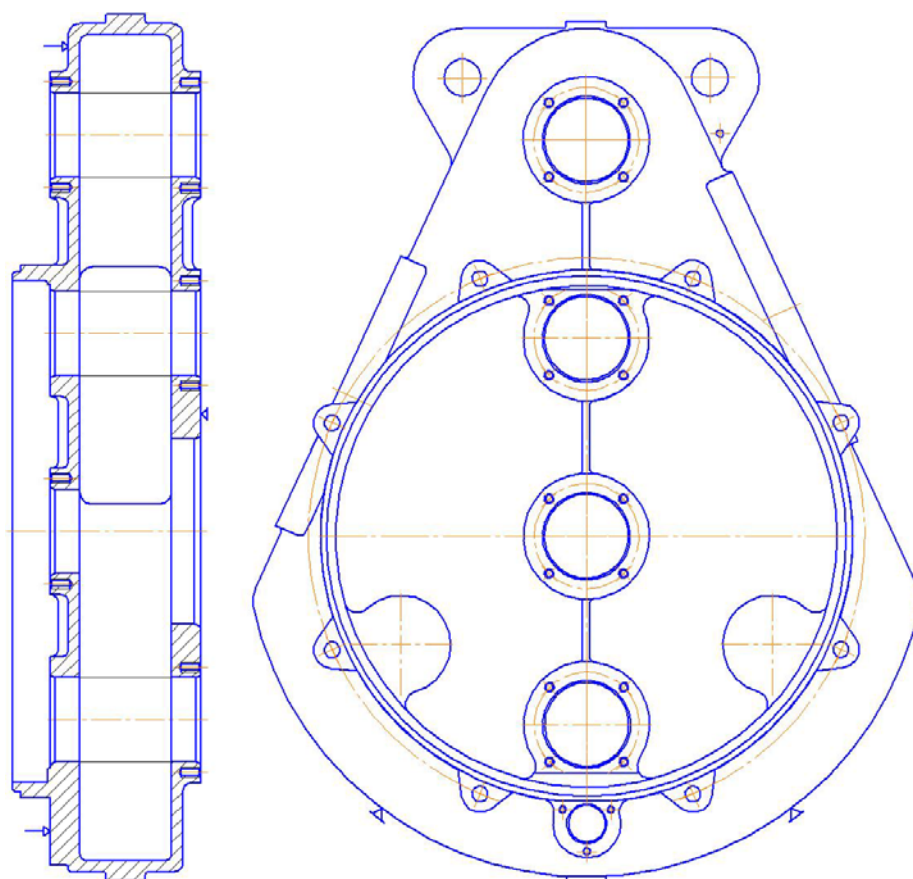


Рисунок 4 – Технологические базы. Установ Б

2.4. Выбор методов обработки

Выбор методов обработки поверхностей (МОП) зависит от конфигурации детали, ее габаритов, точности и качества обрабатываемых поверхностей, вида принятой заготовки.

Обработку поверхностей можно выполнять в один или несколько переходов, на каждом из которых используют свой метод обработки. Если заготовка имеет высокую точность, то в ряде случаев обработку можно начинать с чистовых методов.

В тех случаях, когда к точности размеров, связывающих поверхности детали, к качеству этих поверхностей не предъявляется высоких требований, можно ограничиться однократной получистовой и даже черновой обработкой.

Заданная точность поверхности может быть обеспечена, как правило, сочетаниями нескольких вариантов методов обработки поверхностей (с различным числом переходов). При прочих равных условиях предпочтительным считается тот вариант, который содержит меньшее число переходов обработки данной поверхности.

Для технологического процесса обработки детали «Корпус цилиндрического редуктора» были выбраны 2 варианта методов обработки поверхностей, которые представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Варианты методов обработки поверхностей (МОП)

№ поверхности	Вид поверхности	Квалитет точности	Шероховатость	Варианты	
				1	2
1	2	3	4	5	6
1	Цилиндрическая внутренняя	06	0,32	Рассверливание, фрезерование, растачивание	Рассверливание, зенкерование черновое, зенкерование чистовое, развёртывание
2	Цилиндрическая внутренняя	07	0,8	Фрезерование, растачивание	Фрезерование, растачивание
3	Резьбовая внутренняя	07	1,6	Сверление и нарезание резьбы	Сверление и нарезание резьбы

Продолжение таблицы 5 – Варианты методов обработки поверхностей (МОП)

1	2	3	4	5	6
4	Резьбовая внутренняя	07	1,6	Сверление и нарезание резьбы	Сверление и нарезание резьбы
5	Резьбовая внутренняя	07	1,6	Сверление и нарезание резьбы	Сверление и нарезание резьбы
6	Цилиндрическая наружная	08	1,6	Фрезерование	Точение
7	Цилиндрическая внутренняя	14-16	2,5	Растачивание	Растачивание
8	Цилиндрическая внутренняя	14-16	2,5	Зенкование	Зенкование
9	Плоская	14-16	5	Фрезерование	Фрезерование
10	Цилиндрическая внутренняя	14-16	2,5	Зенкование	Зенкование
11	Плоская	14-16	20	Фрезерование	Фрезерование
12	Плоская	14-16	20	Фрезерование	Фрезерование
13	Цилиндрическая наружная	14-16	20	Фрезерование	Фрезерование
20	Плоская	14-16	5	Фрезерование	Фрезерование
21	Цилиндрическая наружная	14-16	20	Фрезерование	Фрезерование
22	Плоская	14-16	20	Фрезерование	Фрезерование
23	Плоская	14-16	20	Фрезерование	Фрезерование
24	Плоская	14-16	20	Фрезерование	Фрезерование
25	Цилиндрическая внутренняя	14-16	2,5	Зенкование	Зенкование
26	Цилиндрическая внутренняя	14-16	2,5	Зенкование	Зенкование
30	Цилиндрическая внутренняя	14-16	2,5	Сверление	Сверление
31	Плоская	14-16	5	Фрезерование	Фрезерование
42	Цилиндрическая внутренняя	14-16	20	Сверление	Сверление
49	Цилиндрическая внутренняя	14-16	20	Сверление	Сверление

Окончание таблицы 5 – Варианты методов обработки поверхностей (МОП)

1	2	3	4	5	6
52	Цилиндрическая внутренняя	14-16	20	Сверление	Сверление
62	Цилиндрическая внутренняя	14-16	20	Фрезерование	Фрезерование
63	Плоская	14-16	5	Фрезерование	Фрезерование

Итоговым был выбран первый вариант МОП, так как в данном варианте используются инструменты, обеспечивающие более точную обработку детали, а также количество используемых инструментов меньше, чем во 2 варианте.

2.5. Описание оборудования

Выбор оборудования зависит: от метода обработки; возможности обеспечить точность размеров и формы, а также качество поверхностей изготавливаемой детали; габаритных размеров заготовок и размеров обработки; мощности, необходимой для резания; производительности и себестоимости в соответствии с типом производства; возможности приобретения и цены станка; степени удобства и безопасности работы станка.

Для обработки данной детали был выбран горизонтальный обрабатывающий центр с ЧПУ – НМС-1200.

Особенности:

1. Жесткая конструкция станины обеспечивает возможность обработки заготовки по 4 осям одновременно и долговечность использования станка при сохранении всех его параметров и характеристик.

2. Портальная конструкция шпиндельной бабки BOX-IN-BOX, жестко встроенная в колонну станка гарантирует стабильность обработки с большими припусками.

3. Особо жесткая конструкция шпинделя с использованием роликовых подшипников качения американской компании TIMKEN позволяет более эффективно воспринимать и поглощать как осевые, так и радиальные нагрузки.

4. Перемещение рабочего стола (Ось Z) осуществляется по направляющим опорам скольжения, изготовленным из закаленной стали, покрытой антифрикционным материалом Турсит В.

5. Ось Y оснащена 2 гидроцилиндрами, которые выполняют функцию противовеса и одновременно поддерживают шпиндель, что позволяет достичь быстрых холостых перемещений и высокой точности обработки даже при силовом резании.

6. Система автоматической смены паллет позволяет быстро менять заготовки и экономить немашинное время, увеличивая экономическую эффективность процесса производства.

7. Ось W, оснащенная червячной парой, обеспечивает высокую точность позиционирования и повторяемости.

Технические характеристики обрабатывающего центра представлены в таблице 6.

Таблица 6 – технические характеристики обрабатывающего центра НМС-1200

1	2
Размеры стола	1400x1200 мм
Максимальная нагрузка на стол	5000 кг
Перемещение по оси X	1800 мм
Перемещение по оси Y	1500 мм
Перемещение по оси Z	1500 мм
Перемещение по оси W	700 мм
Скорость быстрых перемещений по координатам X и Y	20 м/мин
Скорость быстрых перемещений по координатам Z и W	16 м/мин
Мощность двигателя привода шпинделя (номинал/30 мин)	22 / 26 кВт
Мощность серводвигателей осей X/Y/Z	7/7/7 кВт
Потребление электроэнергии	65 кВт
Максимальная скорость вращения шпинделя	3500 об/мин
Конус шпинделя	BT-50
Количество позиций в магазине инструмента	40
Максимальный диаметр инструмента	125 мм
Максимальная длина инструмента	450 мм
Максимальная масса инструмента	15 кг

Окончание таблицы 6 – технические характеристики обрабатывающего центра
НМС-1200

1	2
Максимальная нагрузка на стол	5000 кг
Масса станка	40000 кг
Занимаемая площадь	5120x5810
Тип устройства	Манипулятор
Размер Т-образных пазов	22x9
Ёмкость бака СОЖ	600 л

Базовая комплектация

- Система ЧПУ FANUC 0i-MD
- Рабочее освещение
- Поворотный стол (дискретность 0.001°)
- Аварийная лампа
- Набор инструментов для Т/О
- Система гидравлики
- Система охлаждения
- Отделитель масла и СОЖ
- Пистолет СОЖ
- Продув шпинделя
- Защитные кожухи для осей X,Y,Z
- Система автоматической смазки
- Установочные опоры
- Полная кабинетная защита
- Руководство пользователя
- Теплообменник для электрошкафа
- Кондиционер для электрошкафа
- Конвейер для отвода стружки и бак
- Насос СОЖ
- Двусторонний шнек отвода стружки



Рисунок 5 – Обрабатывающий центр НМС-1200 в закрытом виде

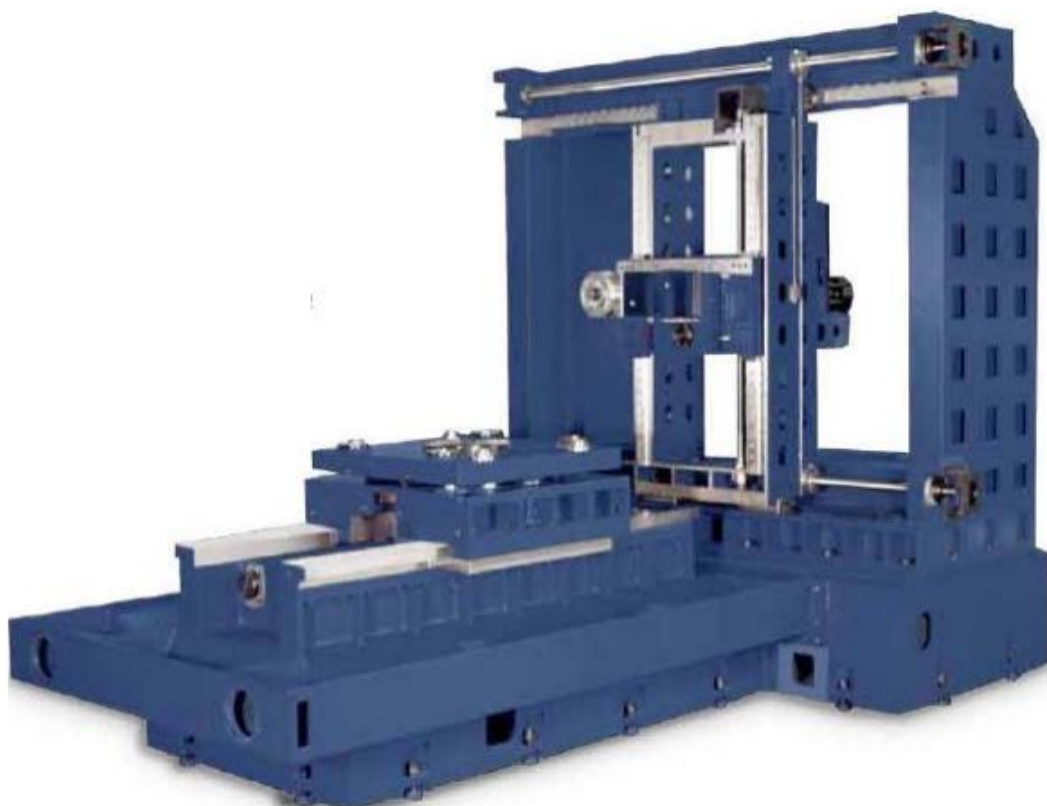


Рисунок 6 – Обрабатывающий центр НМС-1200 в открытом виде

Змн.	Арк.А	№ докум.№	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.121. ПЗ

Лист

30

Опции

- Оптические линейки
- Функция жесткого резьбонарезания
- Система ЧПУ Siemens 840D
- Система автоматической смены паллет
- Охлаждение через Шпиндель
- Энкодер для поворотного стола (0.001°)
- Система автоматического измерения детали Renishaw RMP-60
- Система автоматической привязки инструментов

Данный обрабатывающий центр был выбран для обработки детали «Корпус цилиндрического редуктора», так как, учитывая характеристики центра и параметры обрабатываемой детали, он является наиболее подходящим.

2.6. Выбор и описание металлорежущего инструмента

На выбор режущего инструмента влияют некоторые факторы:

- конструкция детали (размеры, форма, склонность к вибрациям, возможности закрепления и т.д.) и требования к качеству обработки (допуски и шероховатость поверхности);
- материал детали: группа материала, твердость, состояние поставки, прочностные характеристики, обрабатываемость, пруток, отливка или поковка, предварительно обработанная или нет, допуск, возможности обработки с охлаждением или без него и т.д.;
- тип выполняемой операции: наружная и/или внутренняя обработка, черновая, получистовая, чистовая и дополнительная обработка, оптимальное число проходов, оптимизация возможностей, необходимое число установов, обработка осевым инструментом и т.д.;
- жесткость системы и условия обработки: вход инструмента в резание, прерывистое резание, закрепление инструмента, вылет инструмента, размер

					ДП 44.03.04.121. ПЗ	Лист
						31
Змн.	Арк.А	№ докум.№	Подпись	Дата		

инструмента, форма и состояние заготовки, тенденция к вибрациям, состояние оборудования, энергомощность и характеристики привода и т.д.;

- выбор оборудования и его возможности: число гнезд инструмента, мощность, вращающий момент, возможности выполнения дополнительных операций, приводной инструмент, расширенные технологические возможности за счет наличия нескольких осей, тип производства, подвод охлаждения, закрепление инструмента и т.д.;

- номенклатура инструмента: унификация, применение современного инструмента, система крепления инструмента, необходимое количество инструментальных гнезд, управление инструментальными потоками, выбор и выполнение технологии, стандартизация, своевременная доставка инструмента и т.д.;

- экономическая эффективность и производительность: оптимизация методов обработки, сокращение цикла обработки, повышение стойкости инструмента, применение новейших разработок, повышение надежности обработки, применение гибких производственных систем, минимизация межоперационных заделов, затраты на деталь, определение приоритетных задач, сокращение времени простоев и т.д.

В технологическом процессе механической обработки детали используются металлорежущие инструменты таких производителей, как «Garant», «Holex», «Korloy».

					ДП 44.03.04.121. ПЗ	Лист
						32
Змн.	Арк.А	№ докум.№	Подпись	Дата		

Инструментальный материал	HSS E	Быстрорежущая сталь, легированная кобальтом (5 %)	HSS E-PM	Порошковая быстрорежущая сталь	VHM	Мелкозернистый цельный твердый сплав, группы сплавов K10-K40 и P40	HSS E-SPM	Специальная порошковая быстрорежущая сталь, с высоким содержанием кобальта
	PKD	Поликристаллический алмаз	Кермет	Кермет				
Тип	Тип N	Тип N = нормальный		Твердосплавный роутер с разнонаправленными зубьями для высокопроизводительной обработки	HR	Мелкий черновой профиль		Левое резание
Стандарт	DIN 206 B	Соотв. DIN 206	EN 22568	Соотв. Euro-Norm 22568		Заводской стандарт	DIN 371	Соотв. DIN 371
Хвостовик	Твердосплавные сверла и фрезы с хвостовиком DIN 6535-HA (от $\varnothing \geq 6$ мм) по желанию могут поставляться с лыской на хвостовике HB или HE: Обращайте внимание на текст под заголовком Указание в описании соответствующего режущего инструмента. Требуется: 1 сверло № 12 2659 разм. 10 с лыской HE. Пример заказа: 1 шт. № 12 2659 разм. 10 + 1 шт. № 12 9100 HE Хвостовик с допуском h6 с лыской по DIN 1835-B Хвостовик с допуском h7 с 3 лысками для 3-кулачковых патронов Изготовление лыски на хвостовике: по индивидуальному заказу – возможность отказа от заказа не предусмотрена.							
Длина		Длина рабочей части 25x $\varnothing$ (сверло для глубокого сверления)		Общая длина режущего инструмента		Фреза с обнуженным хвостовиком (L4)		Диаметр обнужения (D4)
Угол		180° Ступенчатый инструмент для цекования 180°		60° Возможна подача фрезы в этом направлении		90° Зенковка с углом при вершине 60°		90° Зенкующая ступень
		90° Допуск прецизионного инструмента в мкм-диапазоне		118° Прогрессивная геометрия спиральной канавки		45° Нерегламентированная фаска на вершине режущей кромки		45° Фаска 45° на вершине режущей кромки
Форма / зубья		Вершина сверла со специальной подточкой – для арамидных волокон		Инструмент с 3 зубьями		Форма C		Высокопроизводительные сверла с 6 направляющими ленточками и внутренним подводом СОЖ
		Конические зенковки с неравномерным шагом для точного зенкования						
Резьба		MF Метрическая мелкая резьба		EG-M Метрическая резьба для проволоочных вставок		60° С углом профиля 60°		CS 2-3 шага резьбы Форма C с поднутрением
	Примечание по применению метчиков с каналами для охлаждения на синхронных шпинделях: В целях оптимальной смазки (для наибольшего периода стойкости и максимальной эксплуатационной надёжности) со смазочно-охлаждающим маслом или MMS рекомендуется использовать быстросменные резьбонарезные патроны GARANT со встроенной системой микросмазки и минимальной компенсацией длины (MLA) № 33 8100 – 8121.							
Допуск	H7	Для отверстий с допуском H7	ISO 2 6H	Метрическая резьба ISO Класс применения 2 6H = средний допуск	m7	$\varnothing$ режущей кромки, допуск m7	-0,007 +0,002	$\varnothing$ режущей кромки, абсолютные величины допуска
Применение	HPC	High Performance Cutting для максимальной производительности	MTC	Multi Task Cutting Инструмент MTC с пониженной силой резания	TPC	Trochoidal Performance Cutting	Динамическое трохоидальное фрезерование	
		Требуется направляющее отверстие и вспомогательное направляющее отверстие		25 bar С внутренним охлаждением, минимальное давление 25 бар. При работе со сверлами от 12x $\varnothing$ в систему подачи СОЖ должен быть вставлен фильтр 20 – 25 мкм.				

Рисунок 7 – Обозначение инструмента компании «GARANT»

1. Операция 015 «Комплексная на ОЦ с ЧПУ». Обрабатывающий центр НМС-1200.

1) Торцовая фреза 45° TwinCut «Garant» Ø160

Высокопроизводительные торцовые фрезы 45° TwinCut, с большим, нормальным и малым шагом зубьев

Начиная с Ø 160 мм - для оправок по DIN 2079 с 4 дополнительными крепёжными отверстиями и без внутреннего охлаждения.

Применение: С двусторонними СМП с 8 (ON.U) или 4 (SN.U) режущими кромками.

Запасные части: Подкладная пластина № 219897 подходит для обоих типов СМП.

Примечание: Использовать динамометрическую отвёртку GARANT TQ № 211750 разм. 3,8 с битой № 674252 разм. 15IP. Установка разных пластин (ON.U и SN.U) на одну головку не допускается.

Ø D / Число реж. кромок Z	21 3415	Ø D_max ON.U	Ø D_max SN.U	L_max ON.U	L_max SN.U	Посадочное отверстие Ø	набор винтов для СМП	Подкладная пластина	Винт для подкладной пластины
160/10	Торцовая фреза 45° TwinCut нормальный шаг зубьев насадная	171,8	175,2	61,3	63	40	219898 (15IP; 3,8 Н-М)	219897	219899

Рисунок 8 – Характеристики фрезы торцовой 45° TwinCut

2) Пластина ONEU 05T6 ANER ALU

Фрезерные СМП ON.U, SN.U и XNEU для торцовых фрез № 213410 – 213420

21 3424–3438 – Двусторонние СМП с 2х8 режущими кромками.

21 3440/3470 – Чистовая СМП с 1 режущей кромкой.

21 3444–3466 – Двусторонние СМП с 2х4 режущими кромками.

Рекомендации: Для максимальной чистоты обработки поверхности использовать хотя бы одну чистовую СМП.

21 3424/3432/3433 – Для максимальной чистоты обработки поверхности использовать в комбинации с № 213440 UNI.

Примечание: Ориентировочные режимы для $a_p = 0,5 \dots 1 \times D / a_{p \text{ макс.}}$

Подходит для/ v _c [м/мин]	Al термопласты	Al литье	Al литье > 10 % Si	Cast < 500 N	Cast < 750 N	Cast < 900 N	Cast < 1100 N	Cast < 1400 N	Cast < 55 HRC	Cast < 60 HRC	Cast < 65 HRC	Cast < 67 HRC	Cast < 70 HRC	Нерж. сталь < 900 N	Нерж. сталь > 900 N	Ti > 850 N	СЧ(ВЧ)	Унив.	Смазка	Смазка	Смазка	Смазка	Смазка
Код ISO	N	N	N	P	P	P	P	P	H	H	H	H	H	M	M	S	K						
21 3424/3444	750	750	500																				

21 3424

Тип	ALU	ST900	ST1400	INOX	GG	UNI	а _p макс. мм
21 3424 ONEU 05T6 ANER HU7810	XXX	—	—	—	—	—	10
f _z мм	0,23	0,3	0,25	0,2	0,3	●	3

Рисунок 9 – Характеристики пластины ONEU 05T6 ANER ALU

Марка – HU7810

Инструментальный материал – НМ

Код ISO СМП – ONEU 05T6 ANER

Макс. глубина резания $a_{p \text{ макс}}$ – 3 мм

Подача f_z на зуб – 0,23 мм

Поправочный коэффициент f_z – 2,5

Макс. глубина резания $a_{p \text{ макс}}$ при фрезеровании кромки – 3 мм

Макс. глубина резания $a_{p \text{ макс}}$ для сквозных пазов – 3 мм

Серия – TwinCut

3) Твердосплавное сверло НРС с цилиндрическим хвостовиком DIN 6535

HA DLC Ø43 для обработки алюминиевых сплавов

VHM

DIN 6537 K

4xD

Тип W

h7

135°

h6
DIN 6535
HA HB HE

25 bar

НРС

**Твердосплавные сверла НРС**

Покровение **DLC sp²** нового поколения с низким коэффициентом трения обеспечивает надёжное удаление стружки. Для высокопроизводительной обработки алюминия. Высокая прямолинейность оси и точность отверстия благодаря 6 направляющим ленточкам.

Рекомендации: Максимальная глубина сверления:
длина стружечных канавок (см. таблицу) минус 1,5 × ном. Ø.

Примечание: Формы HB и HE поставляются за ту же цену, что и форма HA.
Форма **HB**: заказывайте с № **122307**.
Форма **HE**: заказывайте с № **122306 + 129100HE**.



Цилиндрический хвостовик DIN 6535 HA 12 2306

Хвостовик с плоской лыской DIN 6535 HB 12 2307

Хвостовик с лыской DIN 6535 HE 12 2306 + 129100HE

Подходит для/ v_c [м/мин]	Al термаксы 3022	Al литые 3022	Al литые > 10 % Si	PMMA Акрил	PE-HD	PA 66	PEEK	PF 31	AFK Aramid	PVDF GF20	PA 66 GF30	PEEK GF30	PTFE CF25	Honey- comb Sandwich	Медь	Латунь, бронза	GFK	CFK					
Код ISO	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N					
12 2306	360	400	350	150			120			90	80	70	80	150	160	200	80	80					

Рисунок 10 – Характеристики твердосплавного сверла НРС с цилиндрическим хвостовиком DIN 6535 HA DLC

Размеры сверла: $d = 43$ мм, $l = 175$ мм, $L = 310$ мм.

Также в технологическом процессе данные сверла используются с Ø28 и Ø22 мм.

Глубина сверления до – $4 \times D$

Хвостовик – DIN 6535 HA HB HE с допуском h6

Покровение – DLC

Инструментальный материал – VHM

Внутреннее охлаждение – при 25 бар

Стратегия обработки резанием – НРС

4) Концевая фреза Ø40 «Garant» для обработки алюминиевых сплавов



Рисунок 11 – Фреза концевая

Размеры фрезы: $d = 40$ мм, $l = 125$ мм, $L = 217$ мм, $z = 7$.

Исполнение:

Геометрия торцевой режущей кромки для врезного фрезерования.

Эксцентричная затыловка.

- Объёмные, точно шлифованные канавки для отвода стружки.
- Чрезвычайно точная шлифовка режущих кромок – гарантирует чистые поверхности среза на обрабатываемой детали.
- Специальный передний угол для обработки алюминия.

Допуск для хвостовика – h6

Стандарт – DIN 844 B

Величина угла угловой фаски – 90°

Инструментальный материал – HSS Co 8

Тип – W

Угол подъёма спирали – 42°

5) Втулка переходная 505.08.04 «Eroglu»

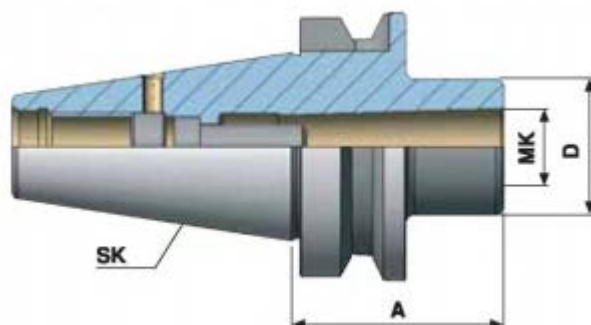


Рисунок 12 – Втулка переходная

Размеры втулки: SK – BT50, MK = 4 мм, D = 48 мм, A = 70 мм.

6) Моноблочная расточная головка с интегрированным конусом и гайкой для простой установки



Расточная головка ER Ø 39,9–70,1 мм (100,1 мм)

23 7501 – Моноблочная расточная головка с интегрированным конусом и гайкой для простой установки на цанговый патрон ER25. Быстрая грубая регулировка. **Возможность расширения при помощи мостика № 237508 до Ø 100,1 мм.**

Применение:

23 7501 – Точность настройки 0,01 мм/Ø.

Примечание:

23 7501 – При установке на патрон режущая кромка не должна отклоняться от нулевого положения более чем на $\pm 20^\circ$!

23W	23 7501	Расточная головка ER25 Ø 39,9 – 70,1 мм	XXX
23W	23 7508	Мостик Ø 69,9 – 100,1 мм	XXX

23 7508



23 7501



Рисунок 13 – Характеристики расточной головки

Точность настройки 0,01 мм/Ø.

Возможность расширения при помощи мостика.

Также в технологическом процессе данная расточная головка используется с Ø150 мм.

7) Пластина DCGT070204 FL для обработки алюминия

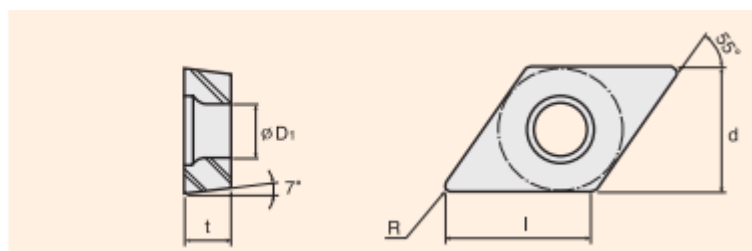


Рисунок 14 – Пластина DCGT070204 FL

Позитивная ромбическая пластина со стружколомом.

Сплав – K10.

Угол в плане – 55° .

Задний угол – 7° .

Змн.	Арк.А	№ докум.№	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.121. ПЗ

Лист

37

8) Сверло VHM-HPC Weldon DIN 6535 HB ZOX Ø6,8 «Garant».



Garant Vollhartmetall-4-Fasenbohrer HPC

Mit dynamisch wirkenden Spanräumen zur sicheren Spanabfuhr.

Vorteil: Zum Hochleistungsbohren in Aluminium-Werkstoffen.

Hinweis: Form HB und HE zum gleichen Preis wie HA lieferbar.

Form HB: mit Nr. 122309 bestellen.

Form HE: mit Nr. 122308 + 129100HE bestellen.



Eignung/ v _c [m/min]	Alu	Alu	Alu	PMMA	PE-HD	PA 66	PEEK	PF 31	AFK	PVDF	POM	PA 66	PEEK	PTFE	Hybride	Honey-	GFK	CFK					
				Acryl					Aramid	GF20	GF25	GF30	GF30	CF25		Sandwich							
ISO-Code	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N
12 2308	350	320	250	150			120			90		80	70	80		150	80	80					

Ø h7	12 2308				Alu
	VHM-HPC-Bohrer zylindrischer Schaft DIN 6535 HA				f
mm	ZOX	mm	mm	mm	mm/U
5	XXX	28	66	6	0,4
6	XXX	28	66	6	0,4
6,8	XXX	41	79	8	0,5
13	XXX	60	107	14	0,65
20	XXX	79	131	20	0,4

Рисунок 15 – Характеристики сверла VHM-HPC Weldon DIN 6535

Размеры сверла: d = 6,8 мм, l = 41 мм, L = 79 мм.

Также используются данные свёрла с Ø5, Ø6, Ø13, Ø20.

Глубина сверления – до 3×D.

Хвостовик – DIN 6535 HB с допуском h6.

Покрывтие – ZOX.

Инструментальный материал – VHM.

Внутреннее охлаждение – при 25 бар.

Стратегия обработки резанием – HPC.

Угол при вершине – 140°.

Тип – W.

9) Фреза угловая Ø40 «Holex»

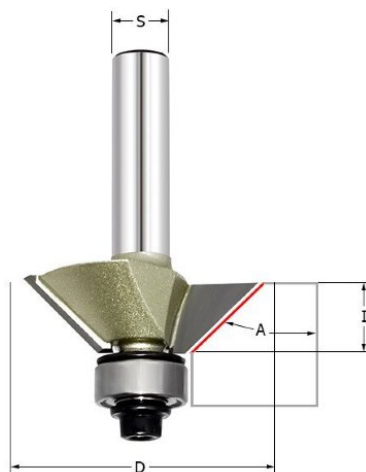


Рисунок 16 – Фреза угловая

Размеры фрезы: $D = 40$ мм, $\varphi = 80^\circ$.

Инструментальный материал – VHM.

10) Коническая зенковка 90° TiN Ø16 «Holex»

Зенковка 90°

Подходит для/ V_c [м/мин]	Al термопласт соед.	Al литые > 10% Si	Al литые < 500 N	Al литые < 750 N	Al литые < 900 N	Al литые < 1100 N	Al литые < 1400 N	Al литые < 55 HRC	Al литые < 60 HRC	Al литые < 65 HRC	Al литые < 67 HRC	Al литые < 70 HRC	Нерж. сталь < 900 N	Нерж. сталь > 900 N	Ti > 850 N	Латунь, бронза	Унив.	Дерево	Пластик	Стекло	Керамика
Код ISO	N	N	N	P	P	P	P	P	H	H	H	H	M	M	S	N					
15 0170			25	34	32	32							9	8		80	●	●	○		

Зенковка 90°



Все зенковки с 3 режущими кромками, с радиальной затыловкой. Рабочая часть вышлифована из цельной заготовки.

15 0150/0152 – Прецизионная зенковка, изготовленная с более жесткими производственными допусками, чем по DIN335-C.

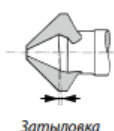
15 0152 – Хвостовик с 3 дополнительными гранями для применения в 3-кулачковом патроне.

15 0170 – Прецизионная зенковка для значительного повышения производительности.

15 0175 – Зенковка в недорогом исполнении.

15 0180 – Недорогое исполнение, повышенная производительность благодаря специальному покрытию.

Применение: Прецизионная зенковка для конической раззенковки без образования выбоин.



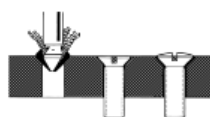
Затыловка



h9



15 0170



Трёхзубая зенковка для точного зенкования.

наружный Ø	15 0150	15 0152	15 0170	15 0175	15 0180	Мин. Ø зенковки, для отверстий от	Л _{общ}	Л _{раб}	Для винтов с потайной головкой ISO 2009, 2010, 7046, 7047	Для винтов с потайной головкой DIN 7991	f
мм	Точная зенковка	Точная зенковка	Точная зенковка	Точная зенковка	Точная зенковка	мм	мм	мм	–	–	мм/об
16,5	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	3,2	60	10	–	M8	0,14
40	XXX	XXX	XXX	–	–	10	75	12	–	–	0,25

Рисунок 17 – Характеристики зенковки конической

Размеры зенковки: $d = 16$ мм, $L = 60$ мм.

Угол при вершине конической зенковки – 90° .

Покрытие – TiN.

Хвостовик – цилиндрический хвостовик с допуском h9.

Стандарт – DIN 335 C.

Инструментальный материал – HSS.

Концевая фреза Ø20 «Garant» для обработки алюминия.

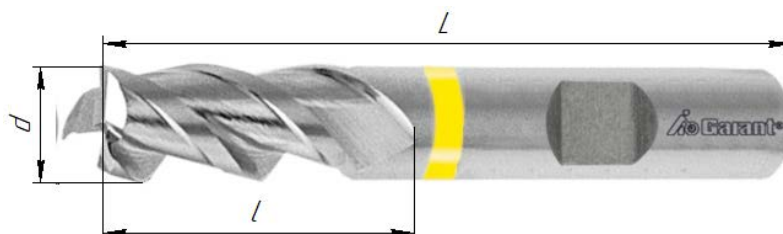


Рисунок 18 – Фреза концевая

Размеры фрезы: $d = 20$ мм, $l = 63$ мм, $L = 123$ мм.

Исполнение:

Геометрия торцевой режущей кромки для врезного фрезерования.

Эксцентричная затыловка.

- Объёмные, точно шлифованные канавки для отвода стружки.
- Чрезвычайно точная шлифовка режущих кромок – гарантирует чистые поверхности среза на обрабатываемой детали.
- Специальный передний угол для обработки алюминия.

Допуск для хвостовика – h6.

Стандарт – DIN 844 B.

Величина угла угловой фаски – 90° .

Инструментальный материал – HSS Co 8.

Тип – W.

Угол подъёма спирали – 42° .

					ДП 44.03.04.121. ПЗ	Лист
						40
Змн.	Арк.А	№ докум.№	Подпись	Дата		

11) Державка расточная C12M-SDQCR-07 «Korloy».

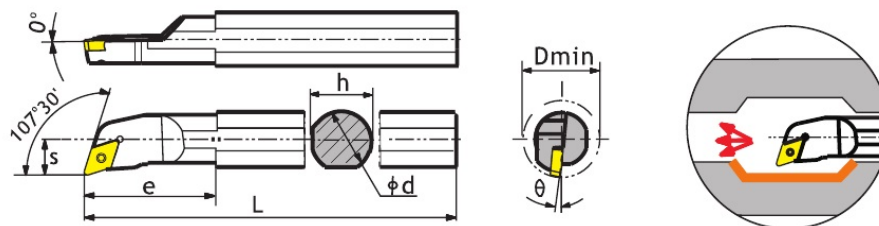


Рисунок 19 – Державка расточная

Размеры державки: $L = 125$ мм, $d = 10$ мм, $D_{\min} = 13$ мм, $e = 20$ мм, $h = 9$ мм, $S = 7$ мм, $\theta = -8^\circ$.

Бренд: CNCM

Марка расточного резца: SDQCR\L

Вид точения: внутреннее

Система крепления: S - крепление пластин винтом

Тип державки: Стальная

Размер устанавливаемой пластины: 7

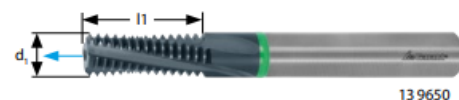
Форма устанавливаемой пластины: D-ромбическая 55°

12) Резьбовая фреза 2×D TiAlN Ø24.



Garant Цельная концевая резьбовая фреза из мелкозернистого твёрдого сплава с VO

Корректированный профиль резьбы для фрезерования точной внутренней резьбы при наличии стабильных условий работы.
Внутренний подвод СОЖ $\geq M4$.



Подходит для/ v_c [м/мин]	Al термалиты	Al литые > 10 % Si	Al литые < 500 N	Al литые < 750 N	Al литые < 900 N	Al литые < 1100 N	Al литые < 1400 N	Al литые < 55 HRC	Al литые < 60 HRC	Al литые < 65 HRC	Al литые < 67 HRC	Нерж. сталь < 900 N	Нерж. сталь > 900 N	Ti	СЧ(ВЧ)	Латунь, бронза	Унив.	Дерево	Пластик	Композит	Алмаз
Код ISO	13 9650	N	N	N	P	P	P	P	H	H	H	M	M	S	K	N					
M	13 9650	Концевая резьбовая фреза										2×D	TiAlN								
M24	XXX	1,5×D	3	16	37,3	48	90	16	5	0,065											

Рисунок 20 – Характеристики фрезы резьбовой

Размеры фрезы: M24x2.

Вид резьбы – М-ЛН.

Внутреннее охлаждение – да.

Стандарт резьбы – DIN 13.

Применение – до $2 \times D$ в глухом и сквозном отверстиях.

Покрытие – TiAlN.

Хвостовик – DIN 6535 HA.

Допуск для хвостовика – h6.

Угол зенкующей ступени – 90° .

Инструментальный материал – VHM.

для внутренней обработки.

Угол профиля – 60° .

13) Цанга ER32 470 E-10 «Eroglu».

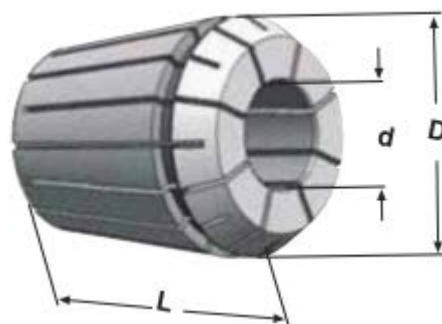


Рисунок 21 – Цанга

Размеры цанги: $L = 40$ мм, $d = 10$ мм, $D = 33$ мм.

2.7. Разработка технологического маршрута обработки детали

На этом этапе решаются следующие задачи: разрабатывается общий план обработки детали, уточняются методы обработки поверхностей детали и технологические базы, предварительно выбираются средства технологического оснащения, намечается содержание операций.

При разработке технологического маршрута необходимо также учитывать требования к взаимному расположению поверхностей.

Обработка детали производится на обрабатывающем центре НМС-1200. Маршрут механической обработки состоит из нескольких операций, последовательность которых указана в таблице 7.

Таблица 7 – План (последовательность) обработки детали

Номер операции	Операция	Оборудование
005	Контрольная	Стол БТК
010	Разметочная	Разметочная плита
015	Комплексная на ОЦ с ЧПУ	НМС-1200
020	Слесарная	Верстак
025	Маркировочная	Верстак
030	Промывочная	Мойка ручная «НЕФРАЗ»
035	Контрольная	Стол БТК
040	Малярная /Маршрутная/	—

Данный маршрут механической обработки детали наиболее правильный, т.к. обеспечивается выполнение требований, которые предъявляются к точности обрабатываемых поверхностей и правильности контуров.

2.8. Расчёт припусков

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

Припуски могут быть общие, операционные и промежуточные.

Промежуточный – припуск, удаляемый при выполнении одного технологического перехода.

Операционный – припуск, удаляемый при выполнении одной технологической операции.

Общий – припуск, который удаляют в процессе механической обработки поверхности для получения чертежных размеров, и определяется разностью

размеров исходной заготовки и детали. Общий припуск равен сумме операционных (промежуточных) припусков. На припуск устанавливают допуск.

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

Расчетно-аналитический метод определения припусков

При этом методе рассчитывается минимальный припуск на основе анализа факторов, влияющих на формирование припуска с использованием нормативных материалов.

Для поверхности, к которой предъявляются самые высокие требования точности и качества (Ø68h6), выполним расчет припусков расчетно-аналитическим методом.

Ниже представлен расчёт припусков.

Значения R_z , h принимаем по таблице [с. 183, 9] (R_z – высота неровностей профиля поверхности, h – глубина дефектного слоя); ρ , ε принимаем по таблицам 36, 40 [с. 76-82, 9] (ρ – пространственное отклонение расположения обрабатываемой поверхности относительно базовых поверхностей заготовки, ε – погрешность установки детали в приспособлении).

Определение расчетного минимального припуска на обработку:

$$2Z_{min} = 2(R_{zi-1} + h_{i-1} + \sqrt{\rho_{i-1}^2 + \varepsilon_i^2}), \quad (12)$$

где R_z – высота неровностей профиля поверхности;

h – глубина дефектного слоя;

ρ – пространственное отклонение расположения обрабатываемой поверхности относительно базовых поверхностей заготовки;

ε – погрешность установки детали в приспособлении.

Для расчёта подставим значения в формулу 12:

Для рассверливания:

$$2Z_{2min} = 2(200 + 100 + \sqrt{387^2}) = 2 * 687 \text{ мкм}$$

					ДП 44.03.04.121. ПЗ	Лист
						44
Змн.	Арк.А	№ докум.№	Подпись	Дата		

Для чистового фрезерования:

$$2Z_{3min} = 2 \left(63 + 80 + \sqrt{30,7^2 + 130^2} \right) = 2 * 277 \text{ мкм}$$

Для тонкого растачивания:

$$2Z_{4min} = 2 \left(6,4 + 15 + \sqrt{1,935^2 + 130^2} \right) = 2 * 151 \text{ мкм}$$

Определение расчетного размера для каждого перехода:

Для тонкого растачивания:

$$D_{p4} = 68 \text{ мм}$$

Для чистового фрезерования:

$$D_{p3} = 68 - 2 \cdot 151 \cdot 10^{-3} = 67,698 \text{ мм}$$

Для рассверливания:

$$D_{p2} = 67,698 - 2 \cdot 277 \cdot 10^{-3} = 67,144 \text{ мм}$$

Для заготовки:

$$D_{p1} = 67,144 - 2 \cdot 687 \cdot 10^{-3} = 65,77 \text{ мм}$$

Определение наименьших предельных размеров:

$$D_{mini} = D_{maxi} - T_i \quad (13)$$

Для тонкого растачивания:

$$D_{min4} = 68 - 0,067 = 67,933 \text{ мм}$$

Для чистового фрезерования:

$$D_{min3} = 67,698 - 0,13 = 67,568 \text{ мм}$$

Для рассверливания:

$$D_{min2} = 67,144 - 0,45 = 66,694 \text{ мм}$$

Для заготовки:

$$D_{min1} = 65,77 - 1,1 = 64,67 \text{ мм}$$

Определение предельных значений максимальных и минимальных припусков:

$$2Z_{min}^{пр} = D_{maxi} - D_{maxi-1} \quad (14)$$

					ДП 44.03.04.121. ПЗ	Лист
						45
Змн.	Арк.А	№ докум.№	Подпись	Дата		

Для тонкого растачивания:

$$2Z_{4min}^{пр} = 68 - 67,698 = 0,302 \text{ мм}$$

Для чистового фрезерования:

$$2Z_{3min}^{пр} = 67,698 - 67,144 = 0,554 \text{ мм}$$

Для рассверливания:

$$2Z_{2min}^{пр} = 67,144 - 65,77 = 1,374 \text{ мм}$$

$$2Z_{max}^{пр} = D_{mini} - D_{mini-1} \quad (15)$$

Для тонкого растачивания:

$$2Z_{4max}^{пр} = 67,933 - 67,568 = 0,365 \text{ мм}$$

Для чистового фрезерования:

$$2Z_{3max}^{пр} = 67,568 - 66,694 = 0,874 \text{ мм}$$

Для рассверливания:

$$2Z_{2max}^{пр} = 66,694 - 64,67 = 2,027 \text{ мм}$$

Определение общих припусков:

$$2Z_{omin} = \Sigma 2Z_{imin}; \quad (16)$$

$$2Z_{omax} = \Sigma 2Z_{imax}; \quad (17)$$

$$2Z_{omin} = 0,302 + 0,554 + 1,374 = 2,23 \text{ мм}$$

$$2Z_{omax} = 0,365 + 0,874 + 2,027 = 3,266 \text{ мм}$$

Расчет общего номинального припуска:

$$2Z_{o \text{ ном}} = 2Z_{o min} + ESD_{заг} - ESD_{д} \quad (18)$$

$$2Z_{o \text{ ном}} = 2,23 + \frac{1,1}{2} + 0,067 = 2,847$$

Изобразим графическую схему припусков, допусков и промежуточных размеров.

					ДП 44.03.04.121. ПЗ	Лист
						46
Змн.	Арк.А	№ докум.№	Подпись	Дата		

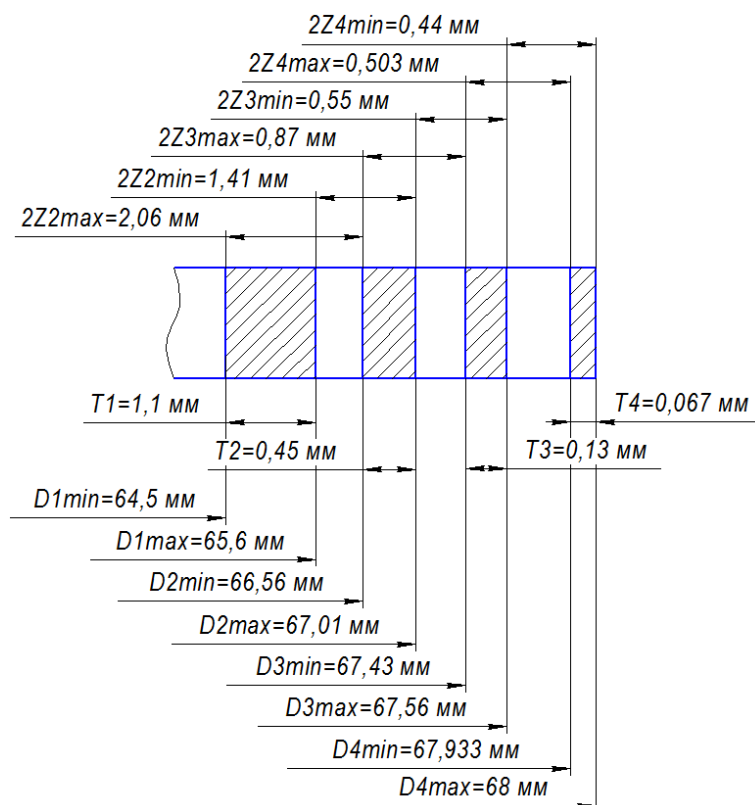


Рисунок 22 – Схема припусков, допусков и промежуточных размеров

На остальные обрабатываемые поверхности детали припуски, допуски и предельные отклонения на операционные размеры определяются по справочным данным (ГОСТ 26645 – 85). Все результаты расчетов представлены в таблице 8.

Таблица 8 – Расчет припусков и предельных размеров на обработку

Технологические переходы обработки отверстия	Элементы припуска, мкм				Расчетный припуск $2Z_{\min}$, мкм	Расчетный размер D_p , мм	Допуск T , мм	Предельный размер, мм		Предельные значения припусков, мм	
	R_z	h	ρ	ε				$D_{\min}$	$D_{\max}$	$2Z_{\min}^{\text{пр}}$	$2Z_{\max}^{\text{пр}}$
Заготовка	200	100	387	—	—	65,77	1,1	64,67	65,77	—	—
Рассверливание	63	80	30,7	130	2·687	67,144	0,45	66,694	67,144	1,374	2,027
Фрезерование чистовое	Ra 1,6	15	1,935	130	2·277	67,698	0,13	67,568	67,698	0,554	0,874
Растачивание тонкое (алмазное)	Ra 0,3 2	0,5	—	130	2·151	68	0,067	67,933	68	0,302	0,365

На основании расчета величин припусков определяются предельные размеры заготовки и окончательно оформляется рабочий чертеж в соответствии с требованиями ЕСКД и ГОСТов.

2.9. Расчёт режимов резания

Режимы резания определяются глубиной резания t , мм; подачей на оборот S_o , мм/об; скоростью резания V , м/мин.

Режимы резания оказывают влияние на точность и качество обработанной поверхности, производительность и себестоимость обработки. Они устанавливаются исходя из особенностей обрабатываемой детали, характеристики режущего инструмента и станка.

Для одной из операций необходимо рассчитать:

- глубину, подачу, скорость резания по формулам теории резания;
- суммарную силу резания и эффективную мощность электродвигателя главного привода станка.

На все остальные операции техпроцесса режимы резания назначаются по справочнику.

Расчет режимов резания будет произведён для операции 015 «Комплексная на ОЦ с ЧПУ» на установ А. Горизонтальный обрабатывающий центр с ЧПУ НМС-1200.

Переход 1. Фрезеровать поверхность 2 начисто.

Рекомендуемые режимы резания:

Скорость:

$$V = 500 \text{ м/мин}$$

Garant **Высокопроизводительные торцевые фрезы 45° TwinCut, с большим, нормальным и малым шагом зубьев**

Начиная с Ø 160 мм - для оправок по DIN 2079 с 4 дополнительными крепёжными отверстиями и без внутреннего охлаждения.

Применение: С двусторонними СМП с 8 (ON.U) или 4 (SN.U) режущими кромками.

Запасные части: Подкладная пластина № 219897 подходит для обоих типов СМП.

Примечание: Использовать динамометрическую отвёртку GARANT TQ № 211750 разм. 3,8 с битой № 674252 разм. 15IP. Установка разных пластин (ON.U и SN.U) на одну головку не допускается.

213415_100/7 ON.U

Подходит для/ v _c [м/мин]	Al термопласты	Al литые > 10 % Si	Al литые < 10 % Si	St < 500 N	St < 750 N	St < 900 N	St < 1100 N	St < 1400 N	St < 55 HRC	St < 60 HRC	St < 65 HRC	St < 67 HRC	St < 70 HRC	Нерж. сталь < 900 N	Нерж. сталь > 900 N	Ti > 850 N	СЧ(ВЧ)	Унив.	Смазка	Сухая	Смазка	Смазка	Смазка	Смазка	
Код ISO	N	N	N	P	P	P	P	P	H	H	H	H	H	M	M	S	K								
21 3424/3444	750	750	500																						

21 3424

Тип	ALU	ST900	ST1400	INOX	GG	UNI	а _{р макс} мм
21 3424 ONEU OST6 ANER HU7810	XXX	—	—	—	—	—	10
f _z мм	0,23	0,3	0,25	0,2	0,3	●	3

Рисунок 23 – Выбор рекомендуемых режимов резания

Скорость:

$$V = 500 \text{ м/мин}$$

Число оборотов фрезы:

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D}, \quad (19)$$

где V – скорость (м/мин);

D – диаметр фрезы (мм).

Подставим значения в формулу 19:

$$n = \frac{1000 \cdot 500}{3,14 \cdot 160} = 995 \text{ об/мин},$$

Подача:

$$S_o = 0,23 \text{ мм/об}$$

Глубина резания:

$$t = 3 \text{ мм}$$

На остальные операции режимы резания назначаются по справочным данным [9] и заносятся в таблицу 9.

Таблица 9 – Расчет режимов резания

Наименование операции, перехода, позиции	t, мм	So, мм/об	n, об/мин	V, м/мин
010 Комплексная на ОЦ с ЧПУ. Установ А.				
1. Фрезеровать поверхность 1 начисто.	3	0,23	995	500
2. Рассверлить отв. 3, 4, 6, 8 и 2 отв. 7 – под ввод фрезы.	3	1,4	2592	350
3. Расфрезеровать отв. 5 предварительно до $\varnothing 149,5^{+0,1}$, отв. 3, 4, 6, 8, предварительно до $\varnothing 67,5^{+0,1}$, и отв. 7, выдерживая размер $115\pm 0,7$ – (2 места) предварительно до $\varnothing 67,5^{+0,1}$.	5	0,35	295	37
4. Расточить отв. 5 $\varnothing 150H7$.	0,25	0,1	530,8	250
5. Расточить отв. 3, 4, 6, 8, окончательно до $\varnothing 68h6$, и отв. 7, выдерживая размер $115\pm 0,7$ – (2 места) окончательно до $\varnothing 68h6$.	0,25	0,1	1171	250
6. Сверлить 20 отв. 12.	3,4	0,5	4321	250
7. Фрезеровать фаски 13, 14, 16, 17 со стороны 1 пов.	1,6	0,4	1467	184
8. Зенковать фаски $1,6\times 45^\circ$ в 20 отв. 12.	1,6	0,14	482,5	25
9. Сверлить 2 отв. 19 - $\varnothing 20$.	10	0,4	3981	250
10. Расфрезеровать 2 отв. 19 до $\varnothing 30$.	5	0,12	1672	105
11. Сверлить отверстие 20 - $\varnothing 6$.	3	0,4	1532	250
1. Фрезеровать поверхности 25, 26	2	0,35	295	37
Установ В				
1. Фрезеровать поверхности 27, 28	2	0,35	295	37
2. Сверлить 12 отв. 29 с поворотом стола	2,5	0,4	4321	250
3. Сверлить 2 отв. 30 с поворотом стола	11	0,8	4651	350
4. Зенковать 2 фаски 31 с поворотом стола	2	0,25	199	25
5. Нарезать резьбу M24x2-7H в 2 отв. 30 с поворотом стола	1	2	475	35,8
6. Фрезеровать пов. 32 (8 мест) в размеры $16\pm 0,5$; 42 ± 1	2	0,35	295	37

Рассчитав режимы резания для каждого инструмента, занесём данные в операционные эскизы, а также воспользуемся ими для расчёта технических норм времени.

2.10. Расчёт технических норм времени

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

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

Технические нормы времени в условиях среднесерийного производства устанавливаются расчетно-аналитическим методом.

В данном случае произведём аналитический расчет штучного времени для операции 015 «Комплексная на ОЦ с ЧПУ».

Переход 1. Фрезеровать поверхность 1 начисто.

Основное время обработки для каждого перехода определяется по формуле 20:

$$T_0 = \frac{L_p}{n \cdot S}, \quad (20)$$

где L_p – расчётная длина, мм;

n – частота вращения, об/мин;

S – подача, мм/об.

$$L_p = L + L_1, \quad (21)$$

где L – длина обрабатываемой поверхности, мм;

L_1 – величина врезания и перебега инструмента, мм;

В формулу 21 подставим значения:

$$L_p = 574 + 21 = 595 \text{ мм.}$$

Рассчитав расчётную длину, подставим значения в формулу 20:

$$T_0 = \frac{595}{995 \cdot 0,025} = 2,39 \text{ мин.}$$

Вспомогательное время обработки определяется по формуле 22:

$$T_B = t_{\text{уст}} + t_{\text{п.у.}} + t_{\text{изм}}, \quad (22)$$

где $t_{уст}$ – вспомогательное время на установку, закрепление и снятие детали, мин;

$t_{п.у.}$ – вспомогательное время на приёмы управления, мин;

$t_{изм}$ – вспомогательное время на контрольные измерения, мин.

$$T_B = 0,52 + 0,6 + 0,2 = 1,32 \text{ мин.}$$

Оперативное время определяется по формуле :

$$T_{оп} = T_o + T_B , \quad (23)$$

где T_o – основное время обработки, мин;

T_B – вспомогательное время обработки, мин;

$$T_{оп} = 2,39 + 1,32 = 3,71 \text{ мин.}$$

Вспомогательное время на обслуживание рабочего места определяется по формуле 24:

$$T_{обс} = \frac{(T_o + T_B) * a_{обс}}{100} , \quad (24)$$

где $a_{обс}$ – время на обслуживание рабочего места, мин.

$$T_{обс} = \frac{(T_o + T_B) * a_{обс}}{100} = \frac{(2,39 + 1,32) * 4}{100} = 0,15 \text{ мин.}$$

Вспомогательное время на отдых и личные надобности определяется по формуле 25:

$$T_{отл} = \frac{(T_o + T_B) * a_{отл}}{100} , \quad (25)$$

где $a_{отл}$ – время на отдых и личные надобности, мин.

$$T_{отл} = \frac{(2,39 + 1,32) * 4}{100} = 0,15 \text{ мин.}$$

Штучное время определяется по формуле 26:

$$T_{шт} = T_o + T_B + T_{обс} + T_{отл} , \quad (26)$$

где T_o – основное время обработки, мин;

T_B – вспомогательное время обработки, мин;

$T_{обс}$ – вспомогательное время на обслуживание рабочего места, мин;

$T_{отл}$ – вспомогательное время на отдых и личные надобности, мин;

$$T_{шт} = 2,39 + 1,32 + 0,15 + 0,15 = 4,01 \text{ мин.}$$

Штучно-калькуляционное время определяется по формуле 27:

$$T_{\text{шт-к}} = T_{\text{шт}} + \frac{T_{\text{пз}}}{n}, \quad (27)$$

где $T_{\text{шт}}$ – штучное время, мин;

$T_{\text{пз}}$ – подготовительно-заключительное время, мин;

n – количество деталей в партии, шт.

$$T_{\text{шт-к}} = 4,01 + \frac{24}{9} = 6,71 \text{ мин.}$$

Для остальных операций основное время устанавливается по нормативным справочникам [8]. Все результаты технических норм времени сводятся в таблицу 10.

Таблица 10 – Технические нормы времени по операциям, мин.

Номер и наименование операции	t_o , мин	t_v , мин			$t_{\text{обс}}$, мин	$t_{\text{отл}}$, мин	$T_{\text{шт}}$, мин	$T_{\text{п-з}}$, мин	n , шт.	$T_{\text{шт-к}}$, мин
		$t_{\text{уст}}$	$t_{\text{уп}}$	$t_{\text{изм}}$						
015 Комплексная на ОЦ с ЧПУ	34,57	0,52	0,6	0,2	1,44	1,44	38,77	24	9	41,47

В результате расчётов было получено штучно-калькуляционное время, которое будет необходимо для технико-экономических расчётов в экономической части выпускной квалификационной работы.

3. РАЗРАБОТКА УПРАВЛЯЮЩЕЙ ПРОГРАММЫ

Фрагмент управляющей программы разработан для операции 015 «Комплексная на ОЦ с ЧПУ», установка А, которая выполняется на горизонтальном обрабатывающем центре НМС-1200. Станок имеет систему управления SIEMENS и числовое программное управление (Computerized Numerical Control) SINUMERIK 840D.

SINUMERIK 840D – универсальная полностью цифровая система для практически всех типов применений и дополненная системой автоматизации SIMATIC S7-300, подходящей для средних и верхних диапазонов мощностей [18, стр. 16]. Она предоставляет системную базу с функциями практически для любых технологий и станков (к примеру, инструментальных станков).

Для использования в странах, для которых требуется разрешение на экспорт, предлагается SINUMERIK 840D в экспортном варианте.

Основные особенности системы:

- наилучшие рабочие характеристики и гибкость, необходимые, прежде всего, для сложных многоосевых установок;
- сквозная открытость от управления до ядра ЧПУ;
- оптимальная интеграция в сеть;
- унифицированная структура для управления, программирования и визуализации;
- встроенные сертифицированные функции безопасности для людей и оборудования: SINUMERIK Safety Integrated;
- ПО управления и программирования, к примеру, ShopMill или Shop-Turn, продукты Motion Control Information System (продукты MCIS) могут использоваться для производственной сферы.

Область применения

SINUMERIK 840D sl используется по всему миру в технологиях: токарная обработка, сверление, фрезерование, шлифование, лазерная обработка,

					ДП 44.03.04.121. ПЗ	Лист
						54
Змн.	Арк.А	№ докум.№	Подпись	Дата		

вырубка, штамповка, в изготовлении инструмента и форм, как управление для прессов, а также в обработке дерева и стекла, в манипуляторах, на автоматических линиях и агрегатных станках.

3.1. Основные и вспомогательные функции системы ЧПУ

Управляющая программа разрабатывается с применением G и M функций и использованием постоянных циклов программирования. Перечень подготовительных, вспомогательных функций и циклов для программирования приведен в таблицах 11, 12 [11].

Таблица 11 – Подготовительные функции

Подготовительные функции(G-коды)	Описание
G0	Быстрый ход
G1	Рабочий ход
G2	Круговая интерполяция по часовой стрелке
G3	Круговая интерполяция против часовой стрелке
G17	Рабочая плоскость XY
G18	Рабочая плоскость XZ
G19	Рабочая плоскость YZ
G40	Отмена коррекции на радиус инструмента
G41	Левая коррекция на радиус инструмента
G42	Правая коррекция на радиус инструмента
G43	Коррекция на положение инструмента
G52	Локальная система координат
G53	Ликвидация всех смещений нулевой точки
G54-57	Заданное смещение
G64	Выход в заданную точку блока перемещения происходит не совсем точно, а с некоторым закруглением к следующему перемещению
G90	Задание абсолютных размеров
G91	Задание относительных размеров
G94	Скорость подачи F мм/мин
G95	Скорость подачи F мм/об
G96	Постоянная скорость резания при точении
G97	Постоянное число оборотов при сверлении

Таблица 12 – Вспомогательные функции

Подготовительные функции(М-коды)	Описание
M0	Запрограммированный останов
M1	Останов по выбору
M2	Конец программы
M3	Вращение шпинделя по часовой стрелке
M4	Вращение шпинделя против часовой стрелки
M5	Останов шпинделя
M2=3	Инструмент с механическим приводом включить по часовой стрелке
M2=4	Инструмент с механическим приводом включить против часовой стрелке
M2=5	Инструмент с механическим приводом выключить
M6	Смена инструмента
M8	Подача СОЖ
M9	Отключение СОЖ
M17	Конец подпрограммы
M23	Открыть контейнер для приема готовой детали
M24	Закрыть контейнер
M25	Зажим кулачкового патрона
M26	Разжим кулачкового патрона
M30	Конец программы, переход на начало программы

3.2. Разработка управляющей программы

В данном фрагменте представлена часть обработки детали по переходу 3. Управляющая программа на установ Б для комплексной обработки на обрабатывающем центре HMC-1200, которая имеет систему управления SIEMENS SINUMERIK 840d приведена в Приложении Г.

Фрагмент управляющей программы представлен в таблице 13.

Таблица 13 – Фрагмент управляющей программы (УП)

Кадр УП	Расшифровка кадра УП
1	2
T03	Выбор инструмента
M6	Смена инструмента
G0 G54 G90 G17	Быстрый ход, смещение нулевой точки, задание абсолютных размеров, плоскость XY.

Окончание таблицы 13 – Фрагмент управляющей программы (УП)

1	2
G95 S37 LIMS=295 M3	Постоянное число оборотов, скорость резания, частота вращения шпинделя, вращение шпинделя по часовой стрелке.
F0, 35	Подача в мм/об
G0 X0 Y320 Z190 W185	Перемещение по координатам на холостом ходу
POCKET 4 (5, 0, 5, -123, 30.75, 0, 320, 10, 10, 0, 0.35, 0.35, 1, 0, 0, 1)	Вызов цикла «Фрезерование кругового кармана»
G0 X0 Y160 Z190 W185	Перемещение по координатам на холостом ходу
POCKET 4 (5, 0, 5, -123, 30.75, 0, 160, 10, 10, 0, 0.35, 0.35, 1, 0, 0, 1)	Вызов цикла «Фрезерование кругового кармана»
G0 X0 Y0 Z190 W185	Перемещение по координатам на холостом ходу
POCKET 4 (5, 0, 5, -123, 30.75, 0, 0, 10, 10, 0, 0.35, 0.35, 1, 0, 0, 1)	Вызов цикла «Фрезерование кругового кармана»
G0 X0 Y-152 Z190 W185	Перемещение по координатам на холостом ходу
POCKET 4 (5, 0, 5, -123, 30.75, 0, -152, 10, 10, 0, 0.35, 0.35, 1, 0, 0, 1)	Вызов цикла «Фрезерование кругового кармана»
G0 X150 Y-87,5 Z190 W185	Перемещение по координатам на холостом ходу
POCKET 4 (5, 0, 5, -123, 30.75, 150, -81.5, 10, 10, 0, 0.35, 0.35, 1, 0, 0, 1)	Вызов цикла «Фрезерование кругового кармана»
G0 X-150 Y-87,5 Z190 W185	Перемещение по координатам на холостом ходу
POCKET 4 (5, 0, 5, -123, 30.75, -150, -81.5, 10, 10, 0, 0.35, 0.35, 1, 0, 0, 1)	Вызов цикла «Фрезерование кругового кармана»
G75 X0 Y0 W0	Подвод к референтной точке смена инструмента

Была разработана управляющая программа для технологического процесса механической обработки детали «Корпус цилиндрического редуктора» операции 015 «Комплексная на ОЦ с ЧПУ» на установ Б. Также был подробно разобран фрагмент разработанной программы.

4. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

4.1. Техническое описание разрабатываемого мероприятия

В выпускной квалификационной работе разрабатывается технологический процесс механической обработки детали «Корпус цилиндрического редуктора» для производственных условий цеха №2 ПАО «МЗиК» и рассматривается вопрос экономической целесообразности разработки технологического процесса.

При проектировании технологического процесса на базе предприятия был использован обрабатывающий центр с ЧПУ – НМС-1200.

При наличии на предприятиях недозапряжённых мощностей покупка нового оборудования для изготовления одной конкретной детали нецелесообразна. Поэтому при проектировании нового технологического процесса оборудование было выбрано из имеющегося уже на предприятии.

Технологический процесс был разработан на базе чертежа, который был предоставлен организацией для деталей в условиях среднесерийного производства.

Целью технико-экономических расчетов в выпускной квалификационной работе проекта является расчет себестоимости изготовления детали.

4.2. Исходные данные, необходимые для выполнения экономического расчёта

- Название детали «Корпус цилиндрического редуктора»
- Масса детали 20 кг
- Отходы материала составляют 3,5 кг
- Материал заготовки сталь АЛ9

Исходные данные для расчета представлены в таблице 14.

					ДП 44.03.04.121. ПЗ	Лист
						58
Змн.	Арк.А	№ докум.№	Подпись	Дата		

Таблица 14 – Исходные данные для расчета

Наименование показателя	Значение показателя
1. Годовая программа выпуска деталей, шт	400
2. Штучно-калькуляционное время обработки по операциям, мин 010 Комплексная с ЧПУ	41,47
3. Годовой фонд времени оборудования, час Горизонтальный обрабатывающий центр НМС-1200	5919
4. Нормативный коэффициент загрузки оборудования Горизонтальный обрабатывающий центр НМС-1200	0,75
5. Коэффициент выполнения норм	1
7. Коэффициент использования материала	0,85

В данном разделе выполняется расчет капитальных затрат на изготовление детали «Корпус цилиндрического редуктора».

4.3. Определение количества технологического оборудования

Количество технологического оборудования рассчитываем по формуле 28 [27, стр. 21]:

$$q = \frac{t \cdot N_{\text{год}}}{F_{\text{об}} \cdot k_{\text{вн}} \cdot k_z \cdot 60}, \quad (28)$$

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

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

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

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

k_z – коэффициент загрузки оборудования, 0,75–0,85.

Действительный годовой фонд времени работы единицы оборудования рассчитывается по следующей формуле 29 [28, стр. 22]:

$$F_{\text{об}} = F_{\text{н}} \left(1 - \frac{k_p}{100}\right), \quad (29)$$

где $F_{\text{н}}$ – 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 [16]:

365 – количество дней в календаре;

118 – количество выходных и праздничных дней;

247 – количество рабочих дней, из них: 3 – сокращенные предпраздничные дни продолжительностью 7 ч;

244 – рабочие дни продолжительностью 8 ч.

Отсюда количества рабочих часов оборудования (номинальный фонд):

- при односменной работе составляет:

$$F_{\text{н}} = 244 \cdot 8 + 3 \cdot 7 = 1973 \text{ ч.};$$

- при трёхсменной работе (проектируемый вариант для станка с ЧПУ):

$$F_{\text{н}} = 1973 \cdot 3 = 5919 \text{ ч.}$$

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

Рассчитаем действительный годовой фонд времени работы единицы оборудования, для этого в формулу 30 подставляем значения:

$$F_{\text{об}} = 5919 \left(1 - \frac{9}{100} \right) = 5386,29 \text{ ч.}$$

Далее определим количество технологического оборудования, подставим значения в формулу 29:

$$q = \frac{41,47 \cdot 400}{5386,29 \cdot 1 \cdot 0,85 \cdot 60} = \frac{16588}{274700,79} = 0,06 \text{ шт.}$$

Данные по расчетам сводим в таблицу 15.

Таблица 15 – Количество станков по штучно-калькуляционному времени для проектируемого варианта

Модель станка	Штучно-калькуляционное время (t), мин.	Расчетное количество станков, q _р	Принимаемое количество станков, q _п
НМС-1200	41,47	0,06	1
	Σ t = 41,47	0,06	Σ q _п = 1

4.4. Определение капитальных вложений

При проектировании технологического процесса технолог использует уже имеющиеся на предприятии станки, так как покупка нового оборудования для изготовления одной конкретной детали нецелесообразна.

Сводная ведомость оборудования представлена в таблице 16.

Таблица 16 – Сводная ведомость оборудования

Наименование оборудования	Модель	Количество оборудования	Мощность, кВт		Стоимость одного станка, т. руб.			Стоимость всего оборудования, т. руб.
			Одного станка	Всех станков	Цена	Монтаж	Первоначальная стоимость	
Горизонтальный ОЦ с ЧПУ	НМС-1200	1	80	80	16512	800	17387	17387
Итого		1		80	16512	800	17387	17387

4.5. Расчет технологической себестоимости детали

В общем случае технологическая себестоимость складывается из следующих элементов, согласно формуле 30 [28,стр. 24]:

$$C = Z_m + Z_{зп} + Z_э + Z_{об} + Z_{осн} + Z_{и}, \quad (30)$$

где Z_m – затраты на материал заготовки, руб.;

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

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

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

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

$Z_{и}$ – затраты на металлорежущий инструмент, руб.

Затраты на материал

$$Z_m = Z_з + Z_p, \quad (31)$$

где $Z_з$ – затраты на основные материалы для заготовки, р.;

Z_p – затраты на заработную плату основных рабочих, изготавливающих заготовку, р.

В проектируемом технологическом процессе заготовка получена методом литья в кокиль. Так как цех №2 не имеет собственного заготовительного производства, то заготовку будут закупать на предприятии ПАО «МЗиК». Тогда затраты на заработную плату основных рабочих, изготавливающих заготовку, не учитываются, и затраты на основные материалы рассчитываются следующим образом:

$$Z_3 = (M_3 * Q_3 - M_{отх} * Q_{отх}) * k_{тр} , \quad (32)$$

где M_3 – вес заготовки, кг;

Q_3 – цена за один килограмм материала заготовки, р.;

$M_{отх}$ – вес отходов, кг;

$Q_{отх}$ – цена за один килограмм отходов, р.;

$k_{тр}$ – коэффициент транспортно-заготовительных расходов.

Рассчитаем затраты на основные материалы по формуле 33:

$$Z_3 = (23,5 * 280 - 3,5 * 146) * 1,04 = 6311,76 \text{ р.}$$

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

Затраты на заработную плату рассчитываются по формуле:

$$Z_{зп} = Z_{пр} + Z_n + Z_{эл} + Z_k + Z_{тр} , \quad (33)$$

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

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

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

Z_k – 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.

При сдельной оплате труда:

$$Z_{пр} = C_T * t * k_{мн} * k_{доп} * k_{есн} * k_p, \quad (34)$$

где C_T – часовая тарифная ставка производственного рабочего на операции, р;

t – штучно-калькуляционное время на операцию, ч.;

$k_{мн}$ – коэффициент, учитывающий многостаночное обслуживание ($k_{мн} = 1,0$);

$k_{доп}$ – коэффициент, учитывающий дополнительную заработную плату ($k_{доп} = 1,2$);

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

k_p – районный коэффициент, компенсирующий различия в стоимости жизни в различных природно-климатических условиях ($k_p = 1,15$).

Определим основная и дополнительная заработная плата с отчислениями на социальное страхование производственных рабочих при сдельной оплате труда, подставив значения в формулу 35:

$$Z_{пр} = 245,2 * 0,69 * 1 * 1,2 * 1,3 * 1,15 = 303,5 \text{ р.}$$

Численность станочников вычисляется по формуле 35 [28,стр. 26]:

$$Ч_{ст} = \frac{t * N_{год} * k_{мн}}{F_p * 60}, \quad (35)$$

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

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

t – штучно-калькуляционное время операции, мин.;

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

Действительный фонд времени работы станочника определяется по производственному календарю на текущий год [16]:

365 – календарное количество дней;

118 – количество выходных и праздничных дней;

247 – количество рабочих дней, из них: 3 – сокращенные предпраздничные дни продолжительностью 7 ч;

244 – рабочие дни продолжительностью 8 ч;

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

Отсюда количество рабочих часов станочника составляет $F_p = 1685$ ч.;

Определим численность станочников, подставив значения в формулу 36:

$$Ч_{ст} = \frac{41,47 \cdot 400 \cdot 1}{1685 \cdot 60} = \frac{16588}{101100} = 0,164 \text{ чел.}$$

Принимается $Ч_{ст} = 1$.

Результаты вычислений сводим в таблицу 17.

Таблица 17 – Затраты на заработную плату станочников

№ операции	Часовая тарифная ставка, руб.	Штучно-калькуляционное время, мин.	Заработная плата, руб.	Рассчитанная численность станочников, чел.
Комплексная на ОЦ сЧПУ	245,2	41,47	303,5	0,164
Итого			303,5	0,164

Оплата труда вспомогательных рабочих, как правило, осуществляется по повременной либо повременно-премиальной системе. Основная и дополнительная заработная плата вспомогательных рабочих (наладчиков, электронщиков) находится по формуле [28, стр. 27]:

$$З_{всп} = \frac{С_{т}^{всп} \cdot F_p \cdot Ч_{всп} \cdot k_{доп} \cdot k_{есн} \cdot k_p}{N_{год}}, \quad (36)$$

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

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

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

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

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

Рассчитаем показатели численности и заработной платы транспортных рабочих и контролеров.

Численность транспортных рабочих:

$$Ч_{\text{вспт}} = 0,164 * 0,05 = 0,0082 \text{ чел.}$$

Численность контролеров:

$$Ч_{\text{вспк}} = 0,164 * 0,07 = 0,0115 \text{ чел.}$$

Подставим в формулу 37 значения и рассчитаем оплату труда транспортных рабочих:

$$З_{\text{вспт}} = \frac{132*1685*0,0082*1,2*1,3*1,15}{400} = 8,18 \text{ р.}$$

Подставим в формулу 37 значения и рассчитаем оплату труда контролеров:

$$З_{\text{вспт}} = \frac{163*1685*0,0115*1,2*1,3*1,15}{400} = 14,17 \text{ р.}$$

Данные о численности вспомогательных рабочих и заработной плате, приходящейся на одну деталь, сведем в таблицу 18.

Таблица 18 – Затраты на заработную плату вспомогательных рабочих

Специальность рабочего	Часовая тарифная ставка, руб.	Численность, чел.	Затраты на изготовление одной детали, руб.
Транспортный рабочий	132	1	8,18
Контролер	163	1	14,17
Итого		2	22,35

Затраты на электроэнергию

Затраты на электроэнергию вычисляются по формуле [28,стр. 28]:

$$З_{\text{э}} = \frac{N_y * k_N * k_{\text{вд}} * k_{\text{од}} * k_w * t}{\eta * k_{\text{вн}} * 60} Ц_{\text{э}} , \quad (37)$$

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

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

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

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

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

t – штучно-калькуляционное время, мин.;

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

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

$Ц_э$ – стоимость 1 кВт·ч электроэнергии, $Ц_э = 6,38$ р.

Подставим значения в формулу 38 и определим затраты на электроэнергию:

$$З_э = \frac{80 \cdot 0,3 \cdot 0,7 \cdot 1 \cdot 1,04 \cdot 41,47}{0,89 \cdot 1 \cdot 60} 6,38 = 86,57 \text{ р.}$$

Результаты расчетов сводим в таблицу 19.

Таблица 19 – Затраты на электроэнергию

Модель станка	Установленная мощность, кВт	Штучно-калькуляционное время, мин	Затраты на электроэнергию, руб.
НМС-1200	80	41,47	86,57
ИТОГО			86,57

Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования

Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования рассчитывается по формуле [28, стр. 29]:

$$З_{об} = C_{ам} + C_{рем} , \quad (38)$$

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

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

Амортизационные отчисления на каждый вид оборудования определяют по формуле [28,стр. 29]:

$$C_{ам} = \frac{C_{об} * H_{ам} * t}{F_{об} * k_3 * k_{вн} * 60}, \quad (39)$$

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

$H_{ам}$ – норма амортизационных отчислений, $H_{амБ} = 12\%$ для базового оборудования, $H_{амН} = 6\%$ - для нового оборудования;

t – штучно-калькуляционное время, мин;

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

k_3 – нормативный коэффициент загрузки оборудования, $k_3 = 0,75$;

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

Затраты на ремонт оборудования можно определить путем укрупненного расчета по примерным нормам затрат на ремонт от стоимости оборудования по приложению 3 [с. 65, 24].

Затраты на ремонт станков с ЧПУ 3% от стоимости оборудования на одну деталь. Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования заносятся таблицу 20.

Таблица 20 – Затраты на содержание и эксплуатацию технологического оборудования

Модель станка	Стоимость, т. руб.	Кол-во, шт.	Норма амортизационных отчислений, %	Штучно-калькуляционное время, мин	Амортизационные отчисления, руб.	Затраты на ремонт, руб.
НМС-1200	16512	1	8	41,47	308,5	51,4
Итого					308,5	51,4

$$З_{об} = 308,5 + 51,4 = 309,9 \text{ р.}$$

Затраты на эксплуатацию инструмента

Затраты на эксплуатацию инструмента в базовой технологии вычисляем по формуле 40 [28,стр. 30]:

$$З_{и} = \frac{Ц_{и} + \beta_{п} * Ц_{п}}{T_{ст} * (\beta_{п} + 1)} T_{м} * \eta_{и} , \quad (40)$$

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

$\beta_{п}$ – число переточек;

$Ц_{п}$ – стоимость одной переточки;

$T_{ст}$ – период стойкости инструмента;

$T_{м}$ – машинное время;

$\eta_{и}$ – коэффициент случайной убыли инструмента;

Занесем полученные расчеты в таблицу 21.

Таблица 21 – Расчет затрат на эксплуатацию инструмента

Опера-ция	Инструмент	Машинное время, мин	Цена единицы инструмента, р.	Суммарный период стойкости инструмента, мин	Коэффициент убыли	Итого затраты, р.
1	2	3	4	5	7	8
015	Твердосплавное сверло НРС с цилиндрическим хвостовиком DIN 6535 HA DLC Ø43	1,98	5447,7	45	0,9	21,23
	Концевая фреза Ø40 «Garant»	3,52	2179	60		14,09
	Сверло VHM-HPC Weldon DIN 6535 HB ZOХ Ø6,8 «Garant»	1,44	5447,7	45		14,3
	Фреза угловая Ø40 «Holex»	0,55	672	60		1,33
	Коническая зенковка 90° TiN Ø16 «Holex»	3,8	972	60		8,45

Окончание таблицы 21 – Расчет затрат на эксплуатацию инструмента

1	2	3	4	5	6	7
015	Сверло VHM-HPC Weldon DIN 6535 HB ZOХ Ø20	0,24	5447,7	45	0,9	2,57
	Концевая фреза Ø20 «Garant»	0,3	2522,5	60		1,28
	Сверло VHM-HPC Weldon DIN 6535 HB ZOХ Ø6	0,05	5447,7	45		0,82
	Твердосплавное свёрло НРС с цилиндрическим хвостовиком DIN 6535 HA DLC Ø28	0,17	6647	45		3,4
	Сверло VHM-HPC Weldon DIN 6535 HB ZOХ Ø5	0,69	5447,7	45		8,9
	Сверло VHM-HPC Weldon DIN 6535 HB ZOХ Ø13	0,16	5447,7	45		2,06
	Твердосплавное свёрло НРС с цилиндрическим хвостовиком DIN 6535 HA DLC Ø22	0,68	6647	45		7,6
	Коническая зенковка 90° TiN Ø40 «Holex»	0,21	972	60		0,47
	Резьбовая фреза 2×D TiAlN Ø24	0,16	7652,3	70		1,5
ИТОГО:					90,1	

Определение затрат на эксплуатацию прогрессивного инструмента:

$$Z_{\text{эи}} = (C_{\text{пл}} * n + (C_{\text{корп}} + k_{\text{компл}} * C_{\text{компл}}) * Q^{-1}) T_{\text{маш}} * (T_{\text{ст}} * b_{\text{фи}} * N)^{-1} \quad (41)$$

где $Z_{\text{эи}}$ – затраты на эксплуатацию сборного инструмента, руб.;

$C_{\text{пл}}$ – цена сменной многогранной пластины, руб.;

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

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

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

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

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

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

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

N – количество вершин сменной многогранной пластины, шт.;

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

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

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

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

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

В таблицу 22 внесем параметры инструментов.

Таблица 22 – Параметры прогрессивного инструмента

Опера-ция	Инструмент	Машин-ное вре-мя, мин	Цена единицы инструмента, руб.	Суммарный период стой-кости ин-струмента, мин	Коэф-фициент убыли	Итого за-траты, руб.
015	Торцовая фреза 45° TwinCut «Garant» Ø160 Пластина ONEU 05T6 ANER ALU	3,96	32649 16229,4 (10 шт)	90	0,9	125,5
	Расточная головка ER25. Пластина DCGT070204 FL	5,65	104699 515	120		72,89
	Расточная головка ER25. Пластина DCGT070204 FL	6,96	104699 536	120		75,85
	Державка расточная C12M-SDQCR-07 «Korloy». Пластина DCGT070204 FL	0,23	5839 325	100		4,24
ИТОГО:						275,48

Результаты расчетов технологической себестоимости годового объема выпуска детали сведем в таблицу 23.

Таблица 23 – Технологическая себестоимость обработки детали

Статьи затрат	На программу, р.	На 1 деталь, р.
1	2	3
Затраты на материал	2524704	6311,76

Окончание таблицы 23 – Технологическая себестоимость обработки детали

1	2	3
Заработная плата с начислениями	121400	303,5
Затраты на технологическую электроэнергию	34628	86,57
Затраты на содержание и эксплуатацию оборудования	123960	309,9
Затраты на инструмент	146232	365,58
ИТОГО	2950924	7377,31

Технологическая себестоимость годового выпуска детали «Корпус цилиндрического редуктора» составила 2950924 рубля. Себестоимость 1 детали составляет 7377,31 рублей.

4.6. Определение экономических показателей разрабатываемого мероприятия

Необходимо рассчитать несколько обобщающих коэффициентов, характеризующих технико-экономический эффект от внедрения предлагаемой технологии [с. 36, 24]:

Уровень механизации труда на программных операциях:

$$k_{\text{мех}} = \frac{T_0 + T_{\text{всп}}}{t} * 100\%, \quad (42)$$

где T_0 – основное время обработки детали на программных операциях, мин;

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

t – штучно-калькуляционное время, мин.

Производительность труда на программных операциях:

$$B = \frac{F_p * k_{\text{вн}} * 60}{t}, \quad (43)$$

где F_p – действительный фонд времени одного рабочего, ч;

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

Результаты расчетов технико-экономических показателей проекта сведены в таблицу 24.

Таблица 24 – Техничко-экономические показатели проекта

Наименование показателя	Значение показателя
Годовой выпуск деталей, шт	400
Количество оборудования, шт	1
Количество рабочих, чел	3
Технологическая себестоимость обработки детали, р. В том числе:	7377,31
Материальные затраты	7073,81
Затраты на заработную плату рабочих	303,5
Технологическая себестоимость годового выпуска, р.	2950924
Уровень механизации труда на операциях, %:	
015 Комплексная на ОЦ с ЧПУ	86,5
Производительность труда на операциях, шт/чел:	
015 Комплексная на ОЦ с ЧПУ	8563,78

Рассчитав все необходимые экономические показатели в проектируемом технологическом процессе, были получены результаты технологической себестоимости 1 детали и годового выпуска деталей, а также общие коэффициенты механизации и производительности труда.

5. МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

5.1. Вводная часть

Тема выпускной квалификационной работы – «Проектирование технологического процесса механической обработки детали «Корпус цилиндрического редуктора» в условиях автоматизированного производства». Данный технологический процесс будет внедрен в производство на предприятии. Внедрение станков с ЧПУ является одним из главных направлений автоматизации производства.

Деталь «Корпус цилиндрического редуктора» обрабатывается на горизонтальном обрабатывающем центре с ЧПУ – НМС-1200. В связи с внедрением в производство нового технологического процесса необходимо повышение квалификации оператора-наладчика обрабатывающих центров с ЧПУ с 4-ого на 5-ый разряд.

Чтобы решить поставленную цель необходимо выполнить следующие задачи:

- описать условия обучения в учебном центре ДПО;
- проанализировать профессиональный стандарт «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ»;
- разработать учебный план повышения квалификации рабочих по профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ»;
- разработать план проведения учебных занятий по теме «Программирование станков с ЧПУ и обрабатывающих центров»;
- разработать план учебного занятия и методическое обеспечение учебного занятия по теме «Программирование станков с ЧПУ и обрабатывающих центров».

Цех №2 не имеет собственного учебного центра, поэтому переподготовка рабочих кадров и повышение квалификации ведется на базе регионального

межотраслевого центра дополнительного профессионального образования, который является структурным подразделением ПАО «МЗИК».

Целями и задачами курса является формирование общих и специальных знаний и навыков, необходимых для успешного программирования, настройки и ввода в эксплуатацию станка.

5.2. Анализ профессиональной деятельности

Анализ профессиональной деятельности был проведен с использованием профессионального стандарта «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ», утвержденного приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации 4 августа 2014г. № 530н.

Согласно данному документу основной вид профессиональной деятельности по данной профессии – наладка обрабатывающих центров с программным управлением и обработка деталей.

Рассмотрим обобщенные трудовые функции профессионального стандарта «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ», представленные в таблице 25.

Таблица 25 – Описание трудовых функций, входящих в профессиональный стандарт (функциональная карта вида профессиональной деятельности)

Обобщенные трудовые функции			Трудовые функции		
Код	Наименование	Уровень квалификации	Наименование	Код	Уровень (под-уровень) квалификации
1	2	3	4	5	6
A	Наладка и подналадка обрабатывающих центров с программным управлением для обработки простых и средней сложности деталей; обработка простых и сложных деталей	2	Наладка на холостом ходу и в рабочем режиме обрабатывающих центров для обработки отверстий в деталях и поверхностей деталей по 8 - 14 квалитетам	A/01.2	2

Продолжение таблицы 25 – Описание трудовых функций, входящих в профессиональный стандарт (функциональная карта вида профессиональной деятельности)

1	2	3	4	5	6
А	Наладка и подналадка обрабатывающих центров с программным управлением для обработки простых и средней сложности деталей; обработка простых и сложных деталей	2	Настройка технологической последовательности обработки и режимов резания, подбор режущих и измерительных инструментов и приспособлений по технологической карте	А/02.2	2
			Установка деталей в универсальных и специальных приспособлениях и на столе станка с выверкой в двух плоскостях	А/03.2	2
			Отладка, изготовление пробных деталей и передача их в отдел технического контроля (ОТК)	А/04.2	2
			Подналадка основных механизмов обрабатывающих центров в процессе работы	А/05.2	2
			Обработка отверстий и поверхностей в деталях по 8 - 14 квалитетам	А/06.2	2
			Инструктирование рабочих, занятых на обслуживаемом оборудовании	А/07.2	2
В	Наладка на холостом ходу и в рабочем режиме обрабатывающих центров с программным управлением для обработки деталей, требующих перестановок и комбинированного их крепления; обработка деталей средней сложности	3	Наладка обрабатывающих центров для обработки отверстий в деталях и поверхностей деталей по 7 - 8 квалитетам	В/01.3	3
			Программирование станков с числовым программным управлением (ЧПУ)	В/02.3	3
			Установка деталей в приспособлениях и на столе станка с выверкой их в различных плоскостях	В/03.3	3
			Обработка отверстий и поверхностей в деталях по 7 - 8 квалитетам	В/04.3	3

Окончание таблицы 25 – Описание трудовых функций, входящих в профессиональный стандарт (функциональная карта вида профессиональной деятельности)

1	2	3	4	5	6
С	Наладка и регулировка на холостом ходу и в рабочем режиме обрабатывающих центров с программным управлением для обработки деталей и сборочных единиц с разработкой программ управления; обработка сложных деталей	4	Наладка обрабатывающих центров для обработки отверстий и поверхностей в деталях по 6 качеству и выше	С/01.4	4
			Обработка отверстий и поверхностей в деталях по 6 качеству и выше	С/02.4	4

В выпускной квалификационной работе необходимо повысить квалификации оператора – наладчика обрабатывающих центров с ЧПУ до 5 разряда, поэтому проанализируем следующую трудовую функцию.

Наименование трудовой функции: «Наладка на холостом ходу и в рабочем режиме обрабатывающих центров с программным управлением для обработки деталей, требующих перестановок и комбинированного их крепления; обработка деталей средней сложности».

Код В, уровень квалификации 3.

Анализ обобщённой трудовой функции приведен в таблицах 26 и 27.

Таблица 26 – Анализ обобщенной трудовой функции «Наладка на холостом ходу и в рабочем режиме обрабатывающих центров с программным управлением для обработки деталей, требующих перестановок и их комбинированного крепления; обработка деталей средней сложности»

1	2
Возможные наименования должностей	Наладчик обрабатывающих центров (5-й разряд) Оператор обрабатывающих центров (5-й разряд) Оператор-наладчик обрабатывающих центров (5-й разряд) Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ 3-й квалификации Оператор обрабатывающих центров с ЧПУ 3-й квалификации Наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ 3-й квалификации

Окончание таблицы 26 – Анализ обобщенной трудовой функции «Наладка на холостом ходу и в рабочем режиме обрабатывающих центров с программным управлением для обработки деталей, требующих перестановок и их комбинированного крепления; обработка деталей средней сложности»

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

Таблица 27 – Дополнительные характеристики

Наименование классификатора	Код	Наименование базовой группы, должности (профессии) или специальности
ОКЗ	7223	Станочники на металлообрабатывающих станках, наладчики станков и оборудования
ЕТКС	§44	Наладчик станков и манипуляторов с программным управлением 5-й разряд
ОКНПО	010703	Наладчик станков и манипуляторов с программным управлением

Из всех трудовых функций выберем те, в которых перечислены необходимые знания, умения и навыки, которыми должен обладать обучаемый.

Наименования трудовых функций: «Наладка обрабатывающих центров для обработки отверстий в деталях и поверхностей деталей по 7 - 8 квалификациям»; «Программирование станков с числовым программным управлением (ЧПУ)».

Коды В/01.3 и В/02.3, уровень (подуровень) квалификации 3.

Анализ трудовых функций приведён в таблицах 28 и 29.

Таблица 28 – Анализ трудовой функции – «Наладка обрабатывающих центров для обработки отверстий в деталях и поверхностей деталей по 7 - 8 квалитетам»

Трудовые действия	Трудовые действия по трудовой функции код А/01.2 «Наладка на холостом ходу и в рабочем режиме обрабатывающих центров для обработки отверстий в деталях и поверхностей деталей по 8–14 квалитетам»
	Контроль с помощью измерительных инструментов точности и работоспособности позиционирования обрабатывающего центра с ЧПУ
	Наладка обрабатывающих центров для обработки отверстий и поверхностей в деталях по 7–8 квалитетам (на основе знаний и практического опыта)
Необходимые умения	Необходимые умения по трудовой функции код А/01.2 «Наладка на холостом ходу и в рабочем режиме обрабатывающих центров для обработки отверстий в деталях и поверхностей деталей по 8–14 квалитетам»
	Использовать контрольно-измерительные инструменты
	Налаживать обрабатывающие центры для обработки отверстий и поверхностей в деталях по 7–8 квалитетам
Необходимые знания	Необходимые знания по трудовой функции код А/01.2 «Наладка на холостом ходу и в рабочем режиме обрабатывающих центров для обработки отверстий в деталях и поверхностей деталей по 8–14 квалитетам»
Другие характеристики	Наличие II квалификационной группы по электробезопасности

Таблица 29 – Анализ трудовой функции – «Программирование станков с числовым программным управлением (ЧПУ)»

Трудовые действия	Корректировка чертежа изготавливаемой детали
	Выбор технологических операций и переходов обработки
	Выбор инструмента
	Расчет режимов резания
	Определение координат опорных точек контура детали
	Составление управляющей программы
Необходимые умения	Программировать станок в режиме MDI (ручной ввод данных)
	Изменять параметры стойки ЧПУ станка
	Корректировать управляющую программу в соответствии с результатом обработки детали
Необходимые знания	Органы управления и стойки ЧПУ станка
	Режим работы стойки ЧПУ
	Системы графического программирования
	Коды и макрокоманды стоек ЧПУ в соответствии с международными стандартами
Другие характеристики	-

Исходя из анализа данных трудовых функций, можно сформировать программу повышения квалификации «Операторов-наладчиков обрабатывающих центров с ЧПУ» в учебном центре РМЦ ДПО ПАО «МЗИК».

Повышение квалификации рабочего будет проходить в рамках дополнительной образовательной программы – «Система программирования для станков с ЧПУ SINUMERIK 840D».

Для данной дополнительной образовательной программы разработан рабочий учебный план, рассчитанный на 72 часа теоретического и практического обучения в сумме.

5.3. Анализ учебного плана

Рабочий учебный план по дополнительной образовательной программе «Система программирования для станков с ЧПУ Sinumerik 840D»

Программа предусматривает теоретическое и практическое обучение.

Обучение проходит на базе интерактивного учебного класса EMCO/ARINSTEIN. Программа содержит комплексный учебно-тематический план, который определяет объем и тематику курса, последовательность изучения тем.

Теоретическое обучение проходит на базе интерактивного учебного класса. Программа содержит комплексный учебно-тематический план, который определяет объем и тематику курса, последовательность изучения тем.

В практической части обучения происходит отработка практических навыков на оборудовании учебного центра и на обрабатывающем центре модели DMU 60P duoBLOCK Sinumerik 840D.

В процессе обучения учащиеся знакомятся с функциональными возможностями фрезерных станков, изучают систему управления Sinumerik 840D при использовании программы-эмулятора ЧПУ EMCO, основы программирования, отрабатывают практические навыки по управлению

технологическими процессами, разработке управляющих программ, приемам наладки станка.

Обучение заканчивается сдачей квалификационного экзамена, выдачей удостоверения и присвоением разряда.

В таблице 30 представлен учебный план повышения квалификации по профессии «Операторов-наладчиков обрабатывающих центров с ЧПУ».

Таблица 30 – Обслуживание и программирование технологических операций на станках с ЧПУ Sinumerik 840D при помощи обучающего комплекса EMCO

№	Наименование тем	Виды Занятий		
		Теори- тиче- ские	Прак- тиче- ские	Всего часов
1	2	3	4	5
Теоретическое обучение				
1	Тема 1. Введение Цели и задачи организации и проведения данного курса обучения. Назначение, устройство, технические возможности и практическое применение ЧПУ Sinumerik 840D. Терминология и основные понятия ЧПУ. Элементы языка программирования. Структура и содержание программы ЧПУ. Функции программирования: основные, вспомогательные. Программирование линейных и круговых перемещений. Формальные параметры и их использование.	2	–	2
2	Тема 2. Общее ознакомление с панелью управления Панель оператора. Функциональные клавиши. Стандартная клавиатура. Особенности панели управления Sinumerik. Элементы клавиатуры панели оператора. Панель управления станком. Режимы. Управление подачей. Управление перемещением. Управление вращением шпинделя. Управление программой. Сброс программы, программные клавиши. Отображение каналов. Аварийный останов.	2	4	6
3	Тема 3. Управление станком Область управления станком. Режимы переключения, режимы контроля. Режим Jog. Вертикальные, функциональные клавиши. Горизонтальные, функциональные клавиши. Переключение между координатами станка и координатами детали. Перемещение по осям. Размеры и приращения. Ручное управление. Привязка инструмента. Подача. Режим MDA. Автоматический режим. Дисплей G функций. Дисплей осей . Дисплей шпинделя. Подачи по осям. Дисплей программного управления. Смещение нуля.	2	4	6

Окончание таблицы 30 – Обслуживание и программирование технологических операций на станках с ЧПУ Sinumerik 840D при помощи обучающего комплекса ЕМСО

1	2	3	4	5
4	Тема 4. Управление параметрами Параметры инструмента. Расчет параметров инструмента. Базовый дисплей параметров. Выбор инструмента. Поиск инструмента. Установка смещения инструмента. Удаление смещения инструмента. R параметры. Защищенные зоны. Смещение нуля.	2	5	7
5	Тема 5. Управление программой Типы файлов. Управляющий файл. Основной дисплей программы. Выбор заготовка/программа. Редактирование программы. Создание каталога обрабатываемых деталей. Создание программы детали или данных для обрабатываемой детали. Выбор обрабатываемой детали/программы для выполнения. Запуск, останов и прерывание программы. Поиск кадра. Условия поиска, редактор для файлов.	2	6	8
6	Тема 6. Разработка управляющей программы Программирование циклов фрезерования. Программирование обработки при помощи циклов. Создание управляющей программы для обработки простых деталей.	2	13	15
Производственное обучение				
7	Тема 7. Практическое обучение. Наладка станка. Внедрение управляющей программы в покадровом режиме. Отработка практических навыков по программированию и управлению станком.	0	24	24
Итоговая аттестация				
1	Классификационный экзамен операторов фрезерных обрабатывающих центров с ЧПУ	0	4	4
	Всего по курсу:			72

Далее рассмотрим одну из тем и составим перспективно-тематический план.

5.4. Разработка перспективно-тематического плана

Для разработки перспективно-тематического плана выберем тему №4 «Управление программой».

Тема рассчитана на 7 часов, из них 2 часа теоретического занятия и 5 часов отведено на практические занятия.

Перспективно-тематический план изучения данной темы рассмотрен в таблице 31.

Таблица 31 – Перспективно-тематический план изучения темы «Управление программой»

№ п/п	Наименование тем раздела	Всего часов:	В том числе:	
			Теоретическое занятие	Практическое занятие
1	Типы файлов. Управляющий файл. Основной дисплей программы. Выбор заготовки/программы.	2	1	1
2	Редактирование программы.	2	1	1
3	Создание каталога обрабатываемых деталей. Создание программы детали или данных для обрабатываемой детали.	2	–	2
4	Выбор обрабатываемой детали/программы для выполнения. Запуск, останов и прерывание программы. Поиск кадра. Условия поиска, редактор для файлов.	2	–	2
ИТОГО:		8	2	6

Для дальнейшей разработки занятия выбрана подтема №2 «Редактирование программы». На изучение данной темы отводится 1 занятие (2 академических часа).

План-конспект занятия

Тема занятия: «Редактирование программы».

Цель занятия: сформировать умения в редактировании программы.

Дидактические задачи:

- Сформировать у обучающихся знания о программе и её редактировании.

Воспитательные задачи:

- воспитать бережное отношение к труду инструменту и оборудованию;
- привить творческое отношение к труду, проявлять к ней устойчивый интерес;
- привить ответственность за результаты своей работы.

Развивающие задачи:

- развить умения: анализировать рабочую ситуацию; осуществлять текущий контроль, оценку и корректировку собственной деятельности;
- содействовать развитию стремления к самостоятельному поиску знаний.

Тип учебного занятия: комбинированный.

Методы обучения:

1. словесный;
2. объяснительно-иллюстративный;
3. репродуктивный, индуктивный;

Оснащение: персональные компьютеры, мультимедиа проектор, экран, слайды, таблицы, обучающий комплекс, чертежи, схемы.

В таблице 32 представлен ход учебного занятия.

Таблица 32 – Ход учебного занятия

Этап	Деятельность педагога	Время, мин	Деятельность обучающихся	Методы и средства
1	2	3	4	5
Организационный	Приветствует обучающихся, проводит переключку.	2	Приветствуют преподавателя.	Словесный метод обучения
Сообщение темы и цели занятия	Объявляет тему, цель, задачи занятия.	5	Записывают тему, знакомятся с планом занятия.	Словесный метод обучения, объяснительно – иллюстративный метод
Мотивационный	Объясняет значимость данной темы в профессиональной деятельности.	5	Слушают.	Словесный метод обучения, объяснительно – иллюстративный метод
Изложение нового учебного материала	Ведется рассказ нового материала на тему «Редактирование программы», в процессе беседуя с ними.	45	Слушают преподавателя, задают вопросы, беседуют с преподавателем.	Методы обучения: словесный, объяснительно-иллюстративный

Окончание таблицы 32 – Ход учебного занятия

1	2	3	4	5
Закрепление полученного материала	Объясняет задание, следит за ходом выполнения работы.	30	Заходят в программу, которая указана в задании, находят в ней ошибки, исправляют их.	Репродуктивный метод обучения
Подведение итогов занятия	Дает анализ занятия, успешности достижения цели занятия.	3	Слушают. Высказывают свое мнение.	Словесный метод обучения

Продолжительность занятия составляет 90 минут.

1. Организационная часть

Здравствуйте.

На предыдущем занятии мы перешли к разделу под названием «Управление программой». Сегодня темой нашего занятия станет «Редактирование программы». (Слайд 1)

На занятии будут изучены следующие действия:

- Вызов редактора;
- Поиск в программах;
- Замена текста программы;
- Копирование / вставка / удаление кадра программы;
- Новая нумерация программы;
- Создание блока программы;
- Открытие других программ.

(Слайд 2)

2. Подготовка к основному этапу занятия

Всегда, после написания программы, а также и во время написания программы мы проверяем её на наличие различных ошибок. Сегодня мы научимся исправлять эти ошибки, и соответственно редактировать программу различными способами.

3. Изложение нового учебного материала

С помощью редактора можно создавать, дополнять и изменять программы обработки детали.

Макс. длина кадра составляет 512 символов. (Слайд 3)

Поиск в программах

Для того, чтобы, к примеру, в очень больших программах быстро перейти к месту, в котором необходимо внести изменения, можно использовать функцию поиска. При этом предлагаются различные опции поиска, обеспечивающие целенаправленный поиск. (Слайд 3)

Опции поиска:

- Целые слова. Активировать эту опцию и ввести искомое понятие, если необходимо найти тексты / понятия, представленные точно в такой форме, как слово. Если ввести здесь, к примеру, искомое понятие "Schlichter", то отобразятся только отдельно стоящие слова "Schlichter". Такие словосочетания, как "Schlichter_10", не включаются в поиск.
- Точное выражение. Активировать эту опцию, если необходимо включить в поиск и понятия с символами, которые могут использоваться и как подстановочные знаки для других символов, например, "?" и "*".

Примечание

Поиск с подстановочными символами. При поиске определенных мест в программе можно использовать подстановочные символы:

- "*": заменяет любую последовательность символов
- "?": заменяет любой символ.

Условие: Необходима программа, открытая в редакторе.

(Слайд 5)

Вызов редактора

В области управления "Станок" редактор вызывается через функцию "Редактирование программы". После нажатия клавиши <INSERT> можно редактировать программу напрямую.

В области управления "Диспетчер программ" редактор вызывается через программную клавишу "Открыть", а также с помощью клавиш <INPUT> или <Курсор вправо>

В области управления "Программа" редактор открывается с последней выполненной программой обработки детали, если прежде он не был явно завершен через программную клавишу "Заккрыть".

Примечание.

- Учитывать, что изменения загруженных в памяти ЧПУ программ начинают действовать сразу же.
- При редактировании на локальном диске или внешних дисках, в зависимости от установки, существует возможность выхода из редактора и без сохранения. Программы в памяти ЧПУ всегда сохраняются автоматически.

Если выйти из режима коррекции программы посредством программной клавиши "Заккрыть", то выполняется переход в область управления "Диспетчер программ". (Слайд 6)

Порядок действий

1. Нажать программную клавишу "Поиск".

Появляется новая вертикальная панель программных клавиш. Одновременно открывается окно "Поиск".

2. Ввести в поле "Текст" необходимое искомое понятие.

3. Активировать кнопку-флажок "Целые слова", если должен быть выполнен поиск введенного текста только как целого слова. - ИЛИ - Активировать кнопку-флажок "Точное выражение", если в строках программы необходимо найти подстановочные символы (к примеру, "*" или "?").

4. Поместить курсор в поле "Направление" и выбрать с помощью клавиши <SELECT> направление поиска (вперед, назад).

5. Нажать программную клавишу "ОК", чтобы запустить поиск. Если искомый текст найден, то соответствующая строка помечается.

6. Нажать программную клавишу "Продолжить поиск", если найденный при поиске текст не соответствует необходимому месту, или нажать программную клавишу "Отмена", если необходимо отменить поиск.

(Слайд 7-8)

Замена текста программы

Существует возможность замены за один шаг искомого текста эквивалентным текстом.

Условие: Необходима программа, открытая в редакторе. *(Слайд 9)*

Порядок действий:

1. Нажать программную клавишу "Поиск". Появляется новая вертикальная панель программных клавиш.

2. Нажать программную клавишу "Поиск + замена". Открывается окно "Поиск и замена".

3. Ввести в поле "Текст" необходимое искомое понятие, а в поле "Заменить на" необходимый текст, который должен быть автоматически вставлен при поиске.

4. Поместить курсор в поле "Направление" и выбрать с помощью клавиши <SELECT>направление поиска (вперед, назад).

5. Нажать программную клавишу "ОК", чтобы запустить поиск. Если искомый текст найден, то соответствующая строка помечается.

6. Нажать программную клавишу "Заменить", чтобы заменить текст. Нажать программную клавишу "Заменить все", если необходимо заменить все текст файла, которые соответствуют искомому понятию. Нажать программную клавишу "Продолжить поиск", если не требуется замены найденного при поиске текста.

(Слайды 10-11)

Примечание

Замена текстов

- Readonly-строки (;*RO*) При нахождении совпадений тексты не заменяются.
- Строки контура (;*GP*) При нахождении совпадений тексты заменяются, если это не Readonly-строки.
- Скрытые строки (;*HD*) Если в редакторе отображаются скрытые строки и найдены совпадения, то тексты заменяются, если это не строки только для чтения. Не отображаемые скрытые строки не заменяются.

(Слайд 12)

Копирование / вставка / удаление кадра программы

Условие: Необходима программа, открытая в редакторе. (Слайд 13)

Порядок действий:

1. Нажать программную клавишу "Выделить" или нажать клавишу <SELECT>.
2. Выбрать с помощью курсора или мыши необходимые кадры программы.
3. Нажать программную клавишу "Копировать", чтобы скопировать выбор в буфер.
4. Поместить курсор на необходимую позицию вставки в программе и нажать программную клавишу "Вставить". Содержание буфера вставляется.
- ИЛИ - Нажать программную клавишу "Вырезать", чтобы удалить выбранные кадры программы и скопировать их в буфер.

(Слайд 14)

Указание: При редактировании программы можно скопировать или вырезать не более 1024 строк. Если открывается программа, находящаяся не на ЧПУ (индикатор выполнения меньше 100%), то можно скопировать или вырезать не более 10 строк или вставить 1024 символа.

Нумерация кадров программы

Если для редактора была выбрана опция "Автоматическая нумерация", то новые добавляемые кадры программы получают номера кадров (N-номер).

(Слайд 15)

При этом действуют следующие правила:

- При создании новой программы первая строка получает "Первый номер кадра".
- Если программа еще не содержит N-номеров, то вставленный кадр программы получает определенный в поле ввода "Первый номер кадра" начальный номер кадра.
- Если до и после места вставки нового кадра программы уже есть N-номера, то N-номер перед местом вставки увеличивается на 1.
- Если до и после места вставки нет N-номеров, то старший N-номер в программе увеличивается на установленный в параметрах "размер шага".

Указание: После редактирования программы можно заново пронумеровать кадры программы. *(Слайд 16)*

Новая нумерация программы

Существует возможность последующего изменения нумерации кадров открытой в редакторе программы.

Условие: Необходима программа, открытая в редакторе. *(Слайд 17)*

Принцип действий:

1. Нажать программную клавишу ">>". Появляется новая вертикальная панель программных клавиш.
2. Нажать программную клавишу "Перенумеровать". Открывается окно "Новая нумерация".
3. Ввести значения для первого номера кадра, а также для размера шага номеров кадров.
4. Нажать программную клавишу "ОК". Выполняется новая сквозная нумерация программы.

Примечание.

- Если требуется перенумеровать только один фрагмент, то отметить перед вызовом функции кадры программы, нумерацию которых необходимо изменить.

- Если для размера шага вводится значение "0", то все имеющиеся номера кадров удаляются из программы или из отмеченной области.

(Слайд 18)

Создание блока программы

Для структурирования программ, обеспечивающего увеличение их наглядности, можно объединять кадры (G-коды и/или технологические переходы ShopMill) в блоки программы.

Блоки программы могут иметь двухуровневую структуру. Т.е. внутри одного блока могут создаваться другие блоки.

После по необходимости можно открывать и закрывать эти блоки.

Таблица 33 – Индикации

Индикация	Объяснение
Текст	Обозначение блока
Шпиндель	Выбор шпинделя Определяется, на каком шпинделе будет выполнен блок программы.
Дополнительный отладочный код	• да (На тот случай, когда блок не будет выполнен, т.к. указанный шпиндель не должен быть обработан, существует возможность временного подключения т.н. "дополнительного отладочного кода") • нет
Автомат. Отвод	• да (На начало и конец блока выполняется движение на точку смены инструмента, т.е. инструмент перемещается в безопасную позицию) • нет

(Слайды 19-21)

Структурирование программ

- Создать перед созданием самой программы ее структурную сетку из пустых блоков.

- Структурировать с помощью создания блоков уже имеющиеся программы в G-кодах или ShopMill.

(Слайд 22)

Порядок действий:

1. Выбрать область управления "Диспетчер программ".
2. Выбрать место хранения и создать или открыть программу.

Открывается редактор программ.

3. Отметить необходимые кадры программы, которые следует объединить в один блок.

4. Нажать программную клавишу "Создать блок". Открывается окно "Создать новый блок".

5. Ввести название для блока, согласовать шпиндель, при необходимости выбрать дополнительный отладочный код и автоматический отвод и нажать программную клавишу "ОК".

Открыть и закрыть блоки

6. Нажать программные клавиши ">>" и "Вид".

7. Нажать программную клавишу "Открыть блоки", если программа будет показана со всеми кадрами.

8. Нажать программную клавишу "Закрыть блоки", если программа снова будет показана в структурированной форме.

Расформировать блок

9. Открыть блок.

10. Переместить курсор на конец блока.

11. Нажать программную клавишу "Расформировать блок".

(Слайды 23-24)

Открытие других программ

Можно одновременно рассматривать и обрабатывать несколько программ в редакторе. Так, к примеру, можно копировать программные кадры или шаги обработки одной программы и вставлять их в другую программу.

(Слайды 25-26)

Открыть несколько программ (Можно открыть до 10 программ).

1. Отметить в диспетчере программы, которые необходимо открыть для просмотра в редакторе, и нажать программную клавишу "Открыть". Редактор открывается и обе первые программы отображаются.

2. Нажать клавишу <NEXT WINDOW>, чтобы переключиться на следующую открытую программу.

3. Нажать программную клавишу "Заккрыть", чтобы закрыть актуальную программу.

(Слайд 27)

Примечание

Для открытия и закрытия блоков также можно использовать мышь или клавиши-курсоры:

- открывает блок, на котором стоит курсор;
- закрывает блок, если курсор стоит на начале или конце блока;
- закрывает блок, если курсор стоит внутри блока.

(Слайд 28)

Принцип действий:

1. Нажать программные клавиши ">>" и "Открыть другую программу".
Открывается окно "Выбрать другую программу".

2. Выбрать программу(ы), которая должна быть отображена рядом с уже открытой программой.

3. Нажать программную клавишу "ОК". Редактор открывается и отображает обе программы друг рядом с другом.

(Слайд 29)

4. Закрепление полученного материала

Обучаемые задание (раздаточный материал). В задании указана программа, в которой необходимо исправить ошибки.

					ДП 44.03.04.121. ПЗ	Лист
						93
Змн.	Арк.А	№ докум.№	Подпись	Дата		

По окончании выполнения задания оценивается правильность выполнения работы.

5. Подведение итогов занятия

Преподаватель делает заключение и выводы по проведенному уроку, выдаёт домашнее задание.

Выводы:

В результате методической разработки был выполнен анализ профессионального стандарта по профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ», разработана методика проведения занятия теоретического обучения по теме «Редактирование программы» с применением средств обучения в виде слайдов и средств контроля в виде заданий (раздаточный материал).

					ДП 44.03.04.121. ПЗ	Лист
						94
Змн.	Арк.А	№ докум.№	Подпись	Дата		

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В процессе выполнения выпускной квалификационной работы был разработан технологический процесс механической обработки детали «Корпус цилиндрического редуктора» в условиях автоматизированного производства с использованием оборудования с ЧПУ.

В разработанном технологическом процессе применяется современный высокопроизводительный горизонтальный обрабатывающий центр с числовым программным управлением – НМС-1200.

Была разработана управляющая программа на операцию 015 «Комплексная на ОЦ с ЧПУ» на Установ А на цифровой системе SINUMERIK 840D.

В экономической части были произведены расчёты технологической себестоимости 1 детали и годового выпуска деталей, а также общих коэффициентов механизации и производительности труда.

В методической части был проанализирован профессиональный стандарт по профессии «Оператор-наладчик обрабатывающих центров с ЧПУ», а также была разработана методика проведения занятия теоретического обучения для повышения квалификации рабочих по данной профессии до 5 разряда.

Поставленная цель выпускной квалификационной работы была достигнута.

					ДП 44.03.04.121. ПЗ	Лист
						95
Змн.	Арк.А	№ докум.№	Подпись	Дата		

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Бурлаков С.Л. Литьё в кокиль [Текст] / С.Л. Бурлаков, А.И. Вейник, Дубинин Н.П. - М.: Машиностроение. 1980. - 415 с.
2. Горбачевич, А.Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения[Текст]: учеб. пособие для вузов – 5-е изд., перераб. и доп. – М, ООО ИД «Альянс» 2007. – 256 с.
3. Дипломное проектирование: учебное пособие / Н.В. Бородина, Г.Ф. Бушков. Екатеринбург: Изд-во Рос. гос. проф.- пед. ун-т, 2011. 90 с.
4. Зими́на Е. Ю. Выпускная квалификационная работа: подходы, содержание, оформление: учеб. пособие / Е. Ю. Зими́на, Г. Р. Муги́нова, Л. Н. Осадча́я; Рос. гос. проф.-пед. ун-т. - Екатеринбург: Издательство РГППУ, 2012. - 73 с.
5. Каталог металлорежущего инструмента «Korloy». 2016/2017 – 1121 с.
6. Каталог металлорежущего инструмента Hoffmann Group 2017/2018 – 988 с.
7. Каталог металлорежущего инструмента «Holex». 2016/2017 – 892 с.
8. Каталог металлорежущего инструмента «Vertex». 2017/2018 – 932 с.
9. Козлова Т. А. Нормирование механической обработки: Учеб. пособие / Т. А. Козлова, Т. В. Шестакова. Екатеринбург: Изд-во Рос. гос. проф.-пед. унта, 2013. 137 с.
10. Козлова, Т.А. Курсовое проектирование по технологии машиностроения [Текст]: учеб. Пособие / Т.А. Козлова. – Екатеринбург: Издво Урал. гос. проф.-пед. ун-та, 2001. – 180 с.
11. Методические указания к выполнению практической работы. «Оформление технологической документации» по дисциплине «Технология машиностроения». Екатеринбург, ГОУ ВПО «Рос. гос. проф.-пед. ун-т», 2009. 41с.

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

13. Мосталыгин, Г.П. Технология машиностроения [Текст]: / Г.П. Мосталыгин Г.П., Н.Н. Толмачевский. – М.: Машиностроение, 1990. – 287.

14. Общемашиностроительные нормативы времени вспомогательного, на обслуживание рабочего места и подготовительно - заключительного для технического нормирования станочных работ: Сер. Пр-во М.: Машиностроение, 1974. - 416 с.

15. Отливки из металлов и сплавов ГОСТ 26645-85.

16. Сплавы алюминиевые литые. ГОСТ 1583-93.

17. Производственный календарь на 2018 год [Электронный ресурс] <http://www.consultant.ru/law/ref/calendar/proizvodstvennyye/2018/>. Дата обращения 30.05.2018.

18. Профессиональный стандарт профессиональный стандарт "Оператор-наладчик обрабатывающих центров с числовым программным управлением" [Электронный ресурс] – <http://prom-nadzor.ru/prof-standart/prikaz-ministerstva-truda-i-socialnoy-zashchity-rf-ot-4-avgusta-2014-g-n-530n>. Дата обращения 18.05.2018.

19. Руководство оператора Siemens840D sl 2005 – 371 с.

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

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

22. Алюминиевый сплав АЛ9 [Электронный ресурс] – <http://fx-commodities.ru/articles/alyuminievyj-splav-al9/>. Дата обращения 18.05.2018.

23. Суриков В.П. К вопросу о расчете затрат на эксплуатацию прогрессивного режущего инструмента/В.П. Суриков [Текст]//Проблемы экономики, организации и управления в России и мире: Материалы III международной научно-практической конференции (22 октября 2013 года).- Отв. ред. Уварина Н.В.-Прага, Чешская Республика: Изд-во WORLD PRESS s r.o., 2013.-389 с.

24. Сысоев С.К., Сысоев А.С., Левко В.А. Технология машиностроения. Проектирование технологических процессов. 2-е изд. 2016-352 с.

25. Техническое описание станка НМС-1200 [Электронный ресурс] – <http://stanoks.net/kps/index.html?sobi2Task=sobi2Details&sobi2Id=50883>. Дата обращения 16.05.2018.

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

27. Центр ДПО [Электронный ресурс] <http://cdpo.zik.ru> Дата обращения 01.06.2018.

28. Худобин, Л.В. Курсовое проектирование по технологии машиностроения [Текст]: учеб. пособие для машиностроит. спец. вузов / Л.В. Худобин, В.Ф. Гурьянихин, В.Р. Берзин. – М.: Машиностроение, 1989. – 287 с.

29. 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. - 66 с.

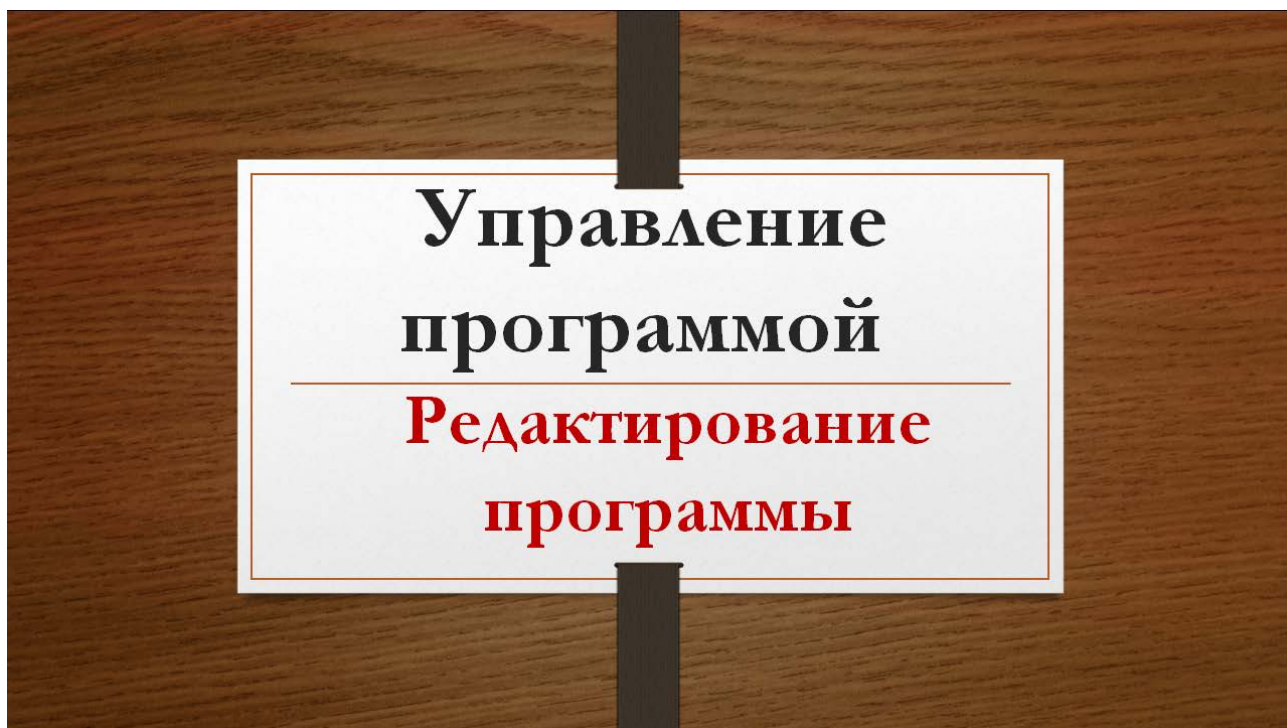
30. Эрганова. Н. Е. Практикум по методике профессионального обучения[Текст]: учеб. пособие для вузов / Н. Е. Эрганова, М. Г. Шалунова, Л. В. Колясникова. - 2-е изд., пересмотр. и доп. - Екатеринбург: Издательство РГППУ, 2011. - 88 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ А – Перечень листов графических материалов

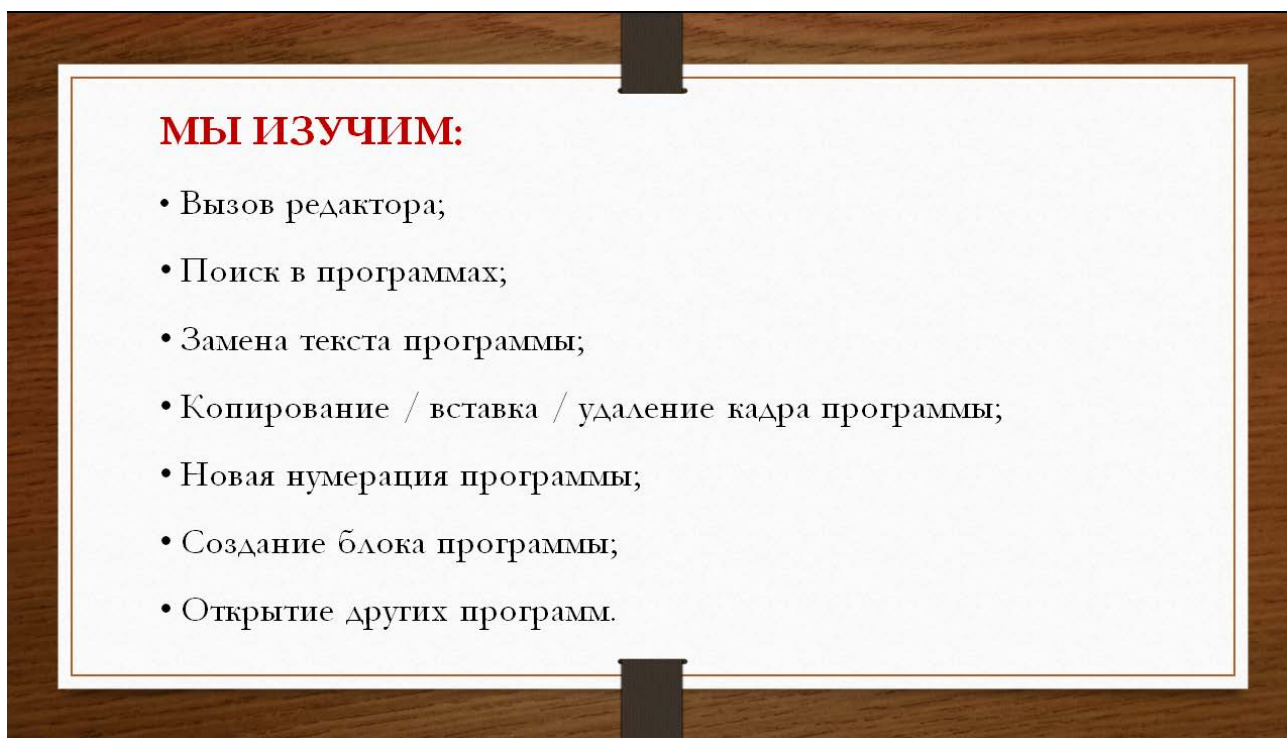
Наименование документа	Обозначение документа	Формат	Количество листов
1. Корпус цилиндрического редуктора (Отливка)	ДП 44.03.04.121.02	A1	2
2. Корпус цилиндрического редуктора	ДП 44.03.04.121.01	A1	2
3. Иллюстрации технологического процесса	ДП 44.03.04.121.Д01	A1	1
4. Иллюстрации технологического процесса	ДП 44.03.04.121. Д02	A1	1
5. Иллюстрации технологического процесса	ДП 44.03.04.121. Д03	A1	1
6. Фрагмент управляющей программы	ДП 44.03.04.121. Д04	A1	1
7. Технико-экономические показатели проекта	ДП 44.03.04.121. Д05	A1	1

					ДП 44.03.04.121. ПЗ	Лист
						99
Змн.	Арк.А	№ докум.№	Подпись	Дата		

Слайд 1



Слайд 2



Слайд 3

С помощью редактора можно создавать, дополнять и изменять программы обработки детали.

Макс. длина кадра составляет

512 СИМВОЛОВ.

Всегда, после написания программы и во время написания, мы
проверяем её на наличие ошибок !

!условие для работы

ПРОГРАММА ОТКРЫТА В РЕДАКТОРЕ

Слайд 4

Поиск в программах

Змн.	Арк.А	№ докум.№	Подпись	Дата

ДП 44.03.04.121. ПЗ

Лист

101

Опции поиска

Целые слова

Активировать эту опцию и ввести искомое понятие, если необходимо найти тексты / понятия, представленные точно в такой форм как слово.

Точное выражение

Активировать эту опцию, если необходимо включить в поиск и понятия с символами, которые могут использоваться и как подстановочные знаки для других символов, например, "?" и "*".

Примечание:

Поиск с подстановочными символами

При поиске определенных мест в программе можно использовать подстановочные символы:

- "*" заменяет любую последовательность символов
- "?" заменяет любой символ

Вызов редактора

- В области управления "Станок" редактор вызывается через функцию «РЕДАКТИРОВАНИЕ ПРОГРАММЫ»
- После нажатия клавиши <INSERT> можно редактировать программу напрямую.
- В области управления «Диспетчер программ» редактор вызывается через программную клавишу "Открыть", а также с помощью клавиш <INPUT> или <Курсор вправо>

Слайд 7

Порядок действий



1. Нажать программную клавишу "Поиск". Одновременно открывается окно "Поиск".
2. Ввести в поле "Текст" необходимое искомое понятие.
3. Активировать кнопку-флажок "Целые слова", если должен быть выполнен поиск введенного текста только как целого слова.

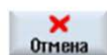
- ИЛИ -

Активировать кнопку-флажок "Точное выражение", если необходимо найти подстановочные символы



4. Поместить курсор в поле "Направление" и выбрать с помощью клавиши <SELECT> направление поиска (вперед, назад).

Слайд 8



5. Нажать клавишу "ОК", чтобы запустить поиск. Если искомый текст найден, то соответствующая строка помечается.
6. Нажать программную клавишу "Продолжить поиск", если найденный при поиске текст не соответствует необходимому месту.

- ИЛИ -

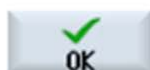
Нажать программную клавишу "Отмена", если необходимо отменить поиск.

Другие возможности поиска

Программная клавиша	Функция
Перейти в начало	Курсор устанавливается на первый символ в программе.
Перейти в конец	Курсор устанавливается на последний символ в программе.

Замена текста программы

Порядок действий



1. Нажать программную клавишу "Поиск". Появляется новая вертикальная панель программных клавиш.
2. Нажать программную клавишу "Поиск + замена". Открывается окно "Поиск и замена".
3. Ввести в поле "Текст" необходимое искомое понятие, а в поле "Заменить на" необходимый текст, который должен быть автоматически вставлен при поиске.
4. Поместить курсор в поле "Направление" и выбрать с помощью клавиши <SELECT> направление поиска (вперед, назад).
5. Нажать программную клавишу "ОК", чтобы запустить поиск. Если искомый текст найден, то соответствующая строка помечается.

Слайд 11

	6. Нажать программную клавишу "Замениť", чтобы замениť текст.
	- ИЛИ – Нажать программную клавишу "Замениť все", если необходимо замениť все текст файла, которые соответствуют искомому понятию.
	- ИЛИ – Нажать программную клавишу "Продолжить поиск", если не требуется замены найденного при поиске текста.
	- ИЛИ – Нажать программную клавишу "Отмена", если необходимо отменить поиск.

Слайд 12

Примечание
Замена текстов

Readonly-строки (;*RO*) При нахождении совпадений тексты не заменяются.
Строки контура (;*GP*) При нахождении совпадений тексты заменяются, если это не Readonly-строки.
Скрытые строки (;*HD*) Если в редакторе отображаются скрытые строки и найдены совпадения, то тексты заменяются, если это не строки только для чтения. Не отображаемые скрытые строки не заменяются.

Копирование/ вставка/ удаление кадра программы

Порядок действий

Выделить



Копиро-
вать

Вставить

Вы-
резать

1. Нажать программную клавишу "Выделить".

- ИЛИ -

Нажать клавишу <SELECT>.

2. Выбрать с помощью курсора или мыши необходимые кадры программы.

3. Нажать программную клавишу "Копировать", чтобы скопировать выбор в буфер.

4. Поместить курсор на необходимую позицию вставки в программе и нажать программную клавишу "Вставить". Содержание буфера вставляется.

- ИЛИ -

Нажать программную клавишу "Вырезать", чтобы удалить выбранные кадры программы и скопировать их в буфер

Слайд 15

Указание

При редактировании программы можно скопировать
или вырезать
не более 1024 строк.

Если открывается программа, находящаяся не на ЧПУ (индикатор
выполнения меньше 100%), то можно скопировать или вырезать не
более 10 строк или вставить 1024 символа.

Нумерация кадров программы

Если выбрана опция "Автоматическая нумерация", то
новые кадры программы получают **номера кадров**
(N-номер).

Слайд 16

Примечания

Содержание буфера сохраняется и после закрытия
редактора, поэтому оно может быть вставлено и в
другую программу.

Копирование/ вырезание актуальной строки

Чтобы скопировать и вырезать актуальную
строку, в которой стоит курсор, не требуется ее
выделение. Через настройки редактора можно
сделать программную **клавишу "Вырезать"**
активируемой только для отмеченных частей
программы.

Змн.	Арк.А	№ докум.№	Подпись	Дата

Новая нумерация программы

Принцип действий



1. Нажать программную клавишу ">>". Появляется новая вертикальная панель программных клавиш.
2. Нажать программную клавишу "Перенумеровать". Открывается окно "Новая нумерация".
3. Ввести значения для первого номера кадра, а также для размера шага номеров кадров.
4. Нажать программную клавишу "ОК". Выполняется новая сквозная нумерация программы.

Создание блока программы

Для структурирования программ, обеспечивающего увеличение их наглядности, можно объединять кадры (G-коды и/или технологические переходы ShopMill) в **блоки программы**

Блоки программы могут иметь **двухуровневую структуру**.
Т.е. внутри одного блока могут создаваться другие блоки.
После по необходимости можно открывать и закрывать эти блоки

Слайд 21

Индикация	Объяснение
Текст	Обозначение блока
Шпиндель	- Выбор шпинделя - Определяется, на каком шпинделе будет выполнен блок программы.
Дополнительный отладочный код	- да На тот случай, когда блок не будет выполнен, т.к. указанный шпиндель не должен быть обработан, существует возможность временного подключения т.н. "дополнительного отладочного кода". - нет
Автомат. Отвод	- да На начало и конец блока выполняется движение на точку смены инструмента, т.е. инструмент перемещается в безопасную позицию. - нет

Слайд 22

Структурирование программ

Создать перед созданием самой программы ее структурную сетку из пустых блоков.

Структурировать с помощью создания блоков уже имеющиеся программы в G-кодах или ShopMill.

Слайд 23





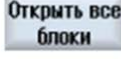


Порядок действий

1. Выбрать область управления "Диспетчер программ".
2. Выбрать место хранения и создать или открыть программу. Открывается редактор программ.
3. Отметить необходимые кадры программы, которые следует объединить в один блок.
4. Нажать программную клавишу "Создать блок". Открывается окно "Создать новый блок".
5. Ввести название для блока, согласовать шпиндель, при необходимости выбрать дополнительный отладочный код и автоматический отвод и нажать программную клавишу "OK"

Слайд 24






Открыть и закрыть блоки

6. Нажать программные клавиши ">>" и "Вид".
7. Нажать программную клавишу "Открыть блоки", если программа будет показана со всеми кадрами.
8. Нажать программную клавишу "Закреть блоки", если программа снова будет показана в структурированной форме.

Расформировать блок

9. Открыть блок.
10. Переместить курсор на конец блока.
11. Нажать программную клавишу "Расформировать блок".

Открытие других программ

Можно одновременно
рассматривать и обрабатывать
несколько программ в редакторе.

Можно открыть
до 10 программ

Открыть несколько программ



1. Отметить в диспетчере программы, которые необходимо открыть для просмотра в редакторе, и нажать программную клавишу "Открыть". Редактор открывается и обе первые программы отображаются.
2. Нажать клавишу , чтобы переключиться на следующую открытую программу.
3. Нажать программную клавишу "Закрыть", чтобы закрыть актуальную программу.

Примечание Вставка кадров программы

Программы, созданные в пакетах цехового программирования (JobShop), не могут быть скопированы в программу в кодах G.

Принцип действий



Откр. след
программу



1. Нажать программные клавиши ">>" и "Открыть другую программу". Открывается окно "Выбрать другую программу".
2. Выбрать программу(ы), которая должна быть отображена рядом с уже открытой программой.
3. Нажать программную клавишу "OK". Редактор открывается и отображает обе программы друг рядом с другом.

**Благодарю за
внимание**

ПРИЛОЖЕНИЕ В – Управляющая программа

Операция 015 – Установ А

G75 X0 Y0 W0
T01
M6
G0 G54 G90 G17
G95 S500 LIMS=995 M3
F0,25
G0 X183 Y460 Z100 W100
G0 W102
G1 X183 Y293
G0 X183 Y293 Z100 W100
G0 X80 Y460 Z100 W100
G0 W102
G1 X80 Y293
G0 X80 Y293 Z100 W100
G0 X0 Y460 Z100 W100
G0 W102
G1 X0 Y293
G0 X0 Y293 Z100 W100
G0 X-85 Y460 Z100 W100
G0 W102
G1 X-85 Y293
G0 X-85 Y293 Z100 W100
G75 X0 Y0 W0
T02
M6
G0 G54 G90 G17
G95 S58,9 LIMS=436 M3
F0,75
G0 X0 Y320 Z190 W185
G1 W313
G0 W185
G0 X0 Y160 Z190 W185
G1 W313
G0 W185
G0 X0 Y0 Z190 W185
G1 W313
G0 W185
G0 X0 Y-152 Z190 W185
G1 W313
G0 W185
G0 X150 Y-87,5 Z190 W185
G1 W305
G0 W185
G0 X-150 Y-87,5 Z190 W185
G1 W305
G0 W185

					ДП 44.03.04.121. ПЗ	Лист
						115
Змн.	Арк.А	№ докум.№	Подпись	Дата		

G75 X0 Y0 W0
 T03
 M6
 G0 G54 G90 G17
 G95 S105 LIMS=836 M3
 F1,65
 G0 X0 Y320 Z190 W185
 POCKET 4 (5, 0, 5, -123, 30.75, 0, 320, 10, 10, 0, 0.35, 0.35, 1, 0, 0, 1)
 G0 X0 Y160 Z190 W185
 POCKET 4 (5, 0, 5, -123, 30.75, 0, 160, 10, 10, 0, 0.35, 0.35, 1, 0, 0, 1)
 G0 X0 Y0 Z190 W185
 POCKET 4 (5, 0, 5, -123, 30.75, 0, 0, 10, 10, 0, 0.35, 0.35, 1, 0, 0, 1)
 G0 X0 Y-152 Z190 W185
 POCKET 4 (5, 0, 5, -123, 30.75, 0, -152, 10, 10, 0, 0.35, 0.35, 1, 0, 0, 1)
 G0 X150 Y-87,5 Z190 W185
 POCKET 4 (5, 0, 5, -123, 30.75, 150, -81.5, 10, 10, 0, 0.35, 0.35, 1, 0, 0, 1)
 G0 X-150 Y-87,5 Z190 W185
 POCKET 4 (5, 0, 5, -123, 30.75, -150, -81.5, 10, 10, 0, 0.35, 0.35, 1, 0, 0, 1)
 G75 X0 Y0 W0
 T04
 M6
 G0 G54 G90 G17
 G95 S250 LIMS=530,8 M3
 F0,1
 G0 X0 Y0 Z190 W185
 G1 W175
 G0 X0 Y0 Z190 W185
 G75 X0 Y0 W0
 T05
 M6
 G0 G54 G90 G17
 G95 S250 LIMS=1171 M3
 F0,1
 G0 X0 Y320 Z190 W185
 G1 W313
 G0 W185
 G0 X0 Y160 Z190 W185
 G1 W313
 G0 W185
 G0 X0 Y0 Z190 W185
 G1 W313
 G0 W185
 G0 X0 Y-152 Z190 W185
 G1 W313
 G0 W185
 G0 X150 Y-87,5 Z190 W185
 G1 W305
 G0 W185
 G0 X-150 Y-87,5 Z190 W185
 G1 W305

					ДП 44.03.04.121. ПЗ	Лист
						116
Змн.	Арк.А	№ докум.№	Подпись	Дата		

G0 W185
 G75 X0 Y0 W0
 T06
 M6
 G0 G54 G90 G17
 G95 S250 LIMS=4321 M3
 F0,5
 MCALL CYCLE83
 CENTRE: ;*RO*
 G17 G0 X = AC(-30) Y = AC(350) ;*RO*
 X = AC(30) Y = AC(350) ;*RO*
 X = AC(30) Y = AC(290) ;*RO*
 X = AC(-30) Y = AC(290) ;*RO*
 ENDLABEL: ;*RO*
 MCALL
 G0 Z185
 MCALL CYCLE83
 CENTRE: ;*RO*
 G17 G0 X = AC(-30) Y = AC(190) ;*RO*
 X = AC(30) Y = AC(190) ;*RO*
 X = AC(30) Y = AC(130) ;*RO*
 X = AC(-30) Y = AC(130) ;*RO*
 ENDLABEL: ;*RO*
 MCALL
 G0 Z185
 MCALL CYCLE83
 CENTRE: ;*RO*
 G17 G0 X = AC(-30) Y = AC(-122) ;*RO*
 X = AC(30) Y = AC(-122) ;*RO*
 X = AC(30) Y = AC(-182) ;*RO*
 X = AC(-30) Y = AC(-182) ;*RO*
 ENDLABEL: ;*RO*
 MCALL
 G0 Z185
 G0 X-106 Y-132 Z190 W185
 G1 W208
 G0 W185
 G0 X-194 Y-132 Z190 W185
 G1 W208
 G0 W185
 G0 X-194 Y-44 Z190 W185
 G1 W208
 G0 W185
 G0 X-106 Y-44 Z190 W185
 G1 W208
 G0 W185
 G0 X106 Y-132 Z190 W185
 G1 W208
 G0 W185
 G0 X194 Y-132 Z190 W185

					ДП 44.03.04.121. ПЗ	Лист
						117
Змн.	Арк.А	№ докум.№	Подпись	Дата		

G1 W208
 G0 W185
 G0 X194 Y-44 Z190 W185
 G1 W208
 G0 W185
 G0 X106 Y-44 Z190 W185
 G1 W208
 G0 W185
 G75 X0 Y0 W0
 T07
 M6
 G0 G54 G90 G17
 G95 S184,3 LIMS=1467 M3
 F0,4
 G0 X0 Y320 Z190 W185
 POCKET 4 (5, 0, 5, -5, 30.75, 0, 320, 10, 10, 0, 0.35, 0.35, 1, 0, 0, 1)
 G0 X0 Y160 Z190 W185
 POCKET 4 (5, 0, 5, -5, 30.75, 0, 320, 10, 10, 0, 0.35, 0.35, 1, 0, 0, 1)
 G0 X0 Y0 Z190 W185
 POCKET 4 (5, 0, 5, -7, 30.75, 0, 320, 10, 10, 0, 0.35, 0.35, 1, 0, 0, 1)
 G0 X0 Y-152 Z190 W185
 POCKET 4 (5, 0, 5, -5, 30.75, 0, 320, 10, 10, 0, 0.35, 0.35, 1, 0, 0, 1)
 G0 X150 Y-87,5 Z190 W185
 POCKET 4 (5, 0, 5, -5, 30.75, 0, 320, 10, 10, 0, 0.35, 0.35, 1, 0, 0, 1)
 G0 X-150 Y-87,5 Z190 W185
 POCKET 4 (5, 0, 5, -5, 30.75, 0, 320, 10, 10, 0, 0.35, 0.35, 1, 0, 0, 1)
 G75 X0 Y0 W0
 T08
 M6
 G0 G54 G90 G17
 G95 S25 LIMS=482,5 M3
 F0,14
 MCALL CYCLE 83 (5, 0, 5, -18, 0, -6, 4, 0.1, 1, 1, 3, 5, 0, 0, 0)
 CENTRE: ;*RO*
 G17 G0 X = AC(-30) Y = AC(350) ;*RO*
 X = AC(30) Y = AC(350) ;*RO*
 X = AC(30) Y = AC(290) ;*RO*
 X = AC(-30) Y = AC(290) ;*RO*
 ENDLABEL: ;*RO*
 MCALL
 G0 Z185
 MCALL CYCLE 83 (5, 0, 5, -18, 0, -6, 4, 0.1, 1, 1, 3, 5, 0, 0, 0)
 CENTRE: ;*RO*
 G17 G0 X = AC(-30) Y = AC(190) ;*RO*
 X = AC(30) Y = AC(190) ;*RO*
 X = AC(30) Y = AC(130) ;*RO*
 X = AC(-30) Y = AC(130) ;*RO*
 ENDLABEL: ;*RO*
 MCALL
 G0 Z185

MCALL CYCLE 83 (5, 0, 5, -18, 0, -6, 4, 0.1, 1, 1, 3, 5, 0, 0, 0)
 CENTRE: ;*RO*
 G17 G0 X = AC(-30) Y = AC(-122) ;*RO*
 X = AC(30) Y = AC(-122) ;*RO*
 X = AC(30) Y = AC(-182) ;*RO*
 X = AC(-30) Y = AC(-182) ;*RO*
 ENDLABEL: ;*RO*
 MCALL
 G0 Z185
 G0 X-106 Y-132 Z190 W185
 G1 W194
 G0 W185
 G0 X-194 Y-132 Z190 W185
 G1 W194
 G0 W185
 G0 X-194 Y-44 Z190 W185
 G1 W194
 G0 W185
 G0 X-106 Y-44 Z190 W185
 G1 W194
 G0 W185
 G0 X106 Y-132 Z190 W185
 G1 W194
 G0 W185
 G0 X194 Y-132 Z190 W185
 G1 W194
 G0 W185
 G0 X194 Y-44 Z190 W185
 G1 W194
 G0 W185
 G0 X106 Y-44 Z190 W185
 G1 W194
 G0 W185
 G75 X0 Y0 W0

ПРИЛОЖЕНИЕ Д – Комплект технологической документации

Титульный лист технологического процесса;

Маршрутная карта;

Операционная карта.

					ДП 44.03.04.121 ПЗ	Лист
						120
Змн.	Арк.	№ докум.	Подпись	Дата		