

Министерство образования Республики Беларусь
Филиал БНТУ
«Минский государственный политехнический колледж»

Электронное учебно-методическое пособие
по учебной дисциплине

**“ПРОГРАММИРОВАНИЕ ОБРАБОТКИ ДЛЯ
АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ОБОРУДОВАНИЯ”**

для специальности 2-36 01 01
«Технология машиностроения (по направлениям)»

Минск 2020

Автор:
Касач Ю.И

Рецензенты:
Воробьева Е.И.
Старший преподаватель кафедры «Торговое и рекламное оборудование»
Белорусского государственного университета,

Смолонская И.Л.
Преподаватель цикловой комиссии спецдисциплин
специальности 2-36 01 01-01
«Технология машиностроения (производственная деятельность)»
, филиала БНТУ «Минский государственный политехнический колледж

Учебно-методическое пособие предназначено для самостоятельного и дистанционного изучения учебной дисциплины «Программирование обработки для автоматизированного оборудования» учащимися специальности 2-36 01 01 «Технология машиностроения (по направлениям)». В учебно-методическом пособии представлен теоретический и практический материал, а также материал, обеспечивающий контроль знаний для проведения текущей и итоговой аттестации.

Белорусский национальный технический университет.
Филиал БНТУ «Минский государственный политехнический колледж».
пр - т Независимости, 85, г. Минск, Республика Беларусь
Тел.: (017) 292-13-42 Факс: 292-13-42
E-mail: mgpk@bntu.by
<http://www.mgpk.bntu.by>
Регистрационный номер БНТУ/МГПК-82.2020

© БНТУ, 2020
© Касач Ю.И., 2020

Содержание

Пояснительная записка.....	4
Междисциплинарные связи	6
Учебная программа по учебной дисциплине	7
Перечень существенных и несущественных ошибок.....	27
Теоретический материал по темам учебной программы	29
Раздел 1 Общие сведения об автоматизации производственных	29
процессов с помощью программного управления (ПУ)	29
Тема «Цели и задачи дисциплины».....	29
Тема «Общие сведения о программном управлении (ПУ) производственными	31
процессами».....	31
Тема «Классификация систем числового программного управления (ЧПУ)».....	34
Тема «Принципы наладки автоматизированного оборудования»	40
Раздел 2 Подготовка к разработке управляющей программы (УП)	42
Тема «Основные понятия и определения»	42
Тема Этапы разработки УП	44
Тема «Документация для разработки УП».....	46
Тема «Система координат станка, детали и инструмента»	47
Тема «Элементы траектории инструмента».....	49
Раздел 3 Кодирование и запись УП.....	50
Тема «Структура УП и её формат»	50
Тема «Кодирование элементов УП»	53
Рекомендуемая последовательность оформления расчетно-технологической	58
карты (РТК).....	58
Методические указания для проведения лабораторных и практических работ по	60
учебной дисциплине	60
Примеры индивидуальных заданий для практических работ	104
Вопросы к обязательной контрольной работе № 1	107
Вопросы к обязательной контрольной работе №2	108
Экзаменационные материалы	109

Пояснительная записка

Электронное учебно-методическое пособие по учебной дисциплине «Программирование обработки для автоматизированного оборудования» может использоваться преподавателями и учащимися для самостоятельного и дистанционного изучения материала учебной дисциплины. В данном электронном учебно-методическом пособии используются теоретический материал, практический материал для проведения лабораторно-практических работ, вопросы для самоконтроля, вопросы к обязательным контрольным работам, экзаменационные вопросы.

Теоретический материал рассмотрен в рамках учебной программы учебной дисциплины «Программирование обработки для автоматизированного оборудования» для специальности 2-36 01 01 01 «Технология машиностроения (производственная деятельность)» действующая в филиале БНТУ «Минский государственный политехнический колледж». Содержание практического материала основано на методических указаниях к проведению лабораторно-практических работ по вышеуказанной учебной дисциплине.

Электронное пособие содержит теоретический материал по первым трем разделам учебной программы, примеры индивидуальных заданий для практических работ по различным видам обработки, рекомендации по составлению расчетно-технологической карты на операцию, материалы к обязательным контрольным работам и экзаменационные материалы.

Учебная программа по учебной дисциплине «Программирование обработки для автоматизированного оборудования» (далее – программа) предусматривает ознакомление с основными сведениями об автоматизации производственных процессов; изучение учащимися принципов подготовки управляющих программ (УП) механообработки, их автоматизированного проектирования; изучение методики разработки УП для основных видов автоматизированного оборудования на основании заданного технологического процесса обработки детали и инструкций программирования по алгоритму; формирование умений вводить УП в устройство числового программного управления (УЧПУ), осуществлять её контроль и редактирование.

Преподавание учебной дисциплины «Программирование обработки для автоматизированного оборудования» основывается на знаниях, полученных учащимися при изучении учебных дисциплин «Прикладная информатика», «Инженерная графика», «Обработка материалов и инструмент», «Технологическая оснастка», «Металлорежущие станки», «Технология машиностроения».

Знания, полученные при изучении учебной дисциплины «Программирование обработки для автоматизированного оборудования», используются для выполнения дипломного проекта по специальности 2-36 01 01-01 «Технология машиностроения (производственная деятельность)».

Преподавание должно иметь практическую направленность и учитывать уровень современного состояния науки и техники в области автоматизированного производства.

В результате изучения учебной дисциплины учащиеся должны знать на уровне представления:

- общие сведения об автоматизации производственных процессов;
- принципы автоматизированного проектирования УП;

знать на уровне понимания:

- принципы подготовки УП механообработки;
- особенности автоматизированной подготовки данных и программирования на ЭВМ;

-методику разработки УП для основных видов автоматизированного оборудования на основании заданного технологического процесса обработки детали и инструкций программирования по алгоритму.

уметь:

-разрабатывать, контролировать и редактировать УП для автоматизированного оборудования в ручном режиме и с помощью систем автоматизированного программирования;

-вводить УП обработки детали в устройства числового управления, осуществлять её контроль и редактирование.

В программе сформулированы цели изучения каждой темы на основе характеристики деятельности обучаемого и уровней усвоения содержания изучаемого материала, прогнозируются результаты достижения этих целей; приведены критерии оценки результатов учебной деятельности обучающихся на основе десятибалльной шкалы и показателей оценки результатов (постановление Министерства образования Республики Беларусь от 29.03.2004 №17).

С целью контроля знаний и умений учащихся программой предусмотрено выполнение двух обязательных контрольных работ, время на которые выделяется из общего бюджета времени, отводимого на дисциплину.

Для прочного усвоения и систематизации знаний, развития технического мышления, приобретения практических навыков программой предусмотрено проведение шестнадцати практических и четырёх лабораторных работ.

Междисциплинарные связи

Учебная программа учитывает междисциплинарные связи учебных дисциплин специализации:

«Технология автоматизированного производства»,

«Автоматизация технологической подготовки производства»,

«Системы автоматизированного проектирования технологических процессов».

Министерство образования Республики Беларусь
Филиал БНТУ
«Минский государственный политехнический колледж»

УТВЕРЖДАЮ
Директор филиала БНТУ «МГПК»

Г.Д.Подгайский
« ____ » _____ 20 ____

**УЧЕБНАЯ ПРОГРАММА ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ
«ПРОГРАММИРОВАНИЕ ОБРАБОТКИ
ДЛЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ОБОРУДОВАНИЯ»**

Специальность 2-36 01 01 «Технология машиностроения
(по направлениям)»

Минск
2017

Пояснительная записка

Учебная программа по учебной дисциплине «Программирование обработки для автоматизированного оборудования» (далее – программа) предусматривает ознакомление с основными сведениями об автоматизации производственных процессов; изучение учащимися принципов подготовки управляющих программ (УП) механообработки, их автоматизированного проектирования; изучение методики разработки УП для основных видов автоматизированного оборудования на основании заданного технологического процесса обработки детали и инструкций программирования по алгоритму; формирование умений вводить УП в устройство числового программного управления (УЧПУ), осуществлять её контроль и редактирование.

Преподавание учебной дисциплины «Программирование обработки для автоматизированного оборудования» основывается на знаниях, полученных учащимися при изучении учебных дисциплин «Прикладная информатика», «Инженерная графика», «Обработка материалов и инструмент», «Технологическая оснастка», «Металлорежущие станки», «Технология машиностроения».

Программа учитывает междисциплинарные связи учебных дисциплин специализации: «Технология автоматизированного производства», «Автоматизация технологической подготовки производства», «Системы автоматизированного проектирования технологических процессов». С этой целью в учебной программе введен раздел «Программирование роботизированных технологических комплексов» и переработан раздел «Системы автоматизированного программирования».

Знания, полученные при изучении учебной дисциплины «Программирование обработки для автоматизированного оборудования», используются для выполнения дипломного проекта по специальности 2-36 01 01 «Технология машиностроения».

Преподавание должно иметь практическую направленность и учитывать уровень современного состояния науки и техники в области автоматизированного производства.

В результате изучения дисциплины учащиеся должны знать на уровне представления:

- общие сведения об автоматизации производственных процессов;

- принципы автоматизированного проектирования УП;

знать на уровне понимания:

- принципы подготовки УП механообработки;

- особенности автоматизированной подготовки данных и программирования на ЭВМ;

- методику разработки УП для основных видов автоматизированного оборудования на основании заданного технологического процесса обработки детали и инструкций программирования по алгоритму.

уметь:

-разрабатывать, контролировать и редактировать УП для автоматизированного оборудования в ручном режиме и с помощью систем автоматизированного программирования;

-вводить УП обработки детали в устройства числового управления, осуществлять её контроль и редактирование.

В программе сформулированы цели изучения каждой темы на основе характеристики деятельности обучаемого и уровней усвоения содержания изучаемого материала, прогнозируются результаты достижения этих целей; приведены критерии оценки результатов учебной деятельности обучающихся на основе десятибалльной шкалы и показателей оценки результатов (постановление Министерства образования Республики Беларусь от 29.03.2004 №17).

С целью контроля знаний и умений учащихся программой предусмотрено выполнение двух обязательных контрольных работ, время на которые выделяется из общего бюджета времени, отводимого на дисциплину.

Для прочного усвоения и систематизации знаний, развития технического мышления, приобретения практических навыков программой предусмотрено проведение шестнадцати практических и четырёх лабораторных работ.

Тематический план

Раздел, тема	Количество часов		
	Всего	В том числе	
		На лабораторные работы	На практические работы
1	2	3	4
Введение	2		
Раздел 1 Общие сведения об автоматизации производственных процессов с помощью программного управления (ПУ)	8		
1.1 Общие сведения о ПУ производственными процессами в машиностроении	2		
1.2 Классификация систем программного управления	4		
1.3 Принципы наладки автоматизированного оборудования	2		
Раздел 2 Подготовка к разработке управляющей программы (УП)	10		
2.1 Основные понятия и определения.	2		
2.2 Этапы разработки управляющей программы	2		
2.3 Документация для разработки, управляющей программы	2		
2.4 Система координат станка, детали, инструмента	2		
2.5 Элементы траектории инструмента	2		
Раздел 3 Кодирование и запись управляющей программы	12		4
3.1 Структура УП и её формат	2		
3.2 Кодирование элементов управляющей программы.	10		4
Раздел 4 Программирование технологических процессов механической обработки для автоматизированного оборудования	83	6	30
4.1 Программирование обработки для токарных станков с числовым программным управлением	25	4	8
<i>Обязательная контрольная работа №1</i>			
4.2 Программирование обработки для фрезерных станков с числовым программным управлением	15		6
4.3 Программирование обработки для электроэрозионных станков с числовым программным управлением	10		4
4.4 Программирование обработки для сверлильных станков с числовым программным управлением	16		6
4.5 Программирование обработки для многоцелевых	17	2	6

станков с числовым программным управлением			
Обязательная контрольная работа №2	1		
Раздел 5 Программирование роботизированных технологических комплексов (РТК)	9		2
5.1 Особенности программирования промышленных роботов в составе РТК	9		2
Раздел 6 Системы автоматизированного программирования (САП)	36	8	14
6.1 Принципы автоматизации подготовки управляющих программ	4		
6.2 Графическое и информационное обеспечение САП	14		10
6.3 Система автоматизированного программирования для станков с ЧПУ	18	8	4
Итого	160	14	50

Содержание программы

Цели изучения темы	Содержание темы	Результат
Введение		
Сформировать представление о целях и задачах учебной дисциплины, её содержании, связи с другими учебными дисциплинами. Ознакомить со значением и особенностями программирования в области автоматизации технологических процессов машиностроения	Цели и задачи учебной дисциплины, её содержание и связь с другими учебными дисциплинами. Значение и особенности программирования при автоматизации машиностроительного производства.	Высказывает общие суждения о целях и задачах учебной дисциплины, о значении и особенностях программирования для автоматизированного оборудования.
Раздел 1 Общие сведения об автоматизации производственных процессов с помощью программного управления (ПУ)		
Тема 1.1 Общие сведения о ПУ производственными процессами в машиностроении		
Сформировать представление о сущности ПУ Ознакомить с историей развития ПУ технологическим оборудованием и его видами Показать преимущества использования ПУ производственными процессами.	Сущность программного управления. Историческая справка. Виды программного управления технологическим оборудованием и области его применения. Основные преимущества использования программного управления в промышленном производстве.	Высказывает суждения о сущности ПУ, констатирует исторический ход развития ПУ с учётом его видов. Доказывает целесообразность использования ПУ производственными процессами.
Тема 1.2 Классификация систем числового программного управления (ЧПУ)		
Дать определение системы ЧПУ, основных и вспомогательных функций устройств ЧПУ. Сформировать знания о классификации систем ЧПУ, их обозначении.	Определение системы ЧПУ, основные и вспомогательные функции устройств ЧПУ. Классификация систем ЧПУ по назначению, по числу потоков информации, по способу задания информации в программе, по функциональным возможностям и др. Обозначение устройств ЧПУ.	Дает определение системы ЧПУ, называет основные и вспомогательные функции устройств ЧПУ. Классифицирует системы ЧПУ, расшифровывает их обозначение.

Цели изучения темы	Содержание темы	Результат
Тема 1.3 Принципы наладки автоматизированного оборудования		
<p>Дать понятие о наладке технологического оборудования с ЧПУ. Сформировать знания о наладке нулевого положения в зависимости от способа установки заготовки и основных приемах наладки станка с ЧПУ.</p>	<p>Сущность наладки технологического оборудования с ПУ. Наладка нулевого положения. Комплекс приёмов наладки станка с ЧПУ для различных способов установки заготовки на станке.</p>	<p>Объясняет необходимость наладки технологического оборудования с ЧПУ. Описывает приёмы наладки нулевого положения, учитывая способ установки заготовки и особенности станка с ЧПУ.</p>
Раздел 2 Подготовка к разработке управляющей программы (УП)		
Тема 2.1 Основные понятия и определения. Тема 2.2 Этапы разработки УП		
<p>Сформировать знания об управляющей программе (УП) и информации, входящей в УП. Ознакомить с видами программноносителей.</p> <p>Систематизировать знания о стадиях и этапах проектирования техпроцессов для станков с ЧПУ. Сформировать знания об этапах разработки УП.</p>	<p>Понятие «управляющая программа» (УП) и её состав. Виды программноносителей.</p> <p>Стадии и этапы проектирования техпроцессов обработки на станках с ЧПУ. Сущность этапов разработки УП</p>	<p>Раскрывает понятие «УП». Называет виды информации, закодированной в УП и используемые программноносители.</p> <p>Определяет стадии и этапы проектирования техпроцессов для станков с ЧПУ. Описывает содержание этапов разработки УП</p>
Тема 2.3 Документация для разработки УП		
<p>Сформировать знания об основных видах документации для подготовки УП и обработки партии деталей.</p>	<p>Справочная документация для разработки техпроцессов обработки деталей и подготовки УП. Сопроводительная документация для подготовки УП и обработки партии деталей на станках ЧПУ.</p>	<p>Определяет перечень необходимой справочной и сопроводительной документации для разработки УП, объясняет её назначение</p>
Тема 2.4 Система координат станка, детали и инструмента		
<p>Сформировать знания о</p>	<p>Система координат станка в</p>	<p>Раскрывает понятия «систем</p>

Цели изучения темы	Содержание темы	Результат
системах координат станка, детали и инструмента.	соответствии с рекомендациями ИСО. Нуль станка. Исходная точка. Точка начала обработки. Система координат детали. Нулевая точка детали. Опорные точки. Система координат инструмента. Связь всех систем координат.	координат станка, детали и инструмента». Объясняет их значение и взаимосвязь.
Тема 2.5 Элементы траектории инструмента		
Сформировать знания о технологических и геометрических характеристиках элементов траектории движения инструмента. Дать понятие «Эквидистанты» и способах её расчёта.	Технологические характеристики элементов траектории движения инструмента: ускоренный ход, рабочий ход пауза. Геометрические характеристики элементов траектории: прямая, окружность, точка. Понятие об эквидистанте и её аппроксимации.	Описывает элементы траекторий движения инструмента. Рассчитывает координаты опорных точек обрабатываемого контура и эквидистанты.
Раздел 3 Кодирование и запись УП Тема 3.1 Структура УП и её формат		
Сформировать знания о необходимой технологической, геометрической и вспомогательной информации при разработке УП. Сформировать знания о структуре УП, ознакомить с перечнем используемых символов кода ИСО. Научить кодировать информацию в УП с учётом требуемого формата.	Содержание УП: технологическая, геометрическая и вспомогательная информация. Структура УП: кадр, слово, символ, адрес. Символы кода ИСО, используемые в УП. Формат УП для различного технологического оборудования с ЧПУ.	Описывает необходимую технологическую, геометрическую и вспомогательную информацию, структурируя её. Характеризует используемые символы кода ИСО для разработки УП. Распознаёт информацию в предложенном формате УП.
Тема 3.2 Кодирование элементов управляющей программы		

Цели изучения темы	Содержание темы	Результат
Сформировать знания об используемых подготовительных функциях в УП. Научить программировать линейную и круговую интерполяцию с учётом необходимого инструмента и его коррекции в требуемых режимах обработки. Сформировать знания об используемых вспомогательных функциях.	Кодирование подготовительных функций в УП. Кодирование линейной и круговой интерполяции. Кодирование функций инструмента и его коррекции. Кодирование режимов обработки детали. Кодирование вспомогательных функций.	Описывает необходимые подготовительные и вспомогательные функции для обработки конкретной детали. Программирует необходимую траекторию движения с учётом коррекции и изменяющихся режимов обработки.
Практическая работа №1		
Сформировать умения кодировать траекторию инструмента в заданном формате УП	Кодирование траектории инструмента в заданном формате УП	Кодирует траекторию инструмента в заданном формате УП
Раздел 4 Программирование технологических процессов механической обработки для автоматизированного оборудования		
Тема 4.1 Программирование обработки для токарных станков с ЧПУ		
Систематизировать знания об исходных данных для разработки расчетно-технологической карты и последовательности её оформления. Сформировать знания по разработке РТК и карты наладки (КН). Сформировать знания о порядке разработки УП обработки детали на токарных станках с ЧПУ.	Исходные данные для разработки операционной расчетно-технологической карты (РТК) обработки детали на токарном станке с ЧПУ. Последовательность оформления РТК. Разработка карты наладки (КН) для токарной операции с ЧПУ. Команды управляющей системы. Пример разработки УП обработки детали на токарном станке с ЧПУ.	Приводит перечень исходных данных, необходимых для оформления РТК и КН в требуемой последовательности. Оформляет РТК и КН для токарной операции с ЧПУ. Определяет требуемый набор используемых команд управляющей системы токарного станка с ЧПУ. Излагает порядок разработки УП обработки типовой детали на токарном станке с ЧПУ.
Практическая работа №2		

Цели изучения темы	Содержание темы	Результат
Сформировать умения по разработке расчётно-технологической карты на токарную операцию с ЧПУ.	Разработка расчётно-технологической карты на токарную операцию с ЧПУ.	Разрабатывает расчётно-технологическую карту на токарную операцию с ЧПУ.
Практическая работа №3		
Сформировать умения по программированию токарной операции с ЧПУ для детали типа «вал», «втулка».	Разработка УП обработки детали на токарном станке с ЧПУ.	Программирует обработку на токарном станке с ЧПУ для детали по выбору.
Лабораторная работа №1		
Сформировать умения по вводу УП на токарную обработки с помощью клавиатуры. Изучить методы контроля и редактирования УП.	Изучение режимов ввода, контроля и редактирования УП для УЧПУ токарного станка.	Производит ввод информации УП, контроль УП, устраняет обнаруженные ошибки в УП.
Обязательная контрольная работа №1		
Тема 4.2 Программирование обработки для фрезерных станков с ЧПУ		
Систематизировать знания об исходных данных для разработки РТК и последовательности её оформления. Сформировать знания по разработке РТК и КН для фрезерной операции с ЧПУ. Изучить команды управляющей системы фрезерного станка с ЧПУ. Сформировать знания о порядке программирования фрезерной операции с ЧПУ для типовой детали.	Исходные данные для разработки операционной РТК обработки детали на фрезерном станке с ЧПУ. Последовательность оформления РТК. Разработка карты наладки (КН) для фрезерной операции с ЧПУ. Команды управляющей системы фрезерного станка с ЧПУ. Пример разработки УП обработки детали на фрезерном станке с ЧПУ.	Приводит перечень исходных данных, необходимых для оформления РТК и КН в требуемой последовательности. Оформляет РТК и КН для фрезерной операции с ЧПУ. Определяет требуемый набор используемых команд управляющей системы фрезерного станка с ЧПУ. Излагает порядок программирования обработки типовой детали на фрезерном станке с ЧПУ.
Практическая работа №4		
Сформировать умения по разработке расчётно-технологической	Разработка расчётно-технологической карты на фрезерную	Разрабатывает расчётно-технологическую карту на фрезерную

Цели изучения темы	Содержание темы	Результат
карты на фрезерную операцию с ЧПУ	операцию с ЧПУ	операцию с ЧПУ
Практическая работа №5		
Сформировать умения по программированию фрезерной операции с ЧПУ для детали по выбору.	Разработка УП обработки детали на фрезерном станке с ЧПУ.	Программирует обработку на фрезерном станке с ЧПУ для любой обрабатываемой поверхности по выбору.
Тема 4.3 Программирование обработки для электроэрозионных станков с ЧПУ		
Систематизировать знания об исходных данных для разработки РТК. Сформировать знания по разработке РТК для электроэрозионной операции с ЧПУ. Изучить команды управляющей системы электроэрозионного станка с ЧПУ. Сформировать знания о порядке программирования электроэрозионной операции с ЧПУ.	Исходные данные для разработки операционной РТК обработки детали на электроэрозионном станке с ЧПУ. Разработка РТК для электроэрозионной операции с ЧПУ. Команды управляющей системы электроэрозионного станка с ЧПУ. Пример разработки УП обработки детали на электроэрозионном станке с ЧПУ.	Приводит перечень исходных данных, необходимых для оформления РТК и КН. Оформляет РТК для электроэрозионной операции с ЧПУ. Определяет требуемый набор используемых команд управляющей системы. Излагает порядок программирования обработки типовой детали на электроэрозионном станке с ЧПУ.
Практическая работа №6		
Сформировать умения по программированию электроэрозионной операции с ЧПУ для детали по выбору.	Разработка УП обработки деталей на электроэрозионном станке с ЧПУ.	Программирует обработку на электроэрозионном станке для выбранной детали.
Тема 4.4 Программирование обработки для сверлильных станков с ЧПУ		
Систематизировать знания об исходных данных для разработки РТК и последовательности её оформления. Изучить команды управляющей	Исходные данные для разработки операционной РТК обработки детали на сверлильном станке с ЧПУ. Разработка РТК и КН для	Приводит перечень исходных данных, необходимых для оформления РТК и КН. Оформляет РТК и КН для сверлильной операции с ЧПУ.

Цели изучения темы	Содержание темы	Результат
<p>системы сверлильного станка с ЧПУ</p> <p>Сформировать знания о порядке программирования сверлильной операции с ЧПУ для типовой детали.</p>	<p>сверлильной операции с ЧПУ. Команды управляющей системы сверлильного станка с ЧПУ. Стандартные циклы обработки отверстий.</p> <p>Пример разработки УП обработки детали на сверлильном станке с ЧПУ.</p>	<p>Определяет требуемый набор используемых команд управляющей системы сверлильного станка с ЧПУ. Излагает порядок программирования обработки типовой детали на сверлильном станке с ЧПУ.</p>
Практическая работа №7		
<p>Сформировать умения по разработке расчётно-технологической карты на сверлильную операцию с ЧПУ</p>	<p>Разработка расчётно-технологической карты на сверлильную операцию с ЧПУ</p>	<p>Разрабатывает расчётно-технологическую карту на сверлильную операцию с ЧПУ</p>
Практическая работа №8		
<p>Сформировать умения по программированию сверлильной операции с ЧПУ для детали по выбору</p>	<p>Разработка УП обработки детали на сверлильном станке с ЧПУ</p>	<p>Программирует на сверлильном станке с ЧПУ обработку предлагаемой детали.</p>
Тема 4.5 Программирование обработки для многоцелевых станков с ЧПУ		
<p>Систематизировать знания об исходных данных для разработки РТК</p> <p>Сформировать знания по разработке РТК и КН для многоцелевой операции с ЧПУ. Изучить команды управляющей системы многоцелевого станка с ЧПУ.</p> <p>Сформировать знания о порядке программирования многоцелевой операции с ЧПУ</p>	<p>Исходные данные для разработки операционной РТК обработки детали на многоцелевом станке с ЧПУ</p> <p>Разработка РТК и КН для многоцелевой операции с ЧПУ.</p> <p>Команды управляющей системы многоцелевого станка с ЧПУ.</p> <p>Пример разработки УП обработки детали на многоцелевом станке с ЧПУ.</p>	<p>Приводит перечень исходных данных необходимых для оформления РТК . Оформляет РТК и КН для многоцелевой операции с ЧПУ.</p> <p>Определяет требуемый комплект используемых команд управляющей системы многоцелевого станка с ЧПУ.</p> <p>Излагает порядок программирования обработки типовой детали на многоцелевом станке с ЧПУ.</p>
Практическая работа №9		

Цели изучения темы	Содержание темы	Результат
Сформировать умения по разработке расчётно-технологической карты на многоцелевую операцию с ЧПУ.	Разработка расчётно-технологической карты на многоцелевую операцию с ЧПУ.	Разрабатывает расчётно-технологическую карту на многоцелевую операцию с ЧПУ.
Практическая работа №10		
Сформировать умения по программированию многоцелевой операции с ЧПУ для детали по выбору.	Разработка УП обработки детали на многоцелевом станке с ЧПУ.	Программирует обработку на многоцелевом станке с ЧПУ предлагаемой детали.
Лабораторная работа №2		
Сформировать умения по вводу, редактированию и контролю информации в УП для многоцелевой операции с ЧПУ.	Изучение режимов ввода, редактирования и контроля УП для УЧПУ многоцелевого станка.	Отрабатывает режимы ввода, редактирования и контроля УП для многоцелевого станка с ЧПУ.
Обязательная контрольная работа №2		
Раздел 5 Программирование роботизированных технологических комплексов (РТК)		
Тема 5.1 Особенности программирования промышленных роботов (ПР) в составе РТК		
Систематизировать знания о видах программного управления ПР. Сформировать знания о методах и особенностях программирования ПР. Обучить методике разработки УП для ПР в составе РТК. Сформировать знания по программированию работы промышленного робота в составе РТК.	Виды программного управления промышленными роботами (ПР). Методы программирования ПР. Особенности программирования ПР. Особенности программирования и записи УП для ПР при разных видах управления. Методика разработки УП для ПР в составе РТК. Пример разработки УП для РТК.	Определяет виды программного управления промышленными роботами. Характеризует методы и особенности программирования ПР. Описывает методику разработки УП для ПР в составе РТК. Программирует работу ПР в составе РТК для конкретного вида работы.
Практическая работа №11		
Сформировать умения по программированию обслуживающего робота для РТК.	Разработка УП обслуживающего робота для РТК.	Программирует работу обслуживающего робота в составе РТК.

Цели изучения темы	Содержание темы	Результат
Раздел 6 Системы автоматизированного программирования (САП)		
Тема 6.1 Принципы автоматизации подготовки управляющих программ		
Дать понятие о необходимости и преимуществах автоматизации подготовки УП. Сформировать знания о САП, их классификации, структуре и языках программирования.	Сущность автоматизации подготовки УП. САП и их классификация. Структура САП: препроцессор, процессор, постпроцессор. Языки САП.	Объясняет необходимость и преимущества автоматизации подготовки УП. Классифицирует САП, раскрывает назначение, структуру и используемые языки САП.
Тема 6.2 Графическое и информационное обеспечение систем автоматизированного программирования		
Сформировать знания об обозначении обрабатываемого контура, зон обработки. Обучать основам записи геометрической и технологической информации в САП в требуемой последовательности для различных видов обработки.	Обозначение обрабатываемого контура детали, зон обработки для различных операций механической обработки. Запись геометрических элементов контура обрабатываемой детали. Запись информации об инструментах, режимах работы, циклах обработки деталей на разных видах металлорежущего оборудования с ЧПУ.	Производит описание обрабатываемого контура детали, зон обработки и другой геометрической и технологической информации, необходимой для формирования УП в САП для различных видов металлорежущего оборудования с ЧПУ.
Практическая работа №12		
Сформировать умения по подготовке геометрической информации для комплекта исходных данных для расчета УП в САП.	Запись геометрической информации для комплекта исходных данных для расчёта УП в САП.	Формирует комплект геометрических образов обрабатываемых поверхностей детали для САП.
Практическая работа №13		
Сформировать умения по подготовке комплекта исходных данных для расчета УП в САП для станков токарной группы с ЧПУ.	Разработка комплекта исходных данных для расчёта УП в САП для станков токарной группы с ЧПУ.	Разрабатывает комплект исходных данных для расчета УП в САП для станков токарной группы с ЧПУ.
Практическая работа №14		
Сформировать умения по	Разработка комплекта	Разрабатывает комплект

Цели изучения темы	Содержание темы	Результат
подготовке комплекта исходных данных для расчета УП в САП для станков сверлильно-расточно-фрезерной группы.	исходных данных для расчёта УП в САП для станков сверлильно-расточно-фрезерной группы.	исходных данных для расчёта УП в САП для станков сверлильно-расточно-фрезерной группы.
Тема 6.3 Система автоматизированного программирования для станков с ЧПУ		
Дать понятие о комплексе технических средств подготовки УП в САП и режимах работы. Систематизировать знания по базовому программному обеспечению АРМ. Сформировать знания по методике разработки УП в диалоговом режиме работы для различных видов станков с ЧПУ и работе периферийного оборудования. Сформировать представление о перспективах автоматизации подготовки УП на станках с ЧПУ	Автоматизированное рабочее место технолога-программиста (АРМ-ТП), режимы работы. Базовое программное обеспечение. Пакеты прикладных программ. Методика разработки УП в диалоговом режиме для различного технологического оборудования с ЧПУ. Работа с периферийным оборудованием. Перспективы автоматизации подготовки УП обработки деталей на станках с ЧПУ	Определяет необходимый состав технических средств для работы в САП и требуемый пакет базового программного обеспечения. Объясняет методику разработки УП в диалоговом режиме, называет особенности работы для различных видов станков с ЧПУ в зависимости от пакета прикладных программ. Приводит перспективы автоматизации подготовки УП обработки деталей на станках ПУ
Практическая работа №15		
Сформировать умения по заполнению базы данных для разработки УП в САП по конкретной детали типа «тел вращения»	Подготовка базы данных для разработки УП в САП для станков токарной группы с ЧПУ.	Описывает необходимый набор данных, требуемый для разработки УП в САП для обрабатываемой детали.
Лабораторная работа №3		
Сформировать умения по разработке УП в диалоговом режиме для станков токарной группы с ЧПУ.	Разработка УП в диалоговом режиме для станков токарной группы с ЧПУ.	Разрабатывает УП в диалоговом режиме для станков токарной группы с ЧПУ.
Практическая работа №16		
Сформировать умения по	Подготовка базы данных для	Записывает необходимый набор

Цели изучения темы	Содержание темы	Результат
заполнению базы данных для разработки УП в САП по конкретной детали типа «крышка», «корпус».	разработки УП в САП для станков сверлильно-расточно-фрезерной группы с ЧПУ.	данных, требуемый для разработки УП в САП для конкретной обрабатываемой детали.
Лабораторная работа №4		
Сформировать умения по разработке УП в диалоговом режиме для станков сверлильно-фрезерно-расточно-фрезерной группы с ЧПУ.	Разработка УП в диалоговом режиме для станков сверлильно-расточно-фрезерной группы с ЧПУ.	Разрабатывает УП в диалоговом режиме для станков сверлильно-расточно-фрезерной группы с ЧПУ.

Критерии оценки результатов учебной деятельности учащихся

Отметка в баллах	Показатели оценки
1 (один)	Узнавание отдельных объектов изучения программного учебного материала, предъявленных в готовом виде (в области программирования обработки: основных терминов, понятий, определений, символов адресов, слов УП и т.д.)
2 (два)	Различение объектов изучения программного материала предъявленных в готовом виде (терминов и определений, типовых схем обработки и т.д.); осуществление соответствующих практических действий (кодирование размерных перемещений, скоростей подач, смены инструмента и т.д.)
3 (три)	Воспроизведение части программного материала по памяти (выбирает необходимые подготовительные, вспомогательные функции, фрагментарно перечисляет параметры используемых циклов обработки и т.д.); осуществление умственных и практических действий по образцу (составление кадров УП, содержащих перемещения, задание скорости подачи и шпинделя и т.д.)
4 (четыре)	Воспроизведение большей части программного учебного материала (описание с элементами объяснения использования функций программирования и их параметров, способов задания линейной и круговой интерполяции и т.д.); применение знаний в знакомой ситуации по образцу (составление фрагментов УП для различных технологических операций и т.д.); наличие единичных существенных ошибок
5 (пять)	Осознанное воспроизведение большей части программного учебного материала (описание назначения и необходимости использования функций для программирования обработки на различных видах оборудования); применение знаний в знакомой ситуации по образцу (составление УП для различных систем ЧПУ с учетом коррекции, работа в САП и т.д.); наличие несущественных ошибок
6 (шесть)	Полное знание и осознанное воспроизведение всего программного учебного материала; владение программным учебным материалом в знакомой ситуации (развёрнутое описание используемых подготовительных и вспомогательных функций, их действие с учётом последовательности обработки и т.д.); выполнение практических заданий по образцу на основе предписаний ; наличие несущественных ошибок
7 (семь)	Полное, прочное знание и воспроизведение программного учебного материала; владение программным учебным материалом в знакомой ситуации (развёрнутое описание используемых подготовительных функций, их выбор при использовании оборудования различных групп, объяснение величин параметров постоянных циклов обработки; методик

	определения геометрических элементов на языке САП и т.д.); недостаточно самостоятельное выполнение заданий; наличие единичных несущественных ошибок
8 (восемь)	Полное, прочное, глубокое знание и воспроизведение программного учебного материала; оперирование программным учебным материалом в знакомой ситуации (развёрнутое описание используемых подготовительных и вспомогательных функций, их выбор при использовании оборудования различных групп, расчёт и обоснование величин параметров постоянных циклов обработки, программирование обработки типовых деталей с учётом изменившихся исходных данных и т.д., самостоятельное выполнение заданий, в том числе работа в САП); наличие единичных несущественных ошибок
9 (девять)	Полное, прочное, глубокое, системное знание программного учебного материала; оперирование программным учебным материалом в частично измененной ситуации (развёрнутое описание используемых подготовительных и вспомогательных функций, их выбор при использовании оборудования различных групп, расчёт и обоснование величин параметров постоянных циклов обработки, программирование обработки деталей для различных видов металлорежущих станков с выбором оптимального варианта обработки и т.д.); наличие действий и операций творческого характера для выполнения заданий с поиском альтернативных способов и рациональных путей выполнения заданий и т.д.
10 (десять)	Свободное оперирование программным учебным материалом; применение знаний и умений в незнакомой ситуации (самостоятельный поиск, изучение, анализ и объяснение незнакомого материала с помощью электронных средств обучения, выполнение творческих работ и заданий по настройке и расширению возможностей программного обеспечения, поиск и самостоятельное изучение руководств программиста для оборудования с ЧПУ и т.д.).

Перечень оснащения кабинета

Наименование	Количество
Технические устройства	
Компьютер	1
Мультимедийный проектор	1
<i>Дидактическое обеспечение</i>	
Учебные аудио-, видеозаписи	
Пульты управления станками с числовым программным управлением (ЧПУ)	5
Электронные средства обучения	
Компьютерные обучающие программы	1
Электронные пособия, учебники, справочные издания	1
Учебно-производственное оборудование	
Станок-тренажёр	2
Методические средства для проведения лабораторных и практических работ	
Методические указания для проведения практических и лабораторных работ	15
Средства защиты	
Аптечка медицинская	1
Оборудование помещения	
Доска классная	1
Информационный стенд	6
Стол для преподавателя	1
Стол для учащихся	15
Стул	31

Литература

Основная:

- 1 Гжиров, Р.И., Серебrenицкий, П.П., «Программирование обработки на станках с ЧПУ: справочник»- Л. Машиностроение, 1990. 588с.
- 2 Данилевский, В.В. , Гельфгат, Ю.И. «Лабораторные работы и практические занятия по технологии машиностроения»: Учебное пособие для машиностроительных специальностей техникумов. 2-е изд. М. ВШ, 1988.-148с
- 3 Жолобов, А.А., Мрочек, Ж.А. Программирование процессов обработки поверхностей на станках с ЧПУ. Белорус.-Рос. ун-т. – 2009.
- 4 Каштальян, И.А., Клевзович, В.И. «Обработка на станках с числовым программным управлением»- Мн.: ВШ, 1989. –271с.
- 5 Серебrenицкий, П.П., Схиртладзе, А.Г., «Программирование для автоматизированного оборудования» М.: ВШ, 2003.-592с.

Дополнительная:

- 1 Грачев, Л.Н. и др. «Конструкция и наладка станков с программным управлением и роботизированных комплексов»- М.: Машиностроение,1986.-288с.
- 2 Косилова, А.Г., Мещеряков, Р.К. «Справочник технолога-машиностроителя», в 2-х томах. – М.: Машиностроение, 2001. –912с.
- 3 Локтева, С.Е. «Станки с программным управлением и промышленные роботы».-М.: Машиностроение, 1986. –320с.
- 4 Новиков, В.Ю., Схиртладзе, А.Г. «Технология станкостроения»- М: Машиностроение, 1990. –256с.

Перечень ТНПА

- ГОСТ 20523-80. ЕСТД. Устройства числового программного управления станками. Термины и определения.
- ГОСТ 2099-78. ЕСТД. Символы кода ИСО для станков с числовым программным управлением.
- ГОСТ 20999-83 (СТ СЭВ 3585-82). Устройство числового программного управления для металлообрабатывающего оборудования. Кодирование информации управляющих программ.
- ГОСТ 25685-83. ЕСТД. Роботы промышленные. Классификация.
- ГОСТ 3.1404-86. ЕСТД. Формы и правила оформления документов на технологические процессы и операции обработки резанием.
- ГОСТ 3.1418-86. ЕСТД. Формы и правила оформления документов на технологические процессы и операции с ЧПУ.
- ГОСТ 3.1702-79. ЕСТД. Правила записи операций и переходов. Обработка резанием.

Перечень существенных и несущественных ошибок
по учебной дисциплине «Программирование обработки для
автоматизированного оборудования» для специальности
2-36 01 01 01 «Технология машиностроения (производственная деятельность)»

Существенными ошибками являются:

- ошибки в понятиях основных терминов и определений в области программирования обработки деталей для автоматизированного оборудования;
- ошибки в описании сущности стадий и этапов разработки управляющих программ для станков с ЧПУ, сущности приёмов наладки и подналадки автоматизированного оборудования;
- ошибки в перечне необходимой справочной и сопроводительной документации для разработки управляющих программ (УП);
- ошибки в расчёте координат опорных точек траектории движения инструмента, приводящие к искажению формы и получаемых размеров поверхностей;
- ошибки в выборе необходимых подготовительных и вспомогательных функций для программирования конкретной траектории;
- ошибки в оформлении расчётно-технологической карты и карты наладки для станков токарной, фрезерной, сверлильно-расточной, фрезерной группы станков с ЧПУ, в перечне исходной информации, для разработки данной документации;
- отсутствие на расчётно-наладочной карте размерной привязки нуля станка, детали и инструмента;
- ошибки в основах программирования обработки детали на токарном, фрезерном, сверлильном электроэрозионном, многоцелевом станках с ЧПУ работы обслуживающего робота;
- ошибки в определении сущности и преимуществ подготовки управляющих программ в системе автоматизированного программирования (САП);
- ошибки в выборе операторов описания исходных данных для расчёта УП в системах автоматизированного программирования для различных групп оборудования;
- ошибки в определении состава технических средств при работе в САП и состава, пакета прикладных программ;
- ошибки в методике разработки УП в диалоговом режиме для различных видов станков с ЧПУ.

Несущественными ошибками являются:

- неполная классификация систем числового программного управления и расшифровка их обозначения;
- неполное изложение перечня исходных данных для оформления сопроводительной документации для разработки УП;
- завышение или занижение величины рабочих и холостых ходов при расчёте траектории движения инструмента;
- арифметические ошибки в расчётах координат опорных точек траектории движения инструмента;
- ошибки в представлении информации в тексте УП согласно заданному формату УП;

- неполное использование оптимальных и рациональных подготовительных и вспомогательных функций в тексте УП постоянных циклов, исходя из возможностей оборудования;
- ошибки в расчётах величин снимаемого припуска в процессе чистовой и черновой обработки, режимов резания;
- неполное изложение модификаторов описания геометрического контура детали и технологической информации для формирования УП в САП.

Теоретический материал по темам учебной программы

Раздел 1 Общие сведения об автоматизации производственных процессов с помощью программного управления (ПУ)

Тема «Цели и задачи дисциплины»

По расчетам специалистов доля станков с ЧПУ в мире возросла до 50-65%.

Современные системы обеспечивают дискретность позиционирования 0,5...1мкм, и даже в специальных случаях 0,25 мкм при стабильности 0,1мкм; бесступенчатое регулирование $n_{мп}$ с сохранением $V=const$ при переходе на другой диаметр; возможность углового позиционирования шпинделя для ориентированной установки в патрон несимметричной заготовки, для осуществления вне осевой (поперечной) обработки сверлением или фрезерованием. Новые системы ЧПУ предусматривают компенсацию систематических погрешностей обработки, связанных с тепловыми деформациями технологической системы, влиянием люфтов на точность перемещений при реверсе, вводится автоматическая коррекция накопленных погрешностей перемещений, связанных с отклонениями шага ходового влита. Созданы и развиваются устройства, компенсирующие погрешность закрепления заготовки путем коррекции положения заготовки. Вводится автоматическое измерение размеров (датчики контактного типа), для осуществления автоматической коррекции положения инструмента, это исключает появление даже штучного брака. Вводятся ограничители по предельной мощности резания, силе, крутящему моменту для предотвращения поломки инструмента и появления брака.

В УЧПУ токарных станков используют стандартные циклы обработки геометрических элементов заготовок, целые подпрограммы обработки типовых деталей, чрезвычайно упрощается осуществление групповой обработки.

Расширяется адаптивное управление по силе и мощности резания, изменяющее $n_{мп}$ и S . Эти системы отличаются высоким быстродействием, так изменение по сигналу системы происходит за один оборот шпинделя, а $n_{мп}$ снижается с 10000 до 0об/мин за несколько миллисекунд. Особенно целесообразно применение таких адаптивных систем при значительных колебаниях припуска и механических свойств обработки материалов.

Для серийных и крупносерийных производств станки с ЧПУ поставляются с загрузочными устройствами для установки и снятия заготовок из патрона. Эти станки могут включаться в гибкие автоматические участки, управляемые от общей ЭВМ. Максимальная частота вращения шпинделя возрастает до 30000об/мин, скорость холостых ходов 100-150м/мин. Для повышения жесткости, облегчения удаления стружки, СОЖ 65% современных токарных станков с ЧПУ выпускаются с наклонным или вертикальным расположением направляющих (например: СТП).

Современные обрабатывающие центры снабжаются устройствами для смены отдельных инструментов и многошпиндельных головок, для установки на горизонтальном шпинделе вертикальной шпиндельной головки, имеющей свое устройство автоматической смены инструментов и даже

инструментальных магазинов. Обрабатывающие центры снабжаются сменными столами, наборами поворотных плит-спутников (палет) для автоматической смены обрабатываемых заготовок различных типов и размеров. Подобные станки могут работать автономно или в составе ГПС в режиме безлюдной технологии в течение 18...22 часов в сутки. Современные ОЦ снабжаются автоматическими устройствами для контроля состояния режущего инструмента и степени его затупления по затраченной мощности, крутящему моменту и силе тока, по составляющим P_x и P_y ; предусмотрена смена режущего инструмента на основе программы по расчетному периоду его стойкости. Степень размерного износа инструмента для коррекции его положения определяется по результатам автоматических измерений обрабатываемой заготовки или измерений инструмента непосредственно на станке.

Цель дисциплины – сформировать систему знаний об автоматизации производственных процессов.

Задачи дисциплины:

- изучить принципы подготовки управляющих программ механообработки, для основных видов автоматизированного оборудования (АО) на основании заданного технологического процесса обработки детали и инструкций программирования по алгоритму;

- сформировать умения вводить управляющие программы обработки детали в устройство числового программного управления, осуществлять ее контроль и редактирование в ручном режиме и с помощью систем автоматизированного программирования.

Тема «Общие сведения о программном управлении (ПУ) производственными процессами»

Содержание темы:

- 1) История развития программного управления
- 2) Основные преимущества станков с числовым программным управлением (ЧПУ). Особенности обработки на станках с ЧПУ.
- 3) Типы систем программного управления станками

1) История развития программного управления

Изобретателем первого станка с числовым (программным) управлением (англ. Numerical Control, NC) является Джон Пэрсонс (John T. Parsons), работавший инженером в компании своего отца Parsons Inc, выпускавшей в конце Второй мировой войны пропеллеры для вертолетов. Он впервые предложил использовать для обработки пропеллеров станок, работающий по программе, вводимой с перфокарт.

В 1949 году ВВС США профинансировали Parsons Inc разработку станка для контурного фрезерования сложных по форме деталей авиационной техники. Однако, компания не смогла самостоятельно выполнить работы и обратилась за помощью в лабораторию сервомеханики Массачусетского технологического института (MIT). Сотрудничество Parsons Inc с MIT продолжалось до 1950 года. В 1950 году MIT приобрел компанию по производству фрезерных станков Hydro-Tel и отказался от сотрудничества с Parsons Inc, заключив самостоятельный контракт с ВВС США на создание фрезерного станка с программным управлением.

В сентябре 1952 года станок был впервые продемонстрирован публике – про него была напечатана статья в журнале Scientific American. Станок управлялся с помощью перфоленты.

Первый станок с ЧПУ отличался особой сложностью и не мог быть использован в производственных условиях. Первое серийное устройство ЧПУ было создано компанией Bendix Corp. в 1954 году и с 1955 года стало устанавливаться на станки. Широкое внедрение станков с ЧПУ шло медленно. Предприниматели с недоверием относились к новой технике. Министерство обороны США вынуждено было на свои средства изготовить 120 станков с ЧПУ, чтобы передать их в аренду частным компаниям.

Первыми отечественными станками с ЧПУ промышленного применения являются токарно-винторезный станок 1К62ПУ и токарно-карусельный 1541П. Эти станки были созданы в первой половине 1960-х годов. Станки работали совместно с управляющими системами типа ПРС-3К и другими. Затем были разработаны вертикально-фрезерные станки с ЧПУ 6Н13 с системой управления «Контур-3П». В последующие годы для токарных станков

наибольшее распространение получили системы ЧПУ отечественного производства 2P22 и Электроника НЦ-31.

В настоящее время станки с ЧПУ являются неотъемлемой частью современного машиностроительного производства. Достоинства станков с ЧПУ состоят в том, что они позволяют не только обрабатывать самые сложные детали, но и автоматизировать машиностроительное производство. Для эффективной эксплуатации станков с ЧПУ необходимо знать специальные правила программирования их работы. Программирование регламентировано ГОСТ 20999-83. В настоящее время на предприятиях эксплуатируются станки, выпущенные в разные годы. Поэтому устройства числового программного управления (УЧПУ) различаются как по устройству, так и по возможностям программирования. При возможности, морально устаревшие УЧПУ заменяют на более современные (upgrade). В результате станки одной и той же модели могут иметь разные УЧПУ. Поэтому в каждом случае рассматриваются конкретный комплекс «УЧПУ - станок» (УЧПУ - промышленное оборудование). Устройства ЧПУ, выпускаемые в последние годы, как правило, имеют встроенную ЭВМ и в обозначении имеют аббревиатуру CNC, а УЧПУ, не имеющие встроенную ЭВМ имеют аббревиатуру NC.

2) Основные преимущества станков с числовым программным управлением (ЧПУ).

Особенности обработки на станках с ЧПУ.

1. Скорость производства деталей увеличивается чуть ли ни вдвое. Достигается это за счёт обработки детали с одной или двух установок. Кроме того, сокращается время на смену инструмента – как правило, станки с ЧПУ оборудуются автоматической револьверной головкой, которая в процессе работы может менять режущий инструмент. Такая обойма инструмента может вместить в себя до 12 инструментов различного назначения.

2. Точность обработки деталей. Компьютерное управление станком максимально исключает негативные последствия от вмешательства в процесс обработки человеческого фактора. Обработка деталей на станках с ЧПУ выполняется с точностью до микрон.

3. Чистота обработки. Гидравлический привод под чётким контролем программного обеспечения станка движется с заданной скоростью настолько плавно, что при определённых настройках законченная деталь выглядит как полированная.

4. На станках с ЧПУ возможна быстрая обработка деталей сложной конфигурации. Станок методично, шаг за шагом, обрабатывает каждый пункт введённой в него программы – преградой на пути к достижению цели может стать только испорченный инструмент или внезапно пропавшее электричество.

5. Станки с ЧПУ дают возможность задействовать в производстве меньшее количество людей. Нормальным подходом к автоматизированному производству считается обслуживание одним оператором от двух до четырёх

станков – всё зависит от длительности обработки детали. Если полный цикл обработки изделия длится в течение 10-15 минут, то оператор вполне в состоянии обслуживать 2-3 станка.

3) Типы систем программного управления станками

По виду управления станки с ПУ делят на станки с системами циклового программного управления (ЦПУ) и станки с системами числового программного управления (ЧПУ). Системы ЦПУ более просты, так как в них программируется только цикл работы станка, а величины рабочих перемещений, т.е. геометрическая информация, задаются упрощенно, например, с помощью упоров. В станках с ЧПУ управление осуществляется от программоносителя, на который в числовом виде занесена и геометрическая, и технологическая информация.

В станках с ЦПУ технологическая информация записывается на программоносителе, а геометрическая - устанавливается при помощи переставных упоров. Установка и выверка упоров при наладке отнимает много времени, поэтому станки с ЦПУ применяют в крупносерийном производстве. В станках с ЧПУ вся информация записывается на программоносителе.

В станках с оперативной системой ЧПУ информация набирается оператором непосредственно на рабочем месте при помощи клавиатуры, расположенной на мини ЭВМ.

В обозначении моделей станков с ПУ после цифр пишутся следующие буквы:

Ц - станки с цикловым программным управлением (ЦПУ)

Ф - станки с числовым программным управлением (ЧПУ)

Т - станки с оперативной системой ЧПУ.

Тема «Классификация систем числового программного управления (ЧПУ)»

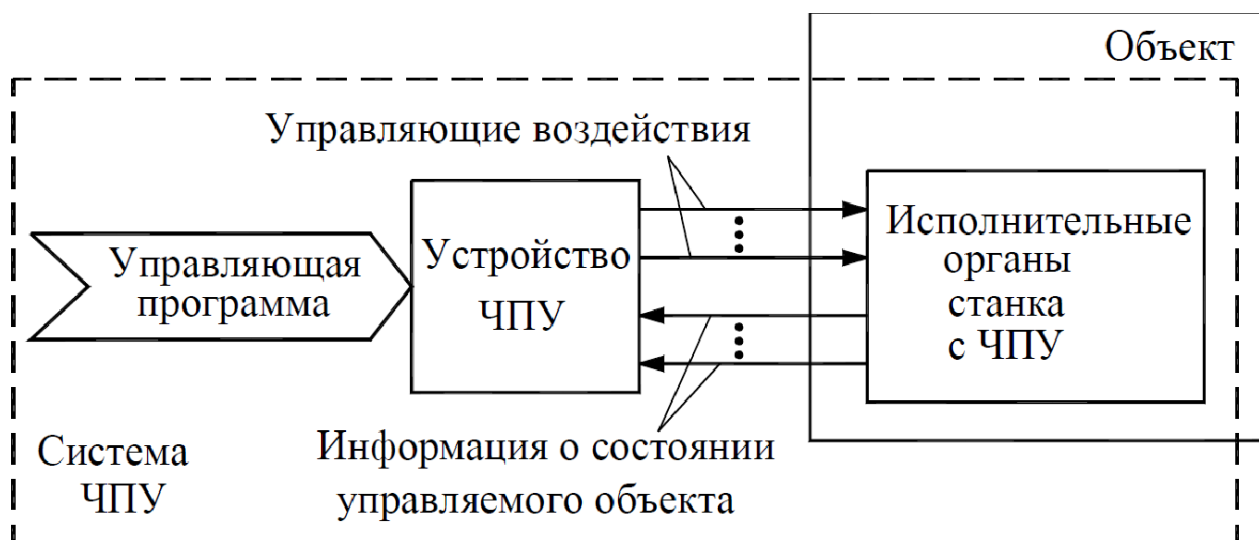
Содержание темы

- 1) Система числового программного управления (СЧПУ)
- 2) Основные и вспомогательные функции
- 3) Классификация систем ЧПУ станков

1) Система числового программного управления (СЧПУ)

Система числового программного управления (СЧПУ) — это совокупность специализированных устройств, методов и средств, необходимых для осуществления ЧПУ станками.

Устройство ЧПУ (УЧПУ) станками — это часть СЧПУ, выполненная как единое целое с ней и осуществляющая выдачу управляющих воздействий по заданной программе.



Модель управления оборудованием с ЧПУ

В устройствах ЧПУ для составления управляющих программ используется код ИСО-7 бит. Этот код разработан международной организацией стандартов.

Информация в коде ИСО-7бит записывается поперечными строчками на первых семи дорожках перфоленты. Именно поэтому данный код называется семибитным, что выделено обозначением 7бит. Восьмая дорожка является контрольной, отверстие в ней дополняет количество отверстий в строчке до четного.

2) Основные и вспомогательные функции

В системах программного управления функция G называется подготовительной, ею адресуют информацию, содержащую данные об изменении условий работы самой системы ЧПУ (линейная интерполяция, круговая интерполяция, включение блока резьбонарезания и т. д.). Код предусматривает 99 различных подготовительных команд, которые кодируются числом, записываемым за символом G (G00, G01, G02, G03, ..., G99).

Функция M называется вспомогательной и адресует информацию, характеризующую условия работы механизмов станка (конец программы, поворот револьверной головки, вращение шпинделя по часовой стрелке и т.д.). Код предусматривает различные по содержанию команды по адресу M, отличающиеся одна от другой числом, следующим после буквы M, например M00, M01, M02.

3) Классификация систем ЧПУ станков

По технологическому назначению системы ЧПУ классифицируются следующим образом: позиционные, контурные, универсальные, синхронные.

При *позиционном* управлении перемещение рабочих органов станка происходит в заданные точки, причем траектория перемещения не задается. Позиционные устройства ЧПУ обеспечивают автоматическое перемещение рабочего органа станка в координату, заданную программой, без обработки в процессе перемещения рабочего органа. Эти устройства применяют в сверлильно-расточных и других станках. Перемещение инструмента от одной точки (координаты) обработки к другой выполняется на ускоренных ходах. Специфичным для этого класса УЧПУ является требование обеспечения точности только при остановке в заданной координате. Вид траектории при перемещении из одной координаты в другую не задается. Однако время перемещения должно быть минимальным. Учитывая значительный процент холостых ходов в станках с позиционными системами ЧПУ, к приводу подач предъявляются требования высокого быстродействия и обеспечения значительных скоростей перемещения при малой дискретности. Контурное управление характеризуется перемещением органов станка по заданной траектории и с заданной скоростью для получения необходимого контура детали.

Контурное управление подразделяется на контурные прямоугольные системы ЧПУ, контурные криволинейные системы ЧПУ и синхронные системы ЧПУ.

Контурные прямоугольные системы ЧПУ используют в станках, у которых обработка проводится лишь при движении по одной координате и обрабатываемая поверхность параллельна направляющим данной координаты. В большинстве станков применяют прямоугольные координаты, поэтому такие

системы получили название прямоугольных. В этих системах, как и в позиционных, программируются конечные координаты перемещения. Однако, в программе задается скорость движения в соответствии с требуемым режимом резания, и перемещение выполняется поочередно по каждой из координатных осей. В этих системах отставание или опережение (рассогласование) по скорости относительно запрограммированного значения непосредственно не вызывает погрешности обработки, так как инструмент продолжает движение по заданной траектории. Возникает лишь нарушение расчетного режима резания и связанное с этим изменение шероховатости обрабатываемой поверхности и упругих деформаций системы станок - деталь. Прямоугольные системы управления используют в станках фрезерной, токарной и шлифовальной групп.

Контурные криволинейные системы ЧПУ применяют в станках многих групп. Они обеспечивают формообразование при обработке в результате одновременного согласованного движения по нескольким управляемым координатам. В общем случае число координат может быть больше трех. Программу движения привода, подач по отдельным координатам при контурной и объемной обработках рассчитывают, исходя из заданной формы обрабатываемой поверхности детали и результирующей скорости движения, определяемой режимом резания. Рассогласование привода подач может привести к ошибке обработки контура. Контурные системы являются наиболее сложными как с точки зрения алгоритма работы УЧПУ, так и с точки зрения требований, предъявляемых к приводу подач.

Разновидностью контурных систем ЧПУ являются синхронные (или синфазные) системы, применяемые, в основном, в зубообрабатывающих станках. УЧПУ задает постоянное соотношение скоростей по двум или большему числу координатных осей станка, а формообразование обеспечивается благодаря конфигурации инструмента. Соотношение скоростей движения по осям задается программой и сохраняется на все время обработки заготовки данной детали. В большинстве случаев требуется не только обеспечить определенное соотношение средних скоростей движения по координатам, но и сохранить определенное рассогласование (синфазность) в приводах координат. Одна из координат станка (обычно главный привод) служит задающей и на ней устанавливают измерительный преобразователь (датчик). Синфазная система входит как составной элемент в УЧПУ токарно-винторезных станков для обеспечения режима нарезания резьбы.

Универсальное управление сочетает в себе принципы позиционного и контурного, позволяет осуществлять позиционирование и движение рабочих органов станка по заданной траектории. Такое управление наиболее эффективно для многооперационных и многоцелевых станков.

По числу потоков информации системы могут быть:

– *разомкнутые* (один поток от ЧПУ к станку). Основное преимущество такой системы – простота;

– *замкнутые* (два потока от ЧПУ к станку) и наоборот (датчики положения скорости). Основное преимущество - более точное перемещение исполнительных органов;

– *адаптивные (самонастраивающиеся) системы*. Представляют собой управление, при котором обеспечивается автоматическое приспособление процесса к изменяющимся условиям обработки по определенным критериям. Они помимо основного потока информации имеют дополнительные, позволяющие корректировать процесс обработки с учетом деформации системы СПИД, затупления режущего инструмента, колебания припуска и твердости заготовок и др.

По способу реализации системы ЧПУ укрупненно можно классифицировать следующим образом: системы с аппаратной реализацией алгоритмов управления; системы, построенные на основе микроконтроллеров; системы, построенные на основе ПЭВМ.

По числу программируемых движений, станки с ЧПУ бывают:

1. двух координатными: сверлильные и токарные;
2. трех координатными: сверлильные, фрезерные, расточные;
3. четырех координатными: двух суппортные токарные станки, фрезерные станки с дополнительным движением заготовки;
4. пяти координатными: фрезерные;
5. многокоординатными: специализированные станки.

По уровню технологических возможностей.

1. *Системы типа NC (Numerical Control)* - числовое программное управление, осуществляющее адресование команд, расчет некоторых элементов геометрии детали, интерполяцию промежуточных точек по опорным, реализацию типовых циклов по жестко заданным алгоритмам, реализованным аппаратным способом. Информация в систему ЧПУ типа NC вводится с управляющей программы кадрами (порциями).

2. *Системы типа MNC (Memory NC) или SNC (Stored NC)* - агрегатно-блочные системы ЧПУ типа NC, оснащенные дополнительным блоком оперативной памяти, позволяющим хранить информацию об управляющей программе. Программа в устройство ЧПУ вводится сразу, проверяется, а затем выдается для обработки кадрами. Преимуществом системы типа MNC по сравнению с системой типа NC является высокая надежность в работе, т. к. необходимость в использовании сложного фотосчитывающего устройства для каждого кадра программы не требуется.

3. *Системы типа HNC (Hand NC)* - с ручным заданием управляющей программы на пульте управления. Преимущество таких систем по сравнению с системами типа MNC - отсутствие необходимости со стороны оператора в использовании услуг технолога - программиста.

4. *Системы типа CNC (Computer NC)* - системы управления со встроенными одной или несколькими микроЭВМ (микропроцессорами) и с программной реализацией алгоритмов, которые записываются в постоянное запоминающее устройство при изготовлении устройства ЧПУ. Системы типа CNC имеют возможность формировать типовые циклы обработки применительно к различным технологическим задачам. Программно-математическое обеспечение для реализации этой возможности хранится в постоянно перепрограммируемом запоминающем устройстве. Системы CNC позволяют программировать логику работы электроавтоматики силового оборудования станка.

5. *Система DNC (Direct Numerical Control)* – система, управляющая группой станков от одной ЭВМ, имеющая общую память для хранения программ, распределяемых по запросам от станков. Такие УЧПУ являются устройствами высшего ранга и служат для организации согласованной работы технологических объектов, включенных в комплекс, например в ГПС.

6. *Система PCNC (Personal Computer NC)* – системы управления, появившиеся в последнее время и построенные на основе персонального компьютера в индустриальном исполнении, основное отличие которых заключается в ударо- и виброзащищенном исполнении, а также в наличии специальной интерфейсной платы, обеспечивающей сопряжение ПЭВМ с приводами, датчиками, электроавтоматикой станка. Такое построение позволяет удешевить систему ЧПУ, легко ее адаптировать к различным по функциональному назначению станкам путем коррекции соответствующих текстовых файлов программного обеспечения. Все это позволяет легко модернизировать устаревшие системы ЧПУ NC, MNC, SNC, HNC, CNC, DNC до PCNC, что в ряде случаев успешно и выполняется (при условии удовлетворительных точностных характеристик модернизируемого оборудования).

7. *STEP NC CNC (пошаговая система управления)*, разрабатываемая в последнее время система ЧПУ. Построена на основе систем PCNC, основная идея – исключить участие человека в подготовке к процессу обработки. В состав программного обеспечения такой системы обязательно входят пакеты CAD, CAPP, CAM. Функционирование осуществляется по шагам: Шаг 1: выполняет система CAD. Обеспечивает автоматизацию разработки чертежа обрабатываемой детали и подготовку геометрической и технологической информации к передаче в CAPP и системы CAM. Шаг 2: система CAPP – определяет технологию обработки заготовки детали на оборудовании (устанавливает способы обработки, назначает режимы, устанавливается режущий и вспомогательный инструменты, устанавливает последовательность и состав переходов обработки). Шаг 3: система CAM –осуществляет по результатам предыдущих шагов расчет траектории перемещений инструмента, определение моментов и последовательность событий управления приводами и электроавтоматикой станка. Обычно результатом работы системы CAM –является управляющая

программа (УП), которая в дальнейшем обрабатывается оборудованием (это позволяет легко модернизировать существующие системы DNC и PCNC до STEP NC CNC), однако в настоящее время выполняется проектирование систем САМ, непосредственно управляющих станком без формирования УП. Многие системы с микропроцессорным и компьютерным управлением выполняют самодиагностирование. В случае обнаружения ошибки соответствующее сообщение высвечивается на экране УЧПУ. Это облегчает задачу наладчика. Однако наряду с новыми компьютерными УЧПУ в промышленности эксплуатируется значительное количество систем первой группы со схемной реализацией алгоритмов.

Тема «Принципы наладки автоматизированного оборудования»

Содержание темы:

- 1) Сущность наладки технологического оборудования с ПУ
- 2) *Наладка нулевого положения*

- 1) Сущность наладки технологического оборудования с ПУ

Наладка – подготовка технологического оборудования и оснастки к выполнению технологических операций.

Подналадка – дополнительная регулировка технологического оборудования и (или) оснастки при выполнении технологических операции для восстановления достижимых при наладке значений параметров.

Под наладкой понимают комплекс действий, направленных на подготовку как нового, так и находящегося в работе станка и поддержание его в работоспособном состоянии.

Наладка включает в себя:

- 1) подготовку технологической оснастки режущего и вспомогательного инструментов
- 2) размещение рабочих органов станка в исходном для работы положении
- 3) изготовление пробной детали
- 4) внесение коррекции в режимы обработки, в положение инструмента
- 5) исправление неточностей, погрешностей, ошибок в УП

Наладка режущего инструмента начинается с определения положения вершины инструмента с помощью специальных устройств.

Набор вспомогательных и режущих инструментов настраивается вне станка, закрепляя его в специальном устройстве, имитирующем шпиндель или суппорт станка. Устройство имеет подвижную каретку, перемещение которой можно отлаживать с помощью микроскопа, шаблона или других измерительных средств, ТО, проверяют параметры режущей части инструмента.

Необходимо проверить правильность и очередность размещения используемого инструмента в револьверной головке (магазине, в соответствии с картой наладки).

Размещение приспособления для закрепления заготовки относительно рабочей поверхности стола (зависит от типа приспособления).

- 2) Наладка нулевого положения

Установка рабочих органов станка в исходное положение достигается различными методами в зависимости от конструктивных особенностей станка с УЧПУ:

- 1 способ вывода в 0 – установка в 0 по программе УЧПУ нажатием соответствующих клавиш «вывод в нулевое положение»
- 2 способ выхода в 0 – поиск центра отверстия согласно запрограммированной и введенной функции

3 способ – для УЧПУ с оперативным управлением производится замер обрабатываемой поверхности по 2-м координатам и записью полученных размеров в память. Данные координаты будут соответствовать нулевой точке отсчета всех дальнейших перемещений, т.е. будет принято за исходное положение.

4 способ – путем проб (в ручном режиме нажатием клавиш перемещения исполнительных органов определяют требуемое положение начальной исходной точки). Координаты исходной начальной точки записываются в карте наладки технологом при составлении управляющей программы.

5 способ – наладку станка завершают пробной отработкой первой детали. При необходимости осуществляют редактирование управляющей программы. Иногда изменяют порядок выполнения технологических переходов операции, параметры режущего инструмента и режимы обработки.

Раздел 2 Подготовка к разработке управляющей программы (УП)

Тема «Основные понятия и определения»

Содержание темы:

- 1) Понятие «Управляющая программа» (УП) и её состав
- 2) Виды программноносителей

Согласно ГОСТ 20523-80 управляющая программа (УП) – совокупность команд на языке программирования, соответствующая заданному алгоритму функционирования станка по обработке конкретной заготовки.

Любая управляющая программа обработки состоит из некоторого количества строк, которые называются кадрами УП. Кадр управляющей программы – составная часть УП, вводимая и обрабатываемая как единое целое и содержащая не менее одной команды. Система ЧПУ считывает и выполняет программу кадр за кадром. Очень часто программист назначает каждому кадру свой номер, который расположен в начале кадра и обозначен буквой N. Большинство станков с ЧПУ позволяют спокойно работать без номеров кадров, которые используются исключительно для удобства зрительного восприятия программы и поиска в ней требуемой информации.

В свою очередь, каждый кадр УП состоит из слов данных. А слово данных строится из адреса (буквы) и относящегося к нему числа.

Номер кадра УП – слово вначале кадра, определяющее последовательность кадров в УП.

Слово УП – составная часть кадра УП, содержащая данные о параметре процесса обработки заготовки и (или) другие данные по выполнению управления.

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

Например, адрес Y относится к оси Y, а следующее за адресом число обозначает координаты вдоль этой оси.

G01 X3 Y3 – кадр УП

G – адрес

01 – число

G01 – слово данных (G-код)

X – адрес

3 – число

X3 – слово данных

Y – адрес

3 – число

Y3 – слово данных

Не обязательно, чтобы число, относящееся к G- или M-коду, имело ведущие нули (нули перед числом), например G01, G02, G03 и т. д. Можно писать просто G1, G2, G3. Тем не менее многие программисты в силу привычки

предпочитают вариант с ведущими нулями. Учтите, что система ЧПУ работает далеко не со всеми адресами.

Одна и та же управляющая программа может выглядеть по-разному. Для понимания записи УП система ЧПУ станка имеет формат записи кадров.

Формат кадра – структурная запись кадра с максимально возможным объемом информации, определяющая набор применяемых слов, порядок их расположения и объем информации каждого слова.

2) Виды программоносителей

Информация в кодированном виде записывается для станков с ЧПУ на перфоленту, изготовленную из бумаги толщиной 0,1 мм и шириной 25,4 мм. На ленте размещены восемь кодовых дорожек и одна транспортная. Строкой называют ряд кодовых отверстий, расположенных перпендикулярно направлению транспортирования. Шаг перфорации (2,54 мм) или шаг строки есть расстояние между осями рядом расположенных строк. Лента поставляется в бобилах диаметром около 200мм. Лента должна выдерживать не менее чем 50-кратное прохождение через типовые считывающие устройства. В декодированном виде (если запись программы осуществляется в единичном коде) программы, как правило, записывались на магнитную ленту.

В современных станках с ЧПУ возможна запись информации в память СЧПУ от внешнего устройства (ЭВМ высшего ранга) через специальный порт (например, RS-232) без использования перфоленты, либо ее непосредственный набор на рабочем месте у станка, либо через флэш-память.

Тема Этапы разработки УП

Для разработки техпроцессов обработки деталей на станках с ПУ используют следующие стадии:

- 1 – разработка маршрута детали;
- 2 – разработка пооперационной технологии обработки;
- 3 – разработка управляющей программы.

1 стадия «Маршрут обработки детали».

Этапы:

А) Выбор номенклатуры деталей, подлежащих обработке на станках с ПУ.

Оценивается целесообразность использования станков с ПУ, рассчитывается снижение себестоимости изготовления деталей и экономический эффект от внедрения.

Б) Знакомство с типовыми техпроцессами изготовления аналогичной детали.

Изучается последовательность обработки, выбор оборудования, оснастка и др.

В) Определение маршрута обработки

Выделяют поверхности, подлежащие обработке, последовательность переустановки деталей по видам оборудования, последовательность операций с оформлением сводной карты маршрута обработки.

Г) Заказ (выбор) приспособления.

Производят определение типа приспособления, схему базирования заготовки и ее закрепления на станке.

Д) Заказ (выбор) инструмента.

Определяют тип инструмента, его технологические и геометрические параметры

2 стадия «Операционная технология»

А) Составление плана операции

Разделяют операцию на установки и позиции, уточняют метод закрепления заготовки, оформляют операционную карту с операционным эскизом

Б) Разработка пооперационной технологии

Уточнение параметров инструмента, определение траекторий, подвода, отвода инструмента и контрольных точек для замера параметров, расчет режимов резания, оформление карты наладки.

3 стадия «Разработка УП»

А) Расчет траектории инструмента. Уточняют систему координат станка

Уточняют наладочные размеры детали, рассчитывают координаты точек траектории движения каждого инструмента и сводят их в таблицу. Оформляют расчетно-технологическую карту.

Б) Кодирование и запись УП.

Пересчитывают величины перемещений по траектории в количество импульсов, выбирают необходимые технологические команды согласно инструкции по программированию на конкретную модель УЧПУ. Кодируют УП и записывают ее на программоноситель с распечаткой текста.

В) Отладка УП

Прочерчивание траектории движения инструмента на экране дисплея или плоттере для контроля и выявления видимых ошибок. При необходимости контроль траектории выполняют на оборудовании. Редактируют текст УП. Изготавливают пробную деталь. При необходимости вносят исправления в ТП обработки. Корректировать повторно УП до получения годной пробной детали. Оформляется акт внедрения УП в производство.

Тема «Документация для разработки УП»

- 1) *Справочная документация*
- 2) *Сопроводительная документация*

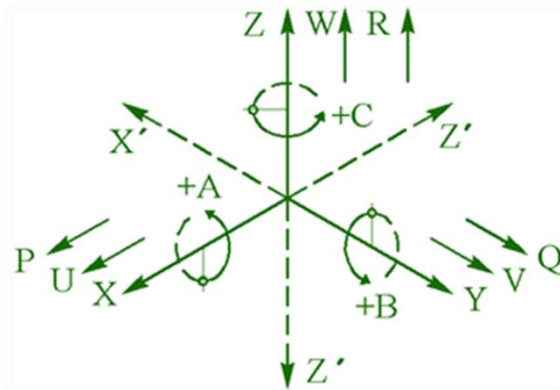
1) К справочной информации относят: каталоги деталей, станков, инструмента, оснастки и т.д., нормативы режимов резания, таблицы допуска и посадок, типовые техпроцессы, инструкция по программированию для станка с ЧПУ.

2) Сопроводительная документация обеспечивает процесс изготовления конкретных деталей или сборочной единицы. Маршрутная карта, карты техпроцессов, операционная карта, операционные эскизы, расчетно-технологическая карта, карта наладки, УП на программоносителе и т.д.

Тема «Система координат станка, детали и инструмента»

Для того чтобы исполнять управляющую программу без всяких изменений по отношению к чертежу необходимо определять несколько координатных систем.

В программировании станков с ЧПУ принята стандартная (правая) декартова система координат, при которой оси X, Y, Z задают линейные перемещения инструментов относительно подвижных частей станка.



Обозначения координатных осей и соответствующих им перемещений для станков с ЧПУ:

X, Y, Z – первый рабочий орган;

U, V, W – второй рабочий орган (вторичные оси);

P, Q, R – третий рабочий орган (третичные оси).

Круговые перемещения обозначаются буквами

A (вокруг оси X), B (вокруг оси Y), C (вокруг оси Z).

X – абсцисса

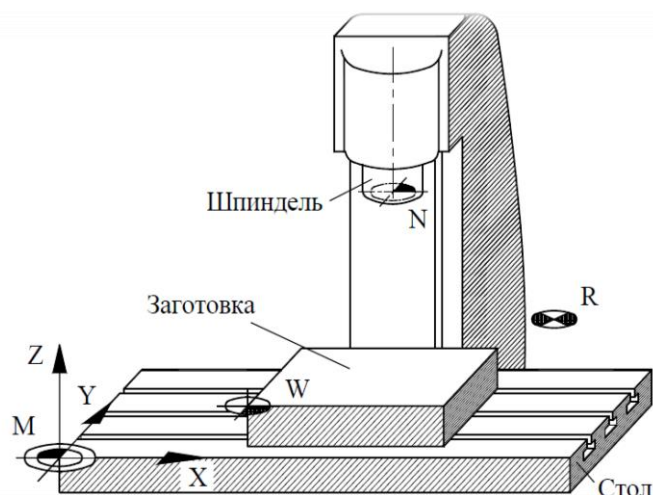
Y – ордината

Z – аппликата

При обработки деталей УЧПУ ведет отсчет перемещений в системе координат станка. За ось Z принимается ось вращения заготовки или ось вращения инструмента или заготовки, в зависимости от конструктивных особенностей станка.

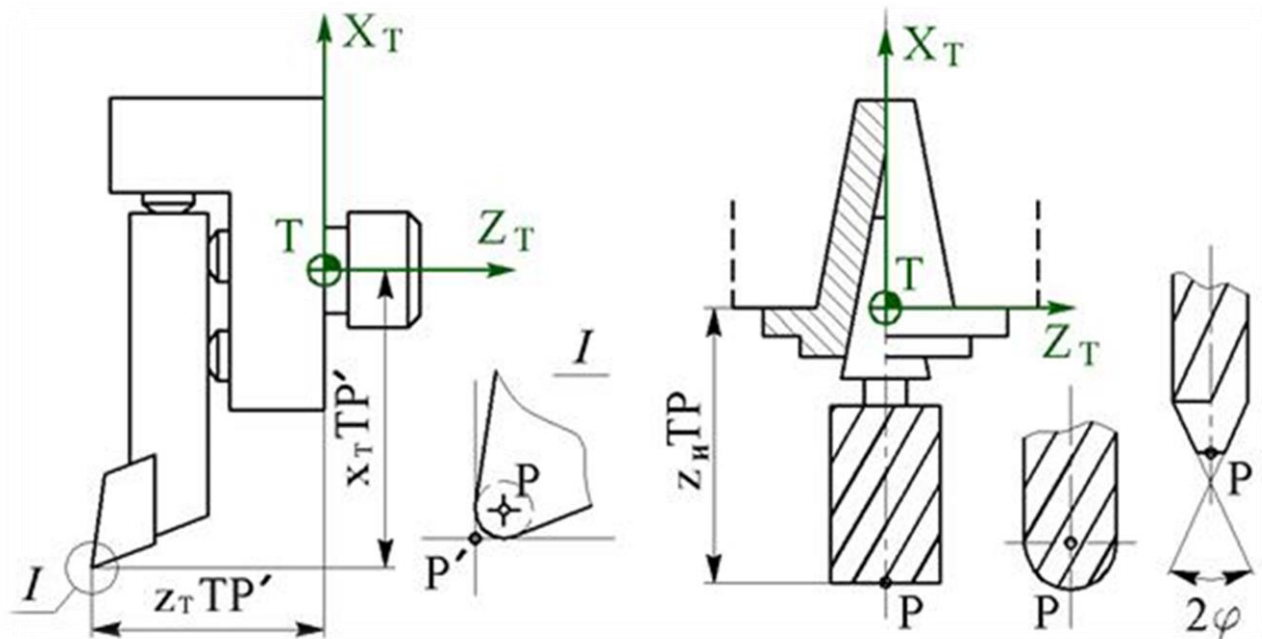
Система координат станка – это координатная система, в которой определяются начальные, текущие и предельные положения рабочих органов станка. Система координат станка является главной расчетной системой, относительно которой задается положение всех других систем координат (детали, программы, инструмента).

В большинстве случаев оси координат станка направлены вдоль направляющих, что позволяет при программировании обработки задавать направление и величину перемещения рабочих органов.



Система координат инструмента

Система координат инструмента предназначена для определения положения режущей части инструмента относительно точки закрепления инструмента в державке, шпинделе и т.д. Оси системы координат инструмента должны быть параллельны осям системы координат станка и направлены в ту же сторону. Таким образом ноль системы координат инструмента располагается в точке его закрепления. Относительно этой точки замеряется следующие параметры: вылет от вершины до нуля и диаметр (радиус) которые заносятся в область памяти (блок коррекции).



Система координат детали

Служит для задания координат опорных точек траектории движения инструмента в процессе обработки (исходная точка, точка начала резания, точки смены направления перемещения при обработке и т.д.). Точку на детали относительно которой заданы её размеры выбирают за ноль детали. Оси системы координат детали целесообразно направлять в ту же сторону что и оси системы координат станка. В системе координат детали рассчитываются: точка начала обработки, исходная точка нуля или ноль программы. В эту точку перед началом работы выводиться вершина инструмента её выбирает технолог программист на безопасном расстоянии от заготовки с учётом максимального вылета используемых инструмента, удобство отсчёта размеров в зависимости от вида заготовки.

Тема «Элементы траектории инструмента»


При программировании обработки детали инструмент и заготовка рассматривается в соответствии с определённой траекторией движения. При этом все расчёты этой траектории ведутся для определённой точки инструмента, его центра – для концевой фрезы это центр основания, для сверла его вершина, для резца это центр дуги при вершине резца. Вид и характер траектории зависит от:

- 1) конфигурации детали;
- 2) параметров используемого инструмента;
- 3) возможностей оборудования (2-х координатное согласованное движение, 3-х согласованное координатное движения и т.д.).

Траектория движения характеризуется технологическими и геометрическими элементами.

С технологической точки зрения траекторию движения инструмента подразделяют на участки:

- 1) ускоренного хода (отвод – подвод инструмента);
- 2) рабочего хода (резание);
- 3) пауза в процессе обработки.

На чертежах ускоренный ход отмечают пунктирной линией (_ _ _ _). Рабочий ход – сплошная основная линия (_____). Пауза – перекрещённый прямоугольник по диагоналям ().

С геометрической точки зрения траектория движения делится на участки прямых и дуг окружности, а так же точки их пересечения или касания.

Траектория движения центра инструмента в плоскости обработки представляет собой линию, эквидистантную контуру. **Эквидистанта** – это геометрическое место точек равноудаленное от контура детали на расстояние равное радиусу инструмента. Эквидистанта отрезка есть отрезок параллельный данному отрезку, а эквидистанта дуги окружности - это окружность с тем же центральным углом только с разным радиусом. Эквидистанта может лежать слева или справа от контура при обработке наружного или внутреннего контура.

Таким образом, эквидистанта – это линия, которую описывает центр инструмента в процессе непосредственной обработки детали, т.е. эквидистанта относится только к рабочему ходу траектории. Эквидистанта характеризуется геометрическими элементами: прямая, окружность и опорная точка между ними (касания или пересечения). Расчёт движения по эквидистанте выполняют специальный блок УЧПУ называемый интерполятором. Траекторию движения по прямой линии рассчитывает линейный интерполятор. Если траектория представляет собой линию, состоящую из отрезков прямых и дуг окружности, то необходим линейно-круговой интерполятор.

Расчёт производится с помощью аппроксимации этой сложной кривой участками прямой линии с учётом дискретности станка. Например, аппроксимация дуги окружности представляет собой замену дуги ломаной линией. Длина отрезков зависит от возможностей оборудования. При расчёте траектории движения центра инструмента решаются определённые математические задачи: система уравнений «прямая-прямая», «прямая-дуга

окружности», «дуга-дуга», соотношения в треугольниках, тригонометрические выражения и т.д.

Раздел 3 Кодирование и запись УП

Тема «Структура УП и её формат»

Программирование обработки на современных станках с ЧПУ осуществляется на языке, который обычно называют языком ИСО (ISO) 7 бит, или языком G- и M-кодов. Коды с адресом G, называемые подготовительными, определяют настройку СЧПУ на определенный вид работы. Коды с адресом M называются вспомогательными и предназначены для управления режимами работы станка.

Управляющая программа (УП) записывается на программноноситель в виде последовательности кадров, представляющих собой законченные по смыслу фразы на языке кодирования технологической, геометрической и вспомогательной информации.

Структура УП: кадр, слово, символ, адрес

Кадры состоят из слов расположенных в определённом порядке, а слова из символов.

Первым символом слова обозначается адрес. В качестве адресов используют следующие символы:

Символ	Значение
X, Y, Z	Первичное перемещение по осям
A, B, C	Угол поворота вокруг осей x, y, z
U, V, W	Вторичное перемещение, параллельное осям x, y, z
P, Q	Третичное перемещение, параллельное осям x, y
R	Перемещение на ускоренном ходу по оси Z или третичное перемещение по оси Z
G	Подготовительная функция
M	Вспомогательная функция
F, E	Первая и вторая функции подачи
S	Скорость главного движения
N	Номер кадра (начало кадра)
T, D	Первая и вторая функция инструмента
I, j, K	Параметры интерполяции или шаг, параллельный осям x, y, z соответственно
H, L, O	Для разных УЧПУ могут иметь разное значение
ПС (LF)	Конец каждого кадра

В УП информацию кодируют так же с помощью спецсимволов:

« . »	Десятичная точка в качестве разделителя целой и дробной части числа
« * »	Кадр, помеченный этим символом, обрабатывается совместно со следующим за ним кадром
« % »	Начало программы
« +, - »	Для указания положительного и отрицательного перемещения по координатным осям

« : »	Главный кадр. Информация из этого кадра распространяется на всю программу.
« / »	Пропуск кадра. Кадр, помеченный данным символом, не обрабатывается, если на пульте управления нажата аналогичная клавиша.
« (...) »	Информация, помещённая в круглые скобки, на станке не обрабатывается, а служит комментариями, выводиться на экран дисплея.

При разработке УП необходимо соблюдать следующие требования:

- 1) каждая УП должна начинаться символом «начало УП» и заканчиваться командой «конец программы»;
- 2) каждый кадр УП должен начинаться с номера кадра и заканчиваться символом «конец кадра»;
- 3) информацию в кадре после символа «начало кадра» рекомендуется записывать в следующей последовательности: G (подготовительная функция, если таких функций несколько в кадре, то желательно по возрастанию), размерные перемещения по координатным осям (сначала первичные X,Y,Z, после вторичные U,V,W, после третичные), параметры интерполяции (I, j, K), функция подачи (F, E), функция главного движения (S), функция инструмента (T, D), вспомогательная функция (M);
- 4) в пределах одного кадра не должны повторяться слова размерных перемещений по осям и параметров интерполяции.

Формат УП

Формат УП – это условная запись кадра с максимальным объёмом информации, определяющая набор применяемых слов и символов, порядок их расположения в кадре и объем каждого слова. Таким образом, формат УП определяет структуру кадра для каждого конкретного станка с ЧПУ.

Пример формата УП:

%DSN3G02X+42Y+42Z+42I+42j+42B3F31S04T2M02PC

где:

- 1) Перед началом программы обязателен знак «%».
- 2) DS – говорит о том, что используется десятичная точка для разделения целой и дробной части числа.
- 3) N3 – в памяти для записи номера кадра отводится 3 разряда. В УП незначащие нули при порядковом номере кадра опускать нельзя.
- 4) G02 – в памяти для записи подготовительной функции отводится 2 разряда. Пустые разряды автоматически дополняются нулями.
- 5) X+42, Y+42, Z+42 – размерные перемещения по осям x, y, z должны быть записаны в памяти в 4 целых разряда и 2 разряда дробной части числа. Знак + можно не указывать при положительном перемещении инструмента. Незначащие нули опускать нельзя.
- 6) I+42j+42 – параметры интерполяции кодируются аналогично. Интерполяция по оси Z отсутствует.
- 7) B3 – угол поворота по оси «у». Возможен поворот на максимально возможное количество градусов (360°). При возможности поворот по кругу.

Возможность перемещаться только в градусах. Указывается только целое число градусов. Незначащие нули при градусах опускать нельзя.

8) F31 – в памяти для записи подачи отводится 3 разряда целой части числа и 1 разряд для дробной части числа. Незначащие нули опускать нельзя.

9) S04 – скорость главного движения записывается только целая часть. Незначащие нули можно не указывать.

10) T2 – в памяти для записи функции инструмента отводится 2 разряда. Не значащие нули опускать нельзя.

11) M02 – в памяти для записи вспомогательной функции отводится 2 разряда. Не значащие нули можно опускать.

12) PC – этот символ обязателен в конце каждого кадра.

Пример №2:

Для формата %N4G2X033Y033Z033I033K033F21S042T2PC

Записать перемещение в одном кадре № 105 по координатным осям X в отрицательном направлении на расстояние 127,1 мм, Z в положительном направлении на расстояние 94,7498 со скоростью подачи равной 28,7 мм/мин и скоростью главного движения 1080 мин⁻¹ для инструмента из 8-й позиции магазина.

%...PC

...

N0105X-127100Z+94750F287S108000T08PC

Пример №3

Для формата %N4G2X033Y033Z033I033K033F21S042T2PC

Записать в кадре №200 перемещение по оси Z в отрицательном направлении на 0,98 мм, по оси Y в положительном направлении на 1908,2 мм для инструмента из позиции T=4 со скоростью главного движения 120,8 мин⁻¹ и подачей 30,95 мм/мин.

%...PC

...

N0200Y+999999Z-980F309S12080T04PC

Домашнее задание

Для формата:

% DS N2 G02 X+41 Y+41 I+41 j+41 F3 S5 T2 PC

записать перемещение в кадре №8 по осям Y в отрицательном направлении на 126,59мм и X в положительном на 28,15мм по прямой линии для инструмента из позиции T=5, со скоростью подачи 200 мм/мин и скоростью главного движения 820,7мин⁻¹.

Ответ:

%...PC

...

Тема «Кодирование элементов УП»

Подготовительные функции обеспечивают выдачу команд исполнительным органам станка и УЧПУ для обработки детали. Кодирование адресом G от 00 до 99. Перечень подготовительных функций приведен в таблице

Кодирование линейной интерполяции

Для записи траектории движения в тексте УП используют следующие подготовительные функции (команды, обеспечивающие движение ИО станка):

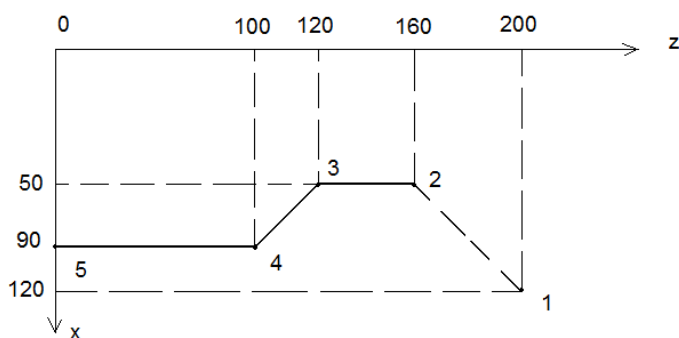
G00 - быстрое позиционирование, т.е. ускоренный ход в некоторую точку с максимально возможной скоростью;

G01 – линейная интерполяция, т.е. перемещение в некоторую точку по прямой линии на рабочей подаче;

G02, G03 – круговая интерполяция по и против часовой стрелки соответственно, обеспечивает получение дуги окружности при перемещении в некоторую точку по кривой линии на рабочей подаче по и против часовой стрелки;

G90 – абсолютный размер (обеспечивает перемещение по заданной траектории относительно общей нулевой точки);

G91 – относительный размер (отсчет перемещений ведётся относительно предыдущей запрограммированной точки, т.е. отсчёт в приращениях).



1 вариант Абсолютная система G90

...ПС

N100 G90 ПС

N101 G00 X50 Z160 T5 ПС 1-2

N102 G01 X50 Z120 F35 S480 ПС 2-3

N103 G01 X90 Z100 F30 ПС 3-4

N104 G01 X90 Z0 F35 ПС 4-5

2 вариант Относительная система G91

...ПС

N100 G91 ПС

N101 G00 X-70 Z-40 T5 ПС 1-2

N102 G01 X0 Z-40 F35 S480 ПС 2-3

N103 G01 X45 Z-20 F30 ПС 3-4

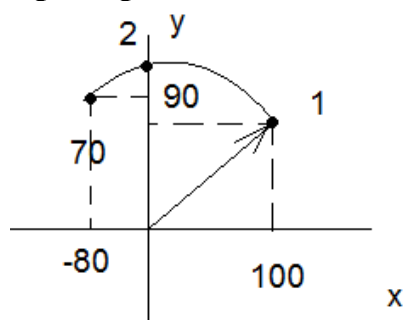
N104 G01 X0 Z-100 F35 ПС 4-5

Кодирование круговой интерполяции

Для программирования дуги окружности необходимо:

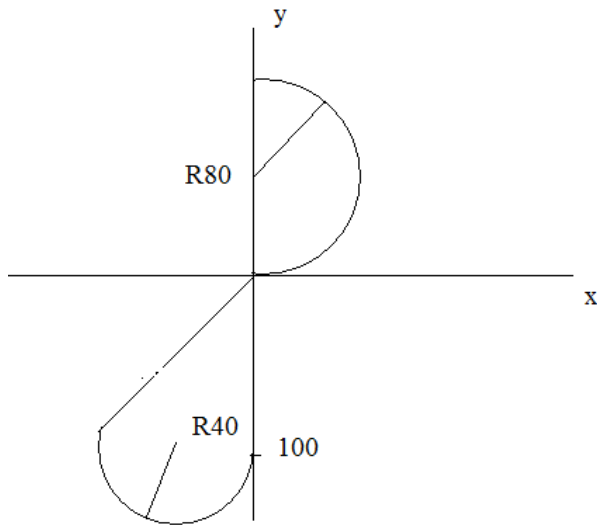
- 1) предварительно задать (описать) функцию плоскости обрабатываемой дуги
G17 – плоскость обработки по координатным осям X, Y,
G18 – плоскость обработки по координатным осям X, Z,
G19 – плоскость обработки по координатным осям Y, Z;
- 2) предварительно задать (описать) функцию обхода дуги G02 или G03 по и против часовой стрелки, соответственно;
- 3) для абсолютной системы отсчета G90 указать координаты конечной точки дуги;
- 4) для относительной системы отсчета указать приращение, т.е. расстояние между конечной точкой дуги и начальной по соответствующим осям;
- 5) указать радиус обрабатываемой дуги, который описывается параметрами интерполяции (кодируется словами) I, j, K по осям X, Y, Z соответственно;
 - a. для абсолютной системы отсчета G90 радиус в общем случае представляется координатами центра дуги по соответствующим осям:
X – I, Y – j, Z – K;
 - b. для относительной системы отсчета G91 радиус определяется разницей координат центра обрабатываемой дуги и ее начальной точки по соответствующим координатным осям;
$$I = X_{ц} - X_{н.т.}, \quad \text{ц - центр}$$
$$j = Y_{ц} - Y_{н.т.}, \quad \text{н.т. - начальная точка}$$
$$K = Z_{ц} - Z_{н.т.},$$
 - c. для большинства УЧПУ в одном кадре описывается дуга $\leq 90^\circ$, причем дуга должна лежать в одном **квадранте** плоскости.

Пример:



1 вариант Абсолютная система G90

...



N200 G90 G17 ПС
N201 G03 X0 Y110 I0 j0 ПС
N202 G03 X-80 Y90 I0 j0 ПС

...

2 вариант Относительная система
G91

...

N200 G91 G17 ПС
N201 G03 X-100 Y40 I-100 j-70

ПС

N202 G03 X-80 Y-20 I0 j-110 ПС

...

1 вариант Абсолютная система G90

...

N200 G90 G17 ПС
N201 G02 X0 Y110 I0 j0 ПС
N202 G02 X100 Y70 I0 j0 ПС

...

2 вариант Относительная система G91

...

N200 G91 G17 ПС
N201 G02 X80 Y20 I80 j-90 ПС
N202 G02 X100 Y-40 I0 j-110 ПС

...

Домашнее задание: аналогично описать дугу, лежащую в плоскости XZ, YZ с различными размерами.

Пример:

% DS N2 G2 X+41 Y+41 I+41 j+41 F31 S4 T2 ПС
S =120 мм/мин, n = 840 мин⁻¹

1 вариант Абсолютная система G90

...

N08 G90 G17 ПС
N09 G02 X0080.0 Y0080.0 I0000.0 j0080.0 F120.0 S0840 T05 ПС
N10 G02 X0000.0 Y0000.0 I0000.0 j0080.0 ПС
N11 G01 X-0100.0 Y-0100.0 ПС
N12 G03 X-0050.0 Y-0150.0 I-0050.0 j-0100.0 ПС
N13 G03 X0000.0 Y-0100.0 I-0050.0 j-0100.0 ПС

...

2 вариант Относительная система G91

...

N08 G91 G17 ПС

N09 G02 X0080.0 Y-0080.0 I0000.0 j-0080.0 F120.0 S0840 T05 ПС

N10 G02 X-0080.0 Y-0080.0 I-0080.0 j0000.0 ПС

N11 G01 X-0100.0 Y-0100.0 ПС

N12 G03 X0050.0 Y-0050.0 I0050.0 j0000.0 ПС

N13 G03 X0050.0 Y-0050.0 I0000.0 j0050.0 ПС

...

Пример: % N3 G2 Y+41 Z+41 J+41 K+41 F31 S4 T2 ПС

S = 30.95 мм/мин, $n = 1080 \text{ мин}^{-1}$

1 вариант Абсолютная система G90

...

N008 G90 G19 T12 M06 ПС

N009 G00 Y0060 Z01000 ПС

N010 G03 Y00000 Z01600 j00000 k01000 F0309 S1080 ПС

N011 G03 Y-00600 Z01000 j00000 k01000 ПС

N012 G01 Y-00600 Z-00800 ПС

N013 G03 Y00000 Z-01300 j00000 k-00600 ПС

...

2 вариант Относительная система G91

...

N008 G91 G19 T12 M06 ПС

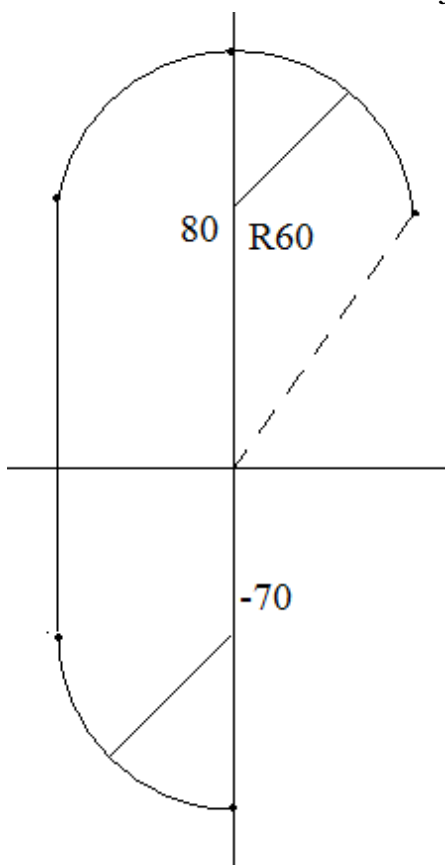
N009 G00 Y00600 Z01000 ПС

N010 G03 Y-00600 Z00600 j-00600 k00000 F0309 S1080 ПС

N011 G03 Y-00600 Z-00600 j00000 k-00600 ПС

N012 G01 Y00000 Z-01800 ПС

N013 G03 Y00600 Z-00500 j00600 k-00200 ПС



Режимы резания в процессе обработки кодируются следующим образом:

1) функция подачи кодируется адресом F с указанием подготовительной функции G94, если единицы ее измерения мм/мин, или G95, если - мм/оборот; иногда в УП единицы измерения не регламентируются, тогда УЧПУ назначает единицы измерения по умолчанию;

2) скорость главного движения кодируется адресом S и подготовительной функции G96, если она определяет линейную скорость в м/мин., или G97, если - мин^{-1} .

Кодирование инструмента

Для кодирования инструмента используют адреса T, D, H.

T – номер позиции магазина или револьверной головки, где помещается требуемый инструмент.

D – номер корректора, куда записывается поправка на диаметр (радиус) и вылет инструмента.

H – для некоторых УЧПУ кодируется вылет инструмента.

Учет коррекции на износ инструмента и погрешность его установки осуществляется с помощью подготовительных функций G41...G52.

G40 отменяет вышеназванные условия коррекции.

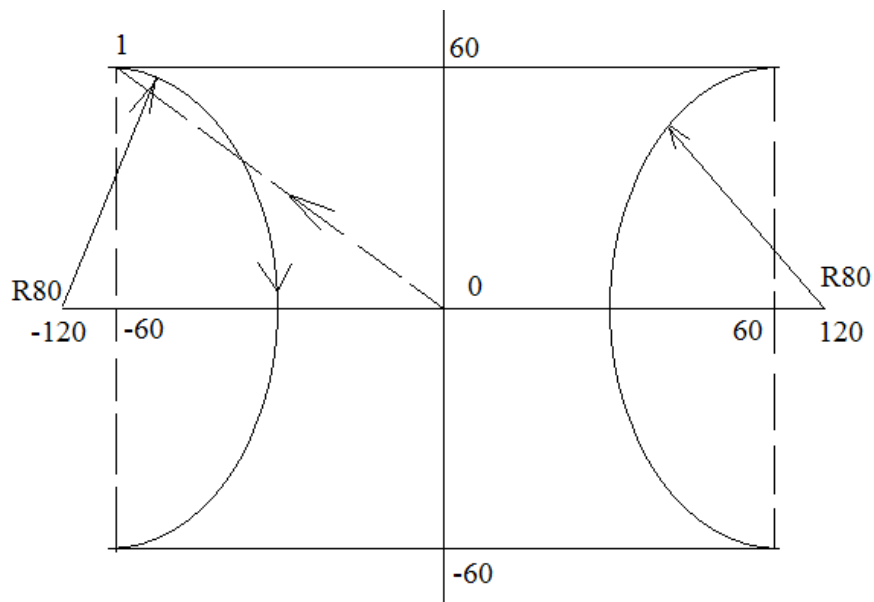
Кодирование вспомогательных функций

Данная группа функций кодируется адресом M и обеспечивает условия для процесса обработки на станке и режимы обработки. Перечень вспомогательных функций – смотри распечатку.

Пример:

закодировать траекторию движения в следующем формате:

```
%DS N2 G02 Y+41 Z+41 j+41 K+41 F12 S4 T2 M02 ПС
```



Рекомендуемая последовательность оформления расчетно-технологической карты (РТК)

1. РТК оформляется на стандартных листах формата А4-А0 в зависимости от состава и количества перехода. В левом верхнем углу приводится наименование, код операции, наименование модели станка и УЧПУ, модель приспособления (наименование, обозначение).
2. Вычерчивается эскиз заготовки (при необходимости) в том виде, в котором она приходит на операцию с указанием размеров. Эскиз заготовки вычерчивается основной сплошной линией, внутри - эскиз детали, который вычерчивается тонкой прерывистой линией.
3. Согласно операционной карте на свободном поле чертежа для каждого перехода вычерчивается операционный эскиз. Над каждым эскизом указывается переход. Под эскизом – содержание перехода. На эскизе должны быть проставлены: графическое обозначение схемы установки и закрепления заготовки для данного перехода; размеры с допускаемыми отклонениями, выдерживаемые на данном переходе, обозначаемые арабской цифрой в кружочке 8-10 мм; поверхности, подлежащие обработке, выделяются двойной основной линией; шероховатость полученной поверхности. Обязательно эскиз вычерчивается в системе координат станка и детали.
4. На каждом эскизе изображается траектория движения используемого инструмента, начиная из исходной точки (И.Т.). В ней же траектория заканчивается. Исходная точка выбирается на безопасном расстоянии от заготовки с учётом максимального вылета инструмента, если координаты исходной точки одинаковы для всех инструментов. На траектории нумеруются опорные точки, и стрелками указывается направление движения. Желательно траекторию движения инструмента в процессе обработки вычерчивать на расстоянии 1,5-2 мм от детали.
5. Для каждого инструмента рассчитываются координаты опорных точек траектории движения. Эти координаты сводятся в таблицу, которую располагают в правом верхнем углу формата. Помимо координат в данной таблице приводится количество импульсов, подаваемых на вход для осуществления перемещения в нужную координату или на нужное расстояние с учетом дискретности станка.
6. Как правило, инструмент вычерчивается последовательно в верхней части формата на свободном поле с указанием его наладочных размеров, а также позиции закрепления (номера) в револьверной головке или магазине.
7. Для одного из переходов указывается размерная привязка: нуля станка с нулём револьверной головки, нуля станка с нулём детали, нуля детали с исходной точкой, нуля револьверной головки с нулём инструмента, нуля инструмента с его вершиной. Остальные переходы – по усмотрению технолога.
8. Все нули имеют стандартное графическое обозначение:



- ноль станка



- ноль детали



- ноль револьверной головки



- ноль инструмента. Диаметр 8 мм.

9. Над основной надписью для каждого инструмента вычерчивается таблица режимов резания по каждому переходу с указанием позиции инструмента, его наименования, обозначения и нормативного документа (ГОСТа). При необходимости указывается вспомогательный инструмент.
10. Нумерация опорных точек для каждого инструмента начинается с единицы.

В случае если одним и тем же резцом осуществляется черновая и чистовая обработка, на эскизе траектории не указывается отвод инструмента в исходную точку после черновой обработки, а нумерация опорных точек для одного и того же инструмента – сквозная.

Министерство образования Республики Беларусь
Филиал БНТУ
«Минский государственный политехнический колледж»

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ЛАБОРАТОРНЫХ И ПРАКТИЧЕСКИХ
РАБОТ ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ
«ПРОГРАММИРОВАНИЕ ОБРАБОТКИ ДЛЯ
АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ОБОРУДОВАНИЯ»**

Специальность:
2-36 01 01 «Технология машиностроения (по направлениям)»

Минск
2017

Содержание

Наименование работы	Количество часов	Номер страницы
Практическая работа №1 Кодирование траектории инструмента в заданном формате УП	4	4
Практическая работа №2 Разработка расчётно-технологической карты на токарную операцию с ЧПУ	4	7
Практическая работа №3 Разработка УП обработки детали на токарном станке с ЧПУ.	4	10
Лабораторная работа №1 Изучение режимов ввода, контроля и редактирования УП для УЧПУ токарного станка.	4	14
Практическая работа №4 Разработка расчётно-технологической карты на фрезерную операцию с ЧПУ	2	18
Практическая работа №5 Разработка УП обработки детали на фрезерном станке с ЧПУ.	4	21
Практическая работа №6 Разработка УП обработки детали на электроэрозионном станке с ЧПУ.	4	24
Практическая работа №7 Разработка расчётно-технологической карты на сверлильную операцию с ЧПУ	2	26
Практическая работа №8 Разработка УП обработки детали на сверлильном станке с ЧПУ	4	29
Практическая работа №9 Разработка расчётно-технологической карты на многоцелевую операцию с ЧПУ	2	31
Практическая работа №10 Разработка УП обработки детали на многоцелевом станке с ЧПУ.	4	32
Лабораторная работа №2 Изучение режимов ввода, редактирования и контроля УП для УЧПУ многоцелевого станка.	2	37

Практическая работа №11 Разработка УП обслуживающего робота для РТК	2	43
Практическая работа №12 Запись геометрической информации для комплекта исходных данных для расчёта УП в САП.	2	45
Практическая работа №13 Разработка комплекта исходных данных для расчёта УП в САП для станков токарной группы с ЧПУ	4	47
Практическая работа №14 Разработка комплекта исходных данных для расчёта УП в САП для станков сверлильно-расточно-фрезерной группы с ЧПУ.	4	50
Практическая работа №15 Подготовка базы данных для разработки УП в САП для станков токарной группы с ЧПУ.	2	51
Лабораторная работа № 3 Разработка УП в диалоговом режиме для станков токарной группы с ЧПУ.	4	55
Практическая работа №16 Подготовка базы данных для разработки УП в САП для станков сверлильно-расточно-фрезерной группы с ЧПУ.	2	57
Лабораторная работа № 4 Разработка УП в диалоговом режиме для станков сверлильно-расточно-фрезерной группы с ЧПУ.	4	59
Всего	64	

Практическая работа №1

Кодирование траектории инструмента в заданном формате УП

Цель работы: Закодировать траекторию движения инструмента в заданном формате УП.

Оснащение рабочего места:

- чертёжные принадлежности
- калькулятор
- таблица подготовительных и вспомогательных функций
- конспект лекций
- эскиз траектории инструмента
- таблица форматов УП

1 Краткие теоретические сведения

Каждая конкретная модель УЧПУ характеризуется форматом, т.е. принятым перечнем слов, их расположением в кадре, структурой и объемом каждого слова кадра.

Пример записи формата:

% : / DSN03G2X+053Y+053Z+043F031S04T03M2ПС

Данный формат указывает, что УЧПУ воспринимает символы:

начала программы (%), главного кадра (:), пропуска кадра (/) и явную десятичную запятую (DS);

незначащие нули во всех во всех словах (кроме адресов G и M) при записи кадров УП рекомендуется опускать в данном формате;

N – номер кадра трехзначное число от 000 до 999 (нули можно опускать);

G – подготовительная функция от G00 до G99;

X+053, Y+053, Z+053 – размерные перемещения по координатным осям X, Y, Z соответственно, знак «+» можно опускать, под целую часть числа отведено 5 разрядов и 3 разряда под дробную часть числа;

F031 – функция подачи указывается тремя разрядами в целой части и одним разрядом дробной части рассчитанного значения скорости подачи;

S04 – четырехзначное значение функции главного движения;

T03 – трехзначное значение функции инструмента;

M2 – вспомогательная функция от 00 до M99 (незначащие нули опускать нельзя)

ПС – каждый кадр должен завершаться данным символом для ввода в память

2 Порядок выполнения работы

2.1 Проанализировать конкретный формат УП, приведенный в таблице 1 согласно варианту задания.

2.2 Вычертить предложенную траекторию движения инструмента в требуемых согласно формату УП координатных осях.

2.3 Пронумеровать опорные точки траектории, указать направление перемещения, рассчитать координаты точек по соответствующим координатным осям.

2.4 Закодировать траекторию движения инструмента в абсолютной и относительной системе отсчёта перемещений, используя таблицу подготовительных и вспомогательных функций.

2.5 Оформить отчёт.

3 Содержание отчёта

3.1 Тема.

3.2 Цель работы.

3.3 Эскиз траектории инструмента с нумерацией опорных точек движения соответствующих координатных осях.

3.4 Формат УП согласно варианту задания.

3.5 Текст УП в абсолютной и относительной системах отсчёта перемещений.

3.6 Выводы о проделанной работе.

4 Контрольные вопросы

4.1 Дайте определение формата УП.

4.2 Поясните сущность написания конкретных слов в тексте УП.

4.3 Перечислите особенности кодирования элементов траектории в абсолютной и относительной системах отсчёта.

4.4 Поясните схему построения кадров УП?

Литература

1 Жолобов, А.А. Программирование процессов обработки поверхностей на станках с ЧПУ. / А.А. Жолобов, Ж.А. Мрочек. – Белорус.-Рос. ун-т. – 2009.

2 Серебrenицкий, П.П. «Программирование для автоматизированного оборудования» / П.П. Серебrenицкий, А.Г.Схиртладзе, – М.: ВШ, 2003.-592с.

Перечень ТНПА

ГОСТ 2099-78. ЕСТД Символы кода ИСО для станков с числовым программным управлением.

Таблица 1 Варианты формата УП

Вариант	Формат УП
1	% DS N3 G2 X32 Z32 I32 K32 F32 S04 T1 M2 ПС
2	N03 G02 X042 Y042 I042 j042 F3 S4 T02 M02 ПС

3	DS N04 G2X + 32Z + 32I + 32K + 32F4 S3 T2 M02 ПС
4	% N3 G2 Y53 Z53 j43 K43 F04 S04 T1M2 ПС
5	DS N2 G2X + 041Y + 031I + 041j + 031F04 S3 M02 T03 ПС
6	% DS N3G2 X42 Y32 I42 j32 F32 S41 T2 M02 ПС
7	DS N4 G2 X31 Z31 I31 K31 F31 S04 T1 M2 ПС
8	% N03 G02 X042 Y042 I042 j042 F03 S4 T2 M02 ПС
9	DS N4 G02X + 32Z + 32I + 32K + 32F21 S4 M02 T2 ПС
10	% N3 G2 Y43 Z43 j+43 K+43 F04 S04 T1M2 ПС
11	DS N02 G2X + 041Y + 031I + 041j + 031F2 S3 M2 T2 ПС
12	% N3G2 X42 Y32 I42 j32 F32 S41 T2 M02 ПС
13	DS N03 G2 X+32 Z+32 I+32 K+32 F032 S4 T1 M2 ПС
14	N03 G02 X042 Y042 I042 j042 F2 S32 M02 T02 ПС
15	% N3 G2 Y52 Z52 j42 K42 F03 S04 M2 T3 ПС

Практическая работа №2

Разработка расчётно-технологической карты на токарную операцию с ЧПУ

Цель работы: разработать расчётно-технологическую карту на токарную операцию с ЧПУ

Оснащение рабочего места:

- чертёжные принадлежности
- калькулятор
- ТНПА из перечня
- конспект лекций
- чертёж (эскиз) детали для обработки на станках токарной группы с ЧПУ


1 Краткие теоретические сведения

Расчётно-технологическая карта (РТК) должна содержать полную информацию о маршрутной и операционной технологии обработки детали на станке с ЧПУ, используется для расчёта координат опорных точек траектории движения при разработке УП.

На РТК приводится:

- наименование и код операции, модель станка и УЧПУ;
- эскиз детали обрабатываемой на данной операции;
- эскиз заготовки (если заготовка сложной формы);
- операционные эскизы для каждого перехода с указанием номера перехода, схемы установки заготовки на станке, выдерживаемых размеров, параметров шероховатостей обрабатываемых поверхностей, содержания перехода;
- траектория движения для каждого перехода с указанием направления движения и нумерацией опорных точек, начиная с исходной точки;
- таблица координат опорных точек траектории движения инструмента;
- перечень режущего и вспомогательного инструмента для каждого перехода;
- связь нулей системы координат станка, детали и инструмента.

Эскизы траектории вычерчиваются в координатных осях X и Z. Нули систем координат графически на эскизах отмечаются следующим образом:

 нуль станка

 нуль детали

 нуль инструмента

- н  револьверной головки (нуль приспособления)

В учебных целях РТК допускается оформлять на листах формата А4, размещая один или два перехода на листе.

2 Порядок выполнения работы

- 2.1 Изучив эскиз детали, предложенный преподавателем, определить состав технологических переходов токарной операции с ЧПУ.
- 2.2 Выбрать необходимый инструмент (наименование, ГОСТ, материал режущей части, вылеты для резцов W_X , W_Z или диаметр и вылет для осевого инструмента), назначить конкретные позиции револьверной головки для каждого инструмента.
- 2.3 Вычертить эскизы обрабатываемой детали с траекторией движения каждого используемого инструмента по всем переходам.
- 2.4 Рассчитать координаты опорных точек каждой траектории от нуля детали. Результаты свести в таблицу.
- 2.5 Назначить режимы резания для каждого перехода табличным методом.
- 2.6 Оформить отчёт.

3 Содержание отчёта

- 3.1 Тема.
- 3.2 Цель работы.
- 3.3 Эскиз детали.
- 3.4 Состав технологических переходов токарной операции.
- 3.5 Описание инструмента с указанием позиций револьверной головки, параметров инструмента.
- 3.6 Эскизы переходов с траекторией движения (по согласованию с преподавателем).
- 3.7 Таблица координат опорных точек траектории движения по осям X и Z.
- 3.8 Выводы о проделанной работе.

4 Контрольные вопросы

- 4.1 Поясните состав технологических переходов токарной операции с ЧПУ?
- 4.2 Опишите систему координат токарного станка и систему координат обрабатываемой детали, их связь.
- 4.3 Дайте перечень информации для оформления операционных эскизов.
- 4.4 Поясните методику расчёта координат опорных точек траектории движения инструмента.

Литература

- 1 Жолобов, А.А. Программирование процессов обработки поверхностей на станках с ЧПУ. / А.А. Жолобов, Ж.А. Мрочек. – Белорус.-Рос. ун-т. – 2009.
- 2 Данилевский, В.В., Гельфгат, Ю.И. «Лабораторные работы и практические занятия по технологии машиностроения»: Учебное пособие для машиностроительных специальностей техникумов. М. ВШ, 1988.-148с
- 3 Серебrenицкий, П.П. «Программирование для автоматизированного оборудования» / П.П. Серебrenицкий, А.Г.Схиртладзе, – М.: ВШ, 2003.-592с.

Перечень ТНПА

ГОСТ 20523-80. ЕСТД. Устройства числового программного управления станками. Термины и определения.

ГОСТ 2099-78. ЕСТД. Символы кода ИСО для станков с числовым программным управлением.

ГОСТ 3.1418-86. ЕСТД. Формы и правила оформления документов на технологические процессы и операции с ЧПУ.

ГОСТ 3.1702-79. ЕСТД. Правила записи операций и переходов. Обработка резанием.

Практическая работа №3

Разработка УП обработки детали на токарном станке с ЧПУ

Цель работы: Научиться разрабатывать управляющие программы для обработки деталей на токарном станке с ЧПУ

Оснащение рабочего места:

- чертёжные принадлежности
- калькулятор
- конспект лекций
- чертёж (эскиз) детали для обработки на станках токарной группы

1 Краткие теоретические сведения

Символы, применяемые при программировании для УЧПУ HAAS:

N- номер кадра;

X, Z - размерные перемещения по координатам X, Z в абсолютной системе отсчета;

U, W - размерные перемещения по координатам X, Z в относительной системе отсчета;

S- число оборотов шпинделя;

F- подача (рабочая) или шаг резьбы;

G- типовые подготовительные функции (автоматические циклы);

T- номер позиции инструмента и номер корректора на данный инструмент;

M- вспомогательные функции;

Подготовительные функции и циклы, используемые при программировании:

G02, G03 Круговая интерполяция по и против часовой стрелке

X... - координата конечной точки дуги по оси x

Z... - координата конечной точки дуги по оси z

I...- проекция радиуса дуги, проведённого в начальную точку дуги из её центра, на ось x

K...- проекция радиуса дуги, проведённого в начальную точку дуги из её центра, на ось Z

G70 Цикл чистовой обработки за один проход

P – номер начального кадра описания контура;

Q – номер конечного кадра описания контура.

Цикл вызывает последовательность кадров, описывающих траекторию перемещения между:

P – номер начального кадра;

Q – номер конечного кадра.

G71 Многопроходный продольный черновой цикл

P – номер начального кадра описания контура;

Q – номер конечного кадра описания контура;

D – глубина резания на проход, положительная, на радиус;
U – величина и направление (с учётом знака) припуска под чистовую обработку по оси X, на диаметр;
W – величина и направление (с учётом знака) припуска под чистовую обработку по оси Z;
I – величина и направление припуска (с учётом знака) последнего чернового прохода по X, на радиус (припуск под черновую обработку);
K – величина и направление припуска последнего чернового прохода по оси Z;
F – величина подачи черновых проходов.

G72 Многопроходный поперечный черновой цикл

P – номер начального кадра описания контура;
Q – номер конечного кадра описания контура;
D – глубина резания на проход;
U – припуск по оси X под чистовую обработку на диаметр (с учётом знака);
W – припуск по оси Z под чистовую обработку (с учётом знака);
I – величина и направление припуска (с учётом знака) последнего чернового прохода по X, на радиус;
K – величина и направление припуска (с учётом знака) последнего чернового прохода по оси Z;
F – величина подачи черновых проходов.

G75 Цикл нарезания наружных или внутренних цилиндрических канавок

X (U) – координата дна канавки по оси X на диаметр;
Z (W) – конечная точка канавки по оси Z;
K – величина смещения инструмент по оси X на каждый проход;
F – рабочая подача;
I – длина прохода по оси X в цикле (на радиус).

G76 Цикл нарезания резьбы

X (U) – внутренний диаметр резьбы;
Z (W) – конечная точка резьбы по оси Z;
K – высота профиля (на радиус);
D – глубина резания первого прохода;
F – шаг резьбы;
I – конусность резьбы (на радиус, может быть со знаком «минус»);
P – тип резания при нарезании резьбы;
Q – начальный угол резьбы (применяется при нарезании многозаходной резьбы).

G83 Цикл глубокого сверления

Z – координата дна отверстия;

R – координата точки по оси Z, с которой будет начата работа по циклу. Если R не задана, обработка начнётся с той точки, где в данный момент находится инструмент;

Q – глубина сверления за проход;

F – величина рабочей подачи;

P – выдержка времени в конечной точке сверления, с;

L – количество повторов цикла сверления.

G84 Цикл нарезания резьбы метчиком

Z (W) – конечная точка резьбонарезания;

R – координата начальной точки работы цикла по оси Z;

F – шаг резьбы.

G94- подача мм/мин

G95- подача мм/об

G96- постоянная скорость резания

G97- частота вращения в об/мин

Вспомогательные функции для УЧПУ

M03, M04 – включение вращения шпинделя по и против часовой стрелки

M05 – остановка шпинделя

M08 – включение СОЖ

M09 – выключение СОЖ

M30 – конец программы

2 Порядок выполнения работы

2.1 Используя разработанную при выполнении практической работы №2 расчётно-технологическую карту и перечень подготовительных и вспомогательных функций, запрограммировать УП обработки детали на токарном станке с ЧПУ.

2.2 Оформить отчёт

3 Содержание отчёта

3.1 Тема.

3.2 Цель работы.

3.3 Расчётно-технологическая карта на токарную операцию с ЧПУ.

3.4 Текст УП

3.5 Выводы о проделанной работе.

4 Контрольные вопросы

4.1 Назовите основные символы, используемые при программировании для УЧПУ HAAS

4.2 Перечислите подготовительные функции (автоматические циклы), используемые при программировании, их назначение, особенности применения.

4.3 Перечислите вспомогательные функции, их назначение, особенности применения.

Литература

- 1 Жолобов, А.А. Программирование процессов обработки поверхностей на станках с ЧПУ. / А.А. Жолобов, Ж.А. Мрочек. – Белорус.-Рос. ун-т. – 2009.
- 2 Данилевский, В.В., Гельфгат, Ю.И. Лабораторные работы и практические занятия по технологии машиностроения: учебное пособие для машиностроительных специальностей техникумов. М. ВШ, 1988.-148с
- 3 Серебrenицкий, П.П. «Программирование для автоматизированного оборудования» / П.П. Серебrenицкий, А.Г.Схиртладзе, – М.: ВШ, 2003.-592с.
- 4 Дулькевич, А.О. Токарная и фрезерная обработка. Программирование системы ЧПУ HAAS в примерах: /А.О.Дулькевич. – Минск: РИПО, 2016. – 70с.

Перечень ТНПА

ГОСТ 20523-80. ЕСТД. Устройства числового программного управления станками. Термины и определения.

ГОСТ 2099-78. ЕСТД. Символы кода ИСО для станков с числовым программным управлением.

ГОСТ 3.1418-86. ЕСТД. Формы и правила оформления документов на технологические процессы и операции с ЧПУ.

ГОСТ 3.1702-79. ЕСТД. Правила записи операций и переходов. Обработка резанием.

Лабораторная работа №1

Изучение режимов ввода, контроля и редактирования УП для УЧПУ токарного станка

Цель работы: Изучить назначение клавиш пульта УЧПУ токарного станка для режима ввода и режима редактирования УП, последовательность действий в данных режимах

Оснащение рабочего места:

- чертёжные принадлежности
- калькулятор
- конспект лекций
- чертёж (эскиз детали)
- стенд пульта управления УЧПУ токарного станка

1 Краткие теоретические сведения

1.1 Основные режимы работы УЧПУ:

- от моховичка;
- от клавиш ручного управления;
- автоматический;
- ввода программы обработки;
- вывода (индикации) содержимого программы обработки и параметров;
- размерной привязки.

1.2 Клавиши пульта управления, используемые при вводе и редактировании управляющей программы обработки детали:



- режим ввода;



- деблокировка памяти;



- ввод каждого кадра программы;



- быстрый ход

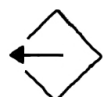


- признак кадра, входящего в группу;



- выбор системы отсчёта перемещений на станке;

+45, -45 - снятие фаски под углом $\pm 45^{\circ}$;





- режим вывода на индикацию.


Клавиатура пульта управления приведена на рисунке 1.

2 Порядок выполнения работы

2.1 Режим ввода управляющей программы


На пульте УЧПУ нажать клавишу  и клавишу .


Начиная с нулевого кадра, набрать кадры управляющей программы, разработанной при выполнении практической работы №1. При этом следует следить за набором информации на индикационных табло «номер кадра» и «буквенные адреса».

Если при наборе была допущена ошибка, то устранить её можно, нажав клавишу С - сброс, в том случае, если кадр не был записан в память нажатием клавиши .

2.2 Режим редактирования (отображения) информации.

Режим используется для редактирования кадров УП, записанных в память.

Для выбора режима редактирования необходимо нажать клавишу отображения .

Набрать номер кадра, который необходимо отредактировать, и вывести информацию данного кадра на индикацию нажатием клавиши .

В этом режиме осуществляется просмотр всех кадров управляющей программы перед запуском автоматического режима обработки программы.

3 Содержание отчёта

3.1 Тема.

3.2 Цель работы.

3.3 Эскиз обрабатываемой детали.

3.4 Управляющая программа обработки детали, разработанная при выполнении практической работы №3

3.5 Перечень клавиш УЧПУ, необходимых для работы в режиме ввода и редактирования информации.

4 Контрольные вопросы

4.1 Назовите виды устройств ЧПУ, их классификацию, особенности программирования.

4.2 Приведите перечень клавиш УЧПУ для ввода текста УП

4.3 Перечислите режимы работы УЧПУ, их назначение.

4.4 Приведите последовательность действий при работе в режиме ввода информации.

4.5 Приведите последовательность действий при работе в режиме вывода информации

Литература

- 1 Жолобов, А.А. Программирование процессов обработки поверхностей на станках с ЧПУ. / А.А. Жолобов, Ж.А. Мрочек. – Белорус.-Рос. ун-т. – 2009..
- 2 Данилевский, В.В., Гельфгат, Ю.И. «Лабораторные работы и практические занятия по технологии машиностроения»: Учебное пособие для машиностроительных специальностей техникумов. 2-е изд. М. ВШ, 1988. 148с
- 3 Серебrenицкий, П.П. «Программирование для автоматизированного оборудования» / П.П. Серебrenицкий, А.Г.Схиртладзе, – М.: ВШ, 2003.-592с.
- 4 Дулькевич, А.О. Токарная и фрезерная обработка. Программирование системы ЧПУ HAAS в примерах: /А.О.Дулькевич. – Минск: РИПО, 2016. – 70с.

Перечень ТНПА

ГОСТ 20523-80. ЕСТД. Устройства числового программного управления станками. Термины и определения.

ГОСТ 2099-78. ЕСТД. Символы кода ИСО для станков с числовым программным управлением.

ГОСТ 3.1418-86. ЕСТД. Формы и правила оформления документов на технологические процессы и операции с ЧПУ.

ГОСТ 3.1702-79. ЕСТД. Правила записи операций и переходов. Обработка резанием.

Практическая работа №4

Разработка расчётно-технологической карты на фрезерную операцию с ЧПУ

Цель работы: разработать расчётно-технологическую карту на фрезерную операцию с ЧПУ.

Оснащение рабочего места:

- чертёжные принадлежности
- калькулятор
- ТНПА
- конспект лекций
- чертёж (эскиз) детали для обработки на станках фрезерной группы с ЧПУ


1 Краткие теоретические сведения

Расчётно-технологическая карта (РТК) должна содержать полную информацию о маршрутной и операционной технологии обработки детали на станке с ЧПУ, используется для расчёта координат опорных точек траектории движения при разработке УП.


На РТК приводится:

- наименование и код операции, модель станка и УЧПУ;
- эскиз детали обрабатываемой на данной операции;
- эскиз заготовки (если заготовка сложной формы);
- операционные эскизы для каждого перехода с указанием номера перехода, схемы установки заготовки на станке, выдерживаемых размеров, параметров шероховатостей обрабатываемых поверхностей, содержания перехода;
- траектория движения для каждого перехода с указанием направления движения и нумерацией опорных точек, начиная с исходной точки;
- таблица координат опорных точек траектории движения инструмента;
- перечень режущего и вспомогательного инструмента для каждого перехода;
- связь нулей системы координат станка, детали и инструмента.

Эскизы траектории вычерчиваются в двух проекциях: высотная траектория в координатных осях X и Z и контурная траектория в координатных осях X и Y . Нули систем координат графически на эскизах отмечаются следующим образом:

 - нуль станка

 - нуль детали

 - нуль инструмента

 - нуль приспособления

В учебных целях РТК допускается оформлять на листах формата А4, размещая один или два перехода на листе.

2 Порядок выполнения работы

2.1 Изучив эскиз детали, определить состав технологических переходов фрезерной операции с ЧПУ.

2.2 Выбрать необходимый инструмент, назначить конкретные позиции инструментального магазина для каждого инструмента

2.3 Вычертить эскизы обрабатываемой детали с траекторией движения каждого используемого инструмента по всем переходам.

2.4 Рассчитать координаты опорных точек каждой траектории от нуля детали. Результаты свести в таблицу.

2.5 Назначить режимы резания для каждого перехода табличным методом.

2.6 Оформить отчёт.

3 Содержание отчёта

3.1 Тема.

3.2 Цель работы.

3.3 Эскиз детали.

3.4 Состав технологических переходов фрезерной операции.

3.5 Описание инструмента с указанием позиций инструментального магазина, параметров инструмента (наименование, ГОСТ, материал режущей части, диаметр и вылет для фрезы).

3.6 Эскизы переходов с траекторией движения (по согласованию с преподавателем).

3.7 Таблица координат опорных точек траектории движения по осям X, Y и Z.

3.8 Выводы о проделанной работе.

4 Контрольные вопросы

4.1 Поясните состав технологических переходов фрезерной операции с ЧПУ?

4.2 Поясните систему координат фрезерного станка и систему координат обрабатываемой детали, их связь.

4.3 Перечислите информацию для оформления операционных эскизов.

4.4 Дайте понятие эквидистанты, особенностей построения траектории движения фрезы.

4.5 Приведите методику расчёта координат опорных точек траектории движения инструмента.

Литература

1 Жолобов, А.А. Программирование процессов обработки поверхностей на станках с ЧПУ./ А.А. Жолобов, Ж.А. Мрочек. – Белорус.-Рос. ун-т. – 2009.

2 Данилевский, В.В., Гельфгат, Ю.И. «Лабораторные работы и практические занятия по технологии машиностроения»: Учебное пособие для машиностроительных специальностей техникумов. М. ВШ, 1988.-148с

3 Серебrenицкий, П.П. «Программирование для автоматизированного оборудования» / П.П. Серебrenицкий, А.Г.Схиртладзе, – М.: ВШ, 2003.-592с.

Перечень ТНПА

ГОСТ 20523-80. ЕСТД. Устройства числового программного управления станками. Термины и определения.

ГОСТ 2099-78. ЕСТД. Символы кода ИСО для станков с числовым программным управлением.

ГОСТ 3.1404-86. ЕСТД. Формы и правила оформления документов на технологические процессы и операции обработки резанием.

ГОСТ 3.1702-79. ЕСТД. Правила записи операций и переходов. Обработка резанием

Практическая работа №5

Разработка УП обработки детали на фрезерном станке с ЧПУ

Цель работы: Научиться разрабатывать УП для обработки деталей на фрезерном станке с ЧПУ

Оснащение рабочего места:

- чертёжные принадлежности
- калькулятор
- ТНПА
- конспект лекций
- чертёж (эскиз) детали для обработки на станках фрезерной группы с ЧПУ.

1 Краткие теоретические сведения

Основные символы, используемые при программировании

N – номер кадра

I, J, K – координаты начальной точки дуги по осям x, y, z

F – функция подачи

G – подготовительная функция

L – коррекция

M – вспомогательная функция

S – функция скорости шпинделя

T – функция инструмента

Основные подготовительные функции

G01 – линейная интерполяция

G02, G03 – круговая интерполяция по и против часовой стрелки соответственно

G04 – пауза

G17, G18, G19 – выбор плоскостей обработки XY, XZ и ZY соответственно

G41 – коррекция при линейном перемещении положительная

G42, G43 – коррекция круговой интерполяции по и против часовой стрелки положительная

G51 – коррекция при линейном перемещении отрицательная

G52, G53 – коррекция круговой интерполяции по и против часовой стрелки отрицательная

G40 – отмена коррекции

Основные вспомогательные функции.

M00 – программируемый останов

M02 – конец программы

M03, M04 – задание вращения шпинделя по и против часовой стрелки

M05 – останов шпинделя

M06 – смена инструмента (если станок оснащён устройством автоматической смены инструмента)

2 Порядок выполнения работы

2.1 Используя разработанную при выполнении практической работы №4 расчётно-технологическую карту и перечень подготовительных и вспомогательных функций, запрограммировать УП обработки детали на фрезерном станке с ЧПУ.

2.2 Оформить отчёт.

3 Содержание отчёта

3.1 Тема.

3.2 Цель работы.

3.3 Эскиз детали.

3.4 Состав переходов операции, перечень требуемого инструмента.

3.5 Траектории движения каждого инструмента в системе координат детали.

3.6 Текст УП.

4 Контрольные вопросы

4.1 Перечислите подготовительные функции УЧПУ типа НЗЗ, поясните их назначение.

4.2 Перечислите вспомогательные функции, поясните их назначение.

4.3 Поясните программирование линейной интерполяции, функции и их особенности.

4.4 Поясните программирование круговой интерполяции, функции и их особенности.

4.5 Поясните программирование коррекции, функции и их особенности.

4.6 Поясните программирование подачи, функции и их особенности.

Литература

1 Жолобов, А.А. Программирование процессов обработки поверхностей на станках с ЧПУ. / А.А. Жолобов, Ж.А. Мрочек. – Белорус.-Рос. ун-т. – 2009.

2 Данилевский В.В., Гельфгат Ю.И. «Лабораторные работы и практические занятия по технологии машиностроения»: Учебное пособие для машиностроительных специальностей техникумов. 2-е изд. М. ВШ, 1988.- 148с

3 Серебеницкий, П.П. «Программирование для автоматизированного оборудования» / П.П. Серебеницкий, А.Г.Схиртладзе, – М.: ВШ, 2003.-592с.

4 Инструкция по программированию для УЧПУ типа НЗЗ.

5 Дулькевич, А.О. Токарная и фрезерная обработка. Программирование системы ЧПУ НААС в примерах: /А.О.Дулькевич. – Минск: РИПО, 2016. – 70с.

Перечень ТНПА

ГОСТ 20523-80. ЕСТД. Устройства числового программного управления станками. Термины и определения

ГОСТ 2099-78. ЕСТД. Символы кода ИСО для станков с числовым программным управлением.

ГОСТ 3.1404-86. ЕСТД. Формы и правила оформления документов на технологические процессы и операции обработки резанием.

ГОСТ 3.1702-79. ЕСТД. Правила записи операций и переходов. Обработка резанием.

Практическая работа №6

Разработка УП обработки детали на электроэрозионном станке с ЧПУ

Цель работы: Научиться разрабатывать управляющие программы электроэрозионной обработки для УЧПУ 2М43

Оснащение рабочего места:

- чертёжные принадлежности
- калькулятор
- ТНПА
- конспект лекций
- эскиз (чертеж) детали

1 Краткие теоретические сведения

Основные символы, используемые при программировании:

N - номер кадра

X, Y – размерные переменные по координатным осям x и y

G – подготовительная функция

M – вспомогательная функция

F – функция подачи

I, j – координаты центра дуги окружности на оси x и y

T – номер коррекции на радиус инструмента

Основные подготовительные функции

G00 – быстрое позиционирование

G01 – линейная интерполяция

G02, G03 – круговая интерполяция по и против часовой стрелки

G04 – пауза

G41 – коррекция на радиус

G40 – её отмена

G26 – замер ширины реза

G27 – постоянный цикл поиска центра технологического отверстия

G25 – отмена G26 и G27

G70...G75 – функции масштаба

G92 – сброс накопителей положения

Вспомогательные функции при программировании электроэрозионной обработки аналогичны вспомогательным функциям других видов обработки.

Остальные вспомогательные функции дублируются нажатием соответствующих клавиш пульта управления УЧПУ 2М43 при запуске программы обработки детали.

2 Порядок выполнения работы

2.1 Проанализировав эскиз детали, предложенный преподавателем, выбрать нуль системы координат детали (центр технологического отверстия в заготовке).

- 2.2 Вычертить чертёж детали в приемлемом масштабе и траекторию движения инструмента (проволоки).
- 2.3 Рассчитать координаты опорных точек движения инструмента.
- 2.4 Закодировать траекторию движения инструмента с указанием режима подачи.
- 2.5 Оформить отчет.

3 Содержание отчёта

- 3.1 Тема и цель работы
- 3.2 Эскиз детали с траекторией движения инструмента в системе координат детали.
- 3.3 Текст управляющей программы.
- 3.4 Выводы о проделанной работе.

4 Контрольные вопросы

- 4.1 Перечислите особенности программирования электроэрозионной обработки детали?
- 4.2 Перечислите подготовительные и вспомогательные функции, поясните отличительные особенности.
- 4.3 Сравните программирование фрезерной и электроэрозионной обработки внутреннего и наружного контура.

Литература

- 1 Жолобов, А.А. Программирование процессов обработки поверхностей на станках с ЧПУ. / А.А. Жолобов, Ж.А. Мрочек. – Белорус.-Рос. ун-т. – 2009.
- 2 Серебrenицкий, П.П. «Программирование для автоматизированного оборудования» / П.П. Серебrenицкий, А.Г.Схиртладзе, – М.: ВШ, 2003.-592с.
- 3 Инструкция по программированию электроэрозионной обработки для УЧПУ типа 2М43.

Перечень ТНПА

- ГОСТ 20523-80. ЕСТД. Устройства числового программного управления станками. Термины и определения.
- ГОСТ 2099-78. ЕСТД. Символы кода ИСО для станков с числовым программным управлением.
- ГОСТ 3.1404-86. ЕСТД. Формы и правила оформления документов на технологические процессы и операции обработки резанием.
- ГОСТ 3.1702-79. ЕСТД. Правила записи операций и переходов. Обработка резанием.

Практическая работа №7

Разработка расчётно-технологической карты на сверлильную операцию с ЧПУ

Цель работы: разработать расчётно-технологическую карту на сверлильную операцию с ЧПУ

Оснащение рабочего места

- чертёжные принадлежности
- калькулятор
- ТНПА
- конспект лекций
- эскиз (чертеж) детали


1 Краткие теоретические сведения

Расчётно-технологическая карта (РТК) должна содержать полную информацию о маршрутной и операционной технологии обработки детали на станке с ЧПУ, используется для расчёта координат опорных точек траектории движения при разработке УП.

На РТК приводится:

- наименование и код операции, модель станка и УЧПУ;
- эскиз детали обрабатываемой на данной операции;
- эскиз заготовки (если заготовка сложной формы);
- операционные эскизы для каждого перехода с указанием номера перехода, схемы установки заготовки на станке, выдерживаемых размеров, параметров шероховатостей обрабатываемых поверхностей, содержания перехода;
- траектория движения для каждого перехода с указанием направления движения и нумерацией опорных точек, начиная с исходной точки;
- таблица координат опорных точек траектории движения инструмента;
- перечень режущего и вспомогательного инструмента для каждого перехода;
- связь нулей системы координат станка, детали и инструмента.

Эскизы траектории вычерчиваются в двух проекциях: высотная траектория в координатных осях X и Z и траектория позиционирования в координатных осях X и Y . Нули систем координат графически на эскизах отмечаются следующим образом:

 - нуль станка

 - нуль детали

 - нуль инструмента

 - нуль револьверной головки (нуль приспособления)

В учебных целях РТК допускается оформлять на листах формата А4, размещая один или два перехода на листе.

2 Порядок выполнения работы

2.1 Изучив эскиз детали, предложенный преподавателем, определить состав технологических переходов сверлильной операции с ЧПУ.

2.2 Выбрать необходимый инструмент, его параметры, назначить ему конкретные позиции инструментального магазина.

2.3 Вычертить эскизы обрабатываемой детали с траекторией движения каждого используемого инструмента по всем переходам.

2.4 Рассчитать координаты опорных точек каждой траектории от нуля детали. Результаты свести в таблицу.

2.5 Оформить отчёт.

3 Содержание отчёта

3.1 Тема.

3.2 Цель работы.

3.3 Эскиз детали.

3.4 Состав технологических переходов токарной операции.

3.5 Описание инструмента с указанием позиций инструментального магазина, параметров инструмента (наименование, ГОСТ, материал режущей части, диаметр и вылет для осевого инструмента)

3.6 Эскизы переходов с траекторией движения (по согласованию с преподавателем).

3.7 Таблица координат опорных точек траектории движения по осям X, Y и Z.

3.8 Выводы о проделанной работе.

4 Контрольные вопросы

4.1 Поясните состав технологических переходов сверлильной операции с ЧПУ?

4.2 Поясните систему координат сверлильного станка и систему координат обрабатываемой детали, их связь.

4.3 Перечислите информацию для оформления операционных эскизов.

4.4 Поясните методику расчёта координат опорных точек траектории движения инструмента.

Литература

1 Жолобов, А.А. Программирование процессов обработки поверхностей на станках с ЧПУ./ А.А. Жолобов, Ж.А. Мрочек. – Белорус.-Рос. ун-т. – 2009.

2 Данилевский, В.В., Гельфгат ,Ю.И. «Лабораторные работы и практические занятия по технологии машиностроения»: Учебное пособие для машиностроительных специальностей техникумов. М. ВШ, 1988.-148с

3 Серебrenицкий, П.П. «Программирование для автоматизированного оборудования» / П.П. Серебrenицкий, А.Г.Схиртладзе, – М.: ВШ, 2003.-592с.

Перечень ТНПА

ГОСТ 20523-80. ЕСТД. Устройства числового программного управления станками. Термины и определения.

ГОСТ 2099-78. ЕСТД. Символы кода ИСО для станков с числовым программным управлением.

ГОСТ 3.1404-86. ЕСТД. Формы и правила оформления документов на технологические процессы и операции обработки резанием.

ГОСТ 3.1702-79. ЕСТД. Правила записи операций и переходов. Обработка резанием.

Практическая работа №8

Разработка УП обработки детали на сверлильном станке с ЧПУ

Цель работы: Научиться программировать обработку отверстий на сверлильном станке с УЧПУ типа 2П32.

Оснащение рабочего места

- чертёжные принадлежности
- калькулятор
- ТНПА
- конспект лекций
- эскиз (чертеж) детали

1 Краткие теоретические сведения

Основные подготовительные функции:

G60-G69 – режимы позиционирования к заданной точке (центр обрабатываемого отверстия);

G60 – точное позиционирование;

G62 – позиционирование с ускоренного хода – грубое позиционирование;

G81-G89 – группа постоянных циклов для обработки отверстий, где G81 – цикл сверления или центrovания;

G82 – цикл сверления или центrovания с паузой в конце рабочего хода;

G83 – цикл глубокого сверления;

G84 – цикл нарезания резьбы;

G85 – G88 – циклы черного и чистового растачивания;

G89 – цикл развёртывания;

G80 – отмена постоянных циклов;

G54 – G59 – группа циклов смещения нуля («плавающий нуль»);

G53 – отмена смещения нуля;

G90, G91 – система отсчёта перемещений абсолютная или относительная соответственно.

Выбор вспомогательных функций для обработки отверстий осуществляется по таблице из литературы [2] аналогично рассмотренным ранее видам обработки.

2 Порядок выполнения работы

2.2 Используя разработанную расчетно-технологическую карту при выполнении практической работы №7, выбрать необходимые подготовительные и вспомогательные функции для переходов сверлильной операции с ЧПУ.

2.3 Определить режимы резания для каждого перехода табличным методом.

2.4 Запрограммировать траекторию движения каждого инструмента, используя постоянные циклы сверлильной операции.

2.5 Оформить отчет

3 Содержание отчёта

- 3.1 Тема и цель работы
- 3.2 Эскиз детали в двух проекциях с траекторией движения каждого используемого инструмента.
- 3.3 Текст УП обработки детали.
- 3.4 Выводы о проделанной работе.

4 Контрольные вопросы

- 4.1 Поясните систему координат сверлильного станка и систему координат детали, их связь.
- 4.2 Дайте понятие «плавающего нуля», обоснуйте расчёт смещения нуля станка.
- 4.3 Опишите последовательность технологических переходов сверлильной операции, от чего зависит их состав.
- 4.4 Поясните функции позиционирования, их назначение.
- 4.5 Поясните выбор постоянных циклов сверлильной операции, их назначение.
- 4.6 Приведите расчёт параметров постоянных циклов R, Z, W.

Литература

- 1 Жолобов, А.А. Программирование процессов обработки поверхностей на станках с ЧПУ./ А.А. Жолобов, Ж.А. Мрочек. – Белорус.-Рос. ун-т. – 2009.
- 2 Серебrenицкий, П.П. «Программирование для автоматизированного оборудования» / П.П. Серебrenицкий, А.Г.Схиртладзе, – М.: ВШ, 2003.-592с.
- 3 Инструкция по программированию обработки детали на сверлильном станке для УЧПУ типа 2П32.

Перечень ТНПА

- ГОСТ 20523-80. ЕСТД. Устройства числового программного управления станками. Термины и определения.
- ГОСТ 2099-78. ЕСТД. Символы кода ИСО для станков с числовым программным управлением.
- ГОСТ 3.1404-86. ЕСТД. Формы и правила оформления документов на технологические процессы и операции обработки резанием.
- ГОСТ 3.1702-79. ЕСТД. Правила записи операций и переходов. Обработка резанием.

Практическая работа №9

Разработка расчётно-технологической карты на многоцелевую операцию с ЧПУ

Цель работы: разработать расчётно-технологическую карту на многоцелевую операцию с ЧПУ.

Оснащение рабочего места:

- чертёжные принадлежности
- калькулятор
- ТНПА
- конспект лекций
- Чертёж (эскиз) детали

1 Краткие теоретические сведения

Расчётно-технологическая карта (РТК) должна содержать полную информацию о маршрутной и операционной технологии обработки детали на станке с ЧПУ, используется для расчёта координат опорных точек траектории движения при разработке УП.

На РТК приводится:

- наименование и код операции, модель станка и УЧПУ;
- эскиз детали обрабатываемой на данной операции;
- операционные эскизы для каждого перехода с указанием номера перехода, схемы установки заготовки на станке, выдерживаемых размеров, параметров шероховатостей обрабатываемых поверхностей, содержания перехода;
- траектория движения для каждого перехода с указанием направления движения и нумерацией опорных точек, начиная с исходной точки;
- таблица координат опорных точек траектории движения инструмента;
- перечень режущего и вспомогательного инструмента для каждого перехода;
- связь нулей системы координат станка, детали и инструмента.

Эскизы траектории вычерчиваются в двух проекциях: высотная траектория в координатных осях X и Z и контурная траектория в координатных осях X и Y . Необходимо обратить внимание на плоскости обработки детали с учётом поворота заготовки и инструмента.

В учебных целях РТК для многоцелевой операции допускается оформлять на листах формата А4, перечень необходимых для отображения эскизов согласовывается с преподавателем.

2 Порядок выполнения работы

2.1 Изучив эскиз детали, приведённый в приложении А, Б, определить состав технологических переходов многоцелевой операции с ЧПУ.

2.2 Выбрать необходимый инструмент, назначить ему конкретные позиции инструментального магазина, назначить номера корректоров для записи вылета и диаметра осевого инструмента.

2.3 Вычертить эскизы обрабатываемой детали с траекторией движения каждого используемого инструмента по требуемым переходам.

2.4 Оформить отчёт.

3 Содержание отчёта

3.1 Тема.

3.2 Цель работы.

3.3 Эскиз детали.

3.4 Состав технологических переходов многоцелевой операции с ЧПУ.

3.5 Описание инструмента с указанием позиций инструментального магазина, параметров инструмента (наименование, ГОСТ, материал режущей части, диаметр и вылет для осевого инструмента), номеров корректоров.

3.6 Эскизы переходов с траекторией движения (по согласованию с преподавателем).

3.7 Выводы о проделанной работе.

4 Контрольные вопросы

4.1 Поясните состав технологических переходов многоцелевой операции с ЧПУ?

4.2 Поясните рекомендуемую последовательность обработки детали на многоцелевых станках с ЧПУ.

4.3 Поясните связь системы координат многоцелевого станка и системы координат обрабатываемой детали.

4.4 Перечислите перечень информации для оформления операционных эскизов.

4.5 Дайте понятие эквидистанты, особенностей построения траектории движения фрезы.

Литература

1 Жолобов, А.А. Программирование процессов обработки поверхностей на станках с ЧПУ. / А.А. Жолобов, Ж.А. Мрочек. – Белорус.-Рос. ун-т. – 2009.

2 Серебrenицкий, П.П. «Программирование для автоматизированного оборудования» / П.П. Серебrenицкий, А.Г. Схиртладзе, – М.: ВШ, 2003. -592с.

Перечень ТНПА

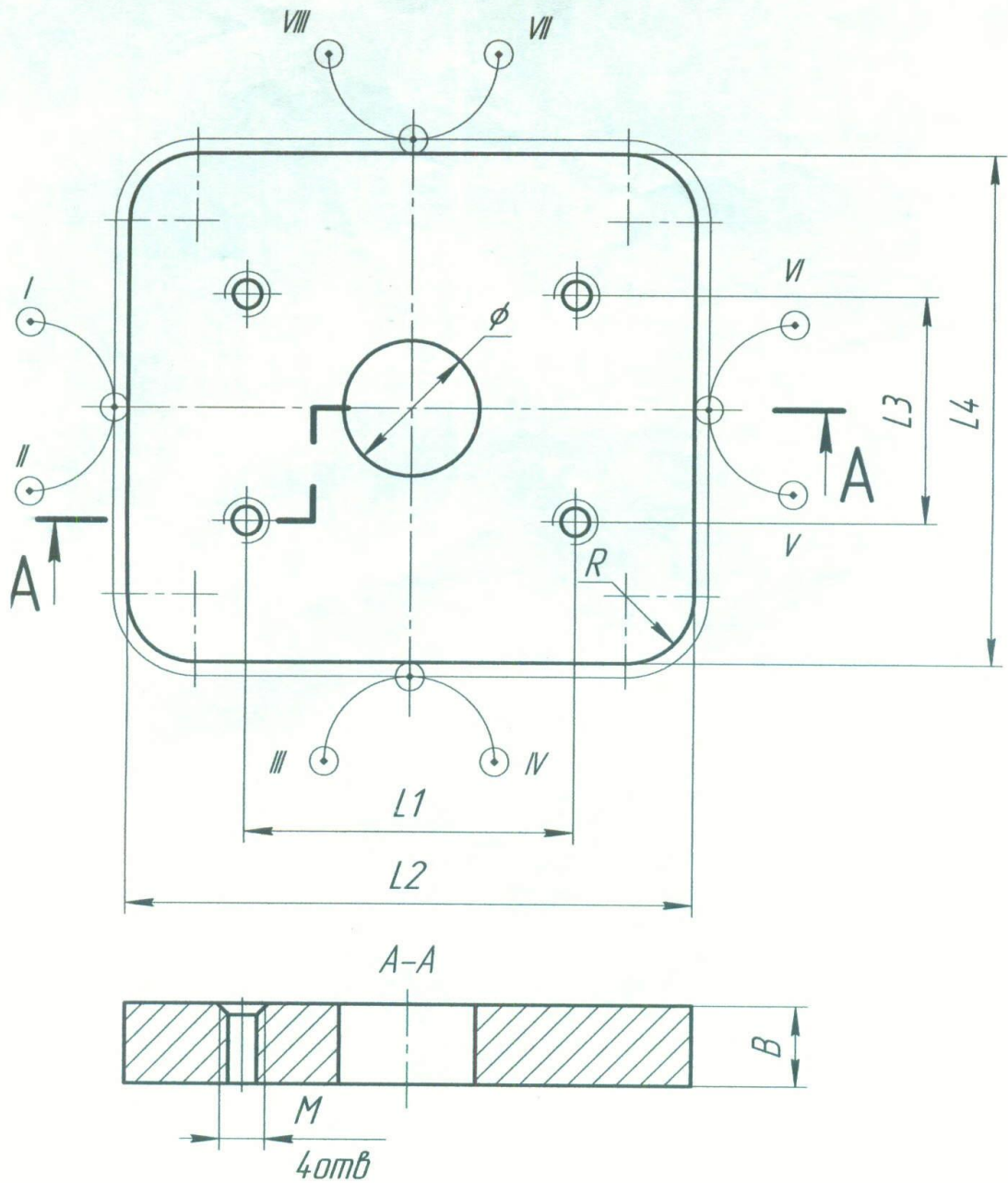
ГОСТ 2099-78. ЕСТД. Символы кода ИСО для станков с числовым программным управлением.

ГОСТ 3.1404-86. ЕСТД. Формы и правила оформления документов на технологические процессы и операции обработки резанием.

ГОСТ 3.1702-79. ЕСТД. Правила записи операций и переходов. Обработка резанием.

Приложение А

Эскиз детали
с траекторией подхода к обрабатываемому контуру



Приложение Б

Таблица – Варианты исходных данных

№ варианта	L1	L2	L3	L4	B	M	Ø	R	Подход к контуру
1	140	220	180	280	24	12	16H8	10	I
2	150	240	200	320	20	10	18H9	15	II
3	200	280	180	260	18	8	20H8	20	III
4	220	300	180	280	26	14	22H9	28	IV
5	240	310	160	220	20	8	20H9	25	V
6	260	340	200	320	22	10	24H8	10	VI
7	285	345	220	300	16	8	28H8	35	VII
8	300	360	215	305	24	12	30H8	20	VIII
9	310	380	260	330	20	10	40H9	18	I
10	270	350	250	330	22	12	36H8	15	II
11	310	370	260	340	26	10	42H9	30	III
12	320	400	280	360	20	16	46H8	25	IV
13	340	400	300	380	25	10	50H8	20	V
14	300	380	300	360	20	8	52H9	15	VI
15	280	380	250	350	16	8	54H8	22	VII

Практическая работа №10

Разработка УП обработки детали на многоцелевом станке с ЧПУ

Цель работы: Научиться программировать обработку корпусных деталей на многоцелевом станке с УЧПУ типа 2С42.

Оснащение рабочего места

- чертёжные принадлежности
- калькулятор
- ТНПА
- конспект лекций
- эскиз (чертеж) детали

1 Краткие теоретические сведения

Основные подготовительные функции:

G00 – быстрое позиционирование;

G01 – линейная интерполяция;

G02, G03 – круговая интерполяция по часовой стрелке и против часовой стрелки соответственно;

G17, G18, G19 – функции плоскости обработки в координатных осях XY, XZ, YZ соответственно;

G11 – подвод инструмента под углом к обрабатываемой поверхности;

G12, G13 – подвод инструмента к обрабатываемой поверхности по дуге окружности по часовой стрелке и против часовой стрелки (или его отвод после обработки);

G41...G52 – группа функций учёта коррекции на радиус и вылет инструмента;

G60-G69 – режимы позиционирования к заданной точке (центр обрабатываемого отверстия);

G60 – точное позиционирование;

G62 – позиционирование с ускоренного хода – грубое позиционирование;

G81-G89 – группа постоянных циклов для обработки отверстий, где G81 – цикл сверления или центрования;

G82 – цикл сверления или центрования с паузой в конце рабочего хода;

G83 – цикл глубокого сверления;

G84 – цикл нарезания резьбы;

G85 – G88 – циклы чернового и чистового растачивания;

G89 – цикл развёртывания;

G80 – отмена постоянных циклов;

G54 – G59 – группа циклов смещения нуля («плавающий ноль»)

G53 – отмена смещения нуля;

G90, G91 – система отсчёта перемещений абсолютная или относительная соответственно.

2 Порядок выполнения работы

2.1 Рассчитать координаты опорных точек в системе координат детали для траектории движения инструментов, эскизы которых разработаны во время практической работы №9.

2.2 Выбрать необходимые функции для программирования переходов многоцелевой операции с ЧПУ

2.3 Запрограммировать траекторию движения инструмента на каждый переход по обработке указанных поверхностей (согласовать с преподавателем).

3 Содержание отчёта

3.1 Тема и цель работы.

3.2 Эскиз детали.

3.3 Эскизы на каждый переход с траекторией движения инструмента с указанием координат опорных точек (используются данные практической работы №9).

3.4 Текст УП на каждый переход с комментариями.

3.5 Выводы о проделанной работе.

4 Контрольные вопросы

4.1 Поясните систему координат многоцелевого станка с ЧПУ.

4.2 Обоснуйте выбранную последовательность переходов многоцелевой операции с ЧПУ.

4.3 С какой целью осуществляют смещение нулевой плоскости?

4.4 Обоснуйте выбор требуемых подготовительных и вспомогательных функций.

4.5 Как рассчитываются параметры постоянных циклов?

Литература

1 Жолобов, А.А. Программирование процессов обработки поверхностей на станках с ЧПУ. / А.А. Жолобов, Ж.А. Мрочек. – Белорус.-Рос. ун-т. – 2009.

2 Серебrenицкий, П.П. «Программирование для автоматизированного оборудования» / П.П. Серебrenицкий, А.Г.Схиртладзе, – М.: ВШ, 2003.-592с.

3 Программное обеспечение УЧПУ 2С42 -65. Руководство оператора.

Перечень ТНПА

ГОСТ 2099-78. ЕСТД. Символы кода ИСО для станков с числовым программным управлением.

ГОСТ 3.1404-86. ЕСТД. Формы и правила оформления документов на технологические процессы и операции обработки резанием.

ГОСТ 3.1702-79. ЕСТД. Правила записи операций и переходов. Обработка резанием.

Лабораторная работа №2

Изучение режимов ввода, редактирования и контроля УП для УЧПУ многоцелевого станка

Цель работы: Изучить режимы ввода УП и редактирования с клавиатуры пульта управления УЧПУ многоцелевым станком.

Оснащение рабочего места:

- чертёжные принадлежности
- калькулятор
- ТНПА
- конспект лекций
- УЧПУ 2С42

1 Краткие теоретические сведения.

1.1 Клавиатура пульта управления УЧПУ приведена на рисунке 2. При работе с УЧПУ предусмотрены следующие режимы работы:

- автоматический АВТ.- вызывается клавишей 
- полуавтоматический П/ав. – клавиша 
- поиск – клавиша 
- ввод – клавиша 
- редактирование РЕД – клавиша 
- тестирование ТЕСТ – клавиша 
- ручное управление РУЧН 

1.2 Автоматический режим работы предназначен для отработки на станке технологической программы, введённой с носителя или из памяти УЧПУ. При работе в автоматическом режиме можно выбрать дополнительные подрежимы:

- /P – ввод программы с ФСУ;
- /U – отработка программы из памяти УЧПУ;
- ST – технологический останов при наличии функции M01;
- SP – останов по концу программы по функции M02;
- U/ - отработка программы с пропуском кадра, отмеченного символом «/»;
- UP – отработка программы на фиксированной скорости подачи;

- UT – обработка программы с выдачей технологии (геометрическая информация не обрабатывается);
- UX – зеркальная обработка по координате x;
- UY – зеркальная обработка по координате y;

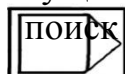
Выбор того или иного подрежима осуществляется путём нажатия соответствующих клавиш на пульте УЧПУ.

1.3 Работа устройства в полуавтоматическом режиме аналогична работе устройства в автоматическом режиме с остановом по концу каждого кадра. Продолжение работы осуществляется нажатием клавиши



или

1.4 Поиск информации в режиме «поиск» может быть произведён в памяти УЧПУ или с носителя заданием подрежимов XU или /P соответственно. Возможно задание подрежимов поиска начала программы S%, главного кадра S:, поиска кадра SN, номер которого задан оператором. Для осуществления поиска в любом из подрежимов необходимо нажать,



поиск может быть прерван клавишей



1.5 Выбор режима ввода осуществляется нажатием клавиши

При работе в режиме ввода имеется возможность ввода:

- величины плавающего нуля – подрежим VØ
- величины коррекции на размер инструмента – подрежим VD
- кадра или программы, набранных на клавиатуре пульта управления – подрежим УК
- программы на носитель VP.

1.6 Режим редактирования позволяет отредактировать управляющие программы и вывести отредактированную программу на перфоленту. Редактирование происходит в режиме диалога путём выполнения команд, подаваемых с клавиатуры пульта УЧПУ. Выбор режима осуществляется нажатием клавиши



Таблица 1- Список команд режима редактирования:

Обозначение команды	Наименование команды
±nA	Перемещение точки (курсора) на n кадров
±nY	Перемещение точки (курсора) на n символов
±nD	Стирание (удаление) символов
±nK	Стирание (удаление) кадров
R	Ввод
±nC	Замена n символов
±nX	Замена n кадров
/	Вставка
B	Начало
T	Печать

Обозначение команды	Наименование команды
N	Вывод
P	Подготовка
S	Коррекция номера кадра
nG	Поиск
V	Ввод констант

1.6.1 Команда «перемещение точки на n кадров» позволяет переместить курсор на число кадров, определяемых аргументом n, +nA – перемещает курсор вперёд к началу n – го кадра, а –nA – перемещает курсор назад к началу n – го кадра, OA – перемещает курсор в начало текущего кадра.

1.6.2 Команда «перемещение точки вперёд на n символов»:

+nJ – перемещение курсора вперёд на n символов;

-nJ – перемещение курсора назад на n символов.

1.6.3 Команда «стирание n символов»:

+nD – стереть последующие n символов;

-nD – стереть предыдущие n символов.

1.6.4 Команда «стирание n кадров»:

+nK – стереть символы кадров, начиная от курсора и заканчивая n – кадром;

-nK – стереть символы кадров, начиная с n – го предыдущего кадра и кончая точкой (курсором).

1.6.5 Команда «ввод» позволяет ввести УП с перфоленты, если присутствует аргумент n, то будет введено такое же количество кадров, т.е. не вся УП.

1.6.6 Команда «замена n символов»:

с клавиатуры должен быть введён текст замены, в результате выполнения команды курсор будет находиться за последним символом текста для замены.

1.6.7 Команда «замена n кадров»: необходимо ввести текст для замены, результат аналогичен предыдущей команде.

1.6.8 Команда «вставка»: после вызова команды нажатием клавиши / и ПС набирается вставляемый текст, который завершается нажатием клавиши СПЕЦ. Команда вставляет текст, начиная от курсора.

1.6.9 Команда «начало» переместит курсор в начало редактируемой области памяти.

1.6.10 Команда «печать» позволяет распечатать информацию из редактируемой области памяти при наличии устройства печати.

1.6.11 Команда «вывод» позволяет вывести информацию из области памяти на программноноситель.

1.6.12 Команда «подготовка» позволяет стереть всю информацию, находящуюся в редактируемой области памяти.

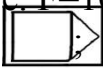

1.6.13 Команда «коррекция номера кадра» позволяет произвести коррекцию номеров всех кадров от первого обнаруженного до кадра, содержащего команду M02.

1.6.14 Команда «поиск» позволяет осуществить поиск объекта-строки информации (не более 13 символов). Ввод объекта поиска начинается от курсора с нажатием клавиши СПЕЦ. Если текст найден, то курсор останавливается за найденным текстом, в противном случае – в конце редактируемой программы.

1.6.15 Команда «ввод констант» позволяет осуществить ввод величин коррекции люфта по координатам и коррекцией накопленной погрешности по координатам с клавиатуры пульта управления или перфоленты.


1.7 Режим «тест» предназначен для проверки работоспособности отдельных блоков УЧПУ по тест-программам.

1.8 Режим «ручное управление» позволяет выполнить:

1.8.1 безразмерные перемещения по осям на скорости подачи, задаваемой с пульта управления (например, N, F, I, 0, 0 ПС, т.е. $F=100$ мм мин), при этом на пульте должен быть установлен режим ввода  


1.8.2 фиксированные перемещения на 1, 10, 100, 1000 мм;

1.8.3 установку нулей станка на скорости быстрого хода;

1.8.4 отработку любого кадра управляющей программы нажатием клавиши  пуск.

2 Порядок выполнения работы

2.1 Режим ввода

2.1.1 Выбрать режим ввода нажатием клавиши  . При этом на экране высветятся возможные подрежимы ввода.

2.1.2 При вводе программы с клавиатуры УП необходимо выбрать соответствующий подрежим нажатием клавиш V и R. Далее производится ввод всех кадров УП, разработанной на практическом занятии.

2.1.3 При вводе программы с программноносителя необходимо выбрать соответствующий режим нажатием клавиш V и R.

2.1.4 Необходимо заправить перфоленту в ФСУ и нажать клавишу



2.2 Режим редактирования.

2.2.1 Выбрать режим редактирования нажатием клавиш  

2.2.2 Внимательно изучив п. 1.6 настоящей инструкции, произвести отработку всех команд режима редактирования (пп 1.6.2 ... 1.6.15).

3 Содержание отчёта

3.1 Тема и цель работы

3.2 Оборудование

3.3 Клавиатура пульта управления.

3.4 Режимы работы УЧПУ (ввода УП и редактирования УП)

3.5 Допускается оформление общего отчёта по данной лабораторной работе и практической работе №5 «Разработка УП обработки детали на многоцелевом станке с ЧПУ».

4 Контрольные вопросы

4.1 Опишите особенности работы и программирования многооперационной обработки.

4.2 Приведите основные подготовительные функции УЧПУ 2С42.

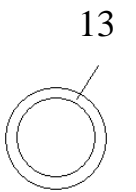
4.3 Приведите основные вспомогательные функции УЧПУ 2С42.

4.4 Назовите перечень клавиш пульта управления.

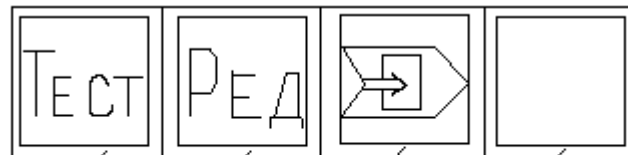
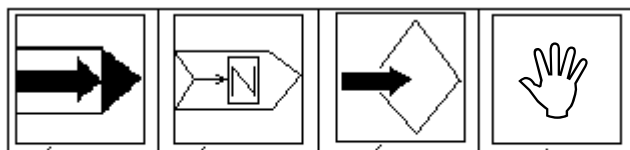
Литература

Программное обеспечение УЧПУ 2С42 -65. Руководство оператора.

— .	Ø	1	2	3	4	5	6	7	8	9	+ 4	
N H	G r	S C	F Ф	T Т	M М	X Ш	Y Щ	Z З	H Х	L Л	⌵	
P П	Q Й	R Р	I И	J Ж	K К	D Д	E Е	O О	(Ь) Ъ	спец	
/ Я	% Ю	: Э	U У	V В	W Ы	A А	B Б	C Ц	, ЗБ		ПС	НР



12



2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

Рисунок 2 – Клавиатура пульта управления УЧПУ 2С42

Практическая работа №11

Разработка УП обслуживающего робота в составе РТК

Цель работы: Научиться разрабатывать управляющие программы для обслуживающего робота в составе РТК на примере модели М10П.62.01.

Оснащение рабочего места:

- чертёжные принадлежности
- калькулятор
- справочная литература
- конспект лекций
- карточки заданий

1 Краткие теоретические сведения

Символы для разработки УП:

N – номер кадра УП

G – код функции геометрической информации

F – код скорости подачи

P – значения координат конечной точки перемещения по осям x, z, A, B, C

x / z – перемещение руки робота вправо-влево или вверх – вниз в диапазоне 150 мм

A – движение руки робота вперёд и вниз в диапазоне 90^0

B – движение руки в горизонтальной плоскости в диапазоне 180^0

C – движение руки вбок и вниз в диапазоне 120^0

S – код функции логических действий

α - вращение кисти робота дискретно на 4 положения: $0^0, 90^0, 180^0, 270^0$

G – функции:

G00 – кодирует кадры I типа, отвечающие за геометрическую информацию – перемещения робота по координатным осям x/z, A, B, C.

G98 – кодирует кадры II типа, отвечающие за логическую информацию – анализ, организацию циклов работы и др.

S – функции в количестве ста наименований приведены в литературе [1]

2 Порядок выполнения работы

2.1 Изучив исходные данные, составить блок-схему алгоритма работы робота в составе РТК.

2.2 Изучив команды для программирования геометрической и логической информации, составить текст управляющей программы с комментариями по каждому кадру.

2.3. Скорость перемещения по различным осям допускается выбирать согласно таблице литературы [1].

3 Содержание отчёта

3.1 Тема и цель работы

3.2 Используемое оборудование и исходные данные.

3.3 Блок-схема алгоритма работы промышленного робота.

3.4 Текст УП работы робота с комментариями.

3.5 Выводы.

4 Контрольные вопросы

4.1 Назовите виды программного управления промышленными роботами, поясните целесообразность использования каждого вида.

4.2 Перечислите функции для программирования логической и геометрической информации, управляющей работой ПР, их обозначение, назначение и особенности.

Литература

1 Программирование робота модели М10П.62.01: Уч.- методическое пособие. - М.: ВНИИТЕМР, 1989. – 28 с.

2 Серебеницкий, П.П. «Программирование для автоматизированного оборудования» / П.П. Серебеницкий, А.Г.Схиртладзе, – М.: ВШ, 2003.-592с.

Перечень ТНПА

ГОСТ 20523-80. ЕСТД Устройства числового программного управления станками. Термины и определения.

ГОСТ 3.1404-86. ЕСТД. Формы и правила оформления документов на технологические процессы и операции обработки резанием.

Практическая работа №12

Запись геометрической информации для комплекта исходных данных для расчёта УП в САП

Цель работы: Научиться выбирать необходимые модификаторы для записи геометрической информации при описании элементов контура обрабатываемой детали, описывать геометрию детали с помощью входного языка ТЕХТРАН

Оснащение рабочего места:

- чертёжные принадлежности
- калькулятор
- ТНПА
- конспект лекций
- карточки заданий с эскизами деталей

1 Краткие теоретические сведения:

Для описания геометрии обрабатываемой детали необходимо разбить контур на геометрические опорные элементы: отрезки прямых, дуг окружностей и точки их пересечения или сопряжения. Каждому геометрическому элементу присваивается уникальное имя: ТЧ – для точки, ПР – для прямой, КР – для окружности, с последовательной их нумерацией.

При описании геометрических элементов используются различные модификаторы в зависимости от конфигурации детали, размеров, проставленных на чертеже детали, выбора самого технолога – программиста: ПЕРЕСЕЧ, ЦЕНТР, РАДИУС, КАС, ПЕРПЕН, ПАРЛЕЛ, ХБ, УБ, УМ, ZM, ХКООРД, УКООРД, ZКООРД, ПОЧС, ПРЧС, УГОЛ, СЛЕВА, СПРАВА, ВНЕ, ВНУТРИ и т.д. Полный перечень модификаторов приведён в литературе [1]

2 Порядок выполнения работы

2.1 Изучив предложенный эскиз обрабатываемой детали, разбить контур на геометрические элементы, присвоить имена входного языка каждому элементу в системе координат детали.

2.2 В зависимости от конфигурации детали, заданных размеров, обрабатываемых поверхностей выбрать требуемые слова-операторы и модификаторы описания.

2.3 С помощью служебных слов и модификаторов описать геометрические элементы контура детали, подлежащего обработке на станках с ЧПУ.

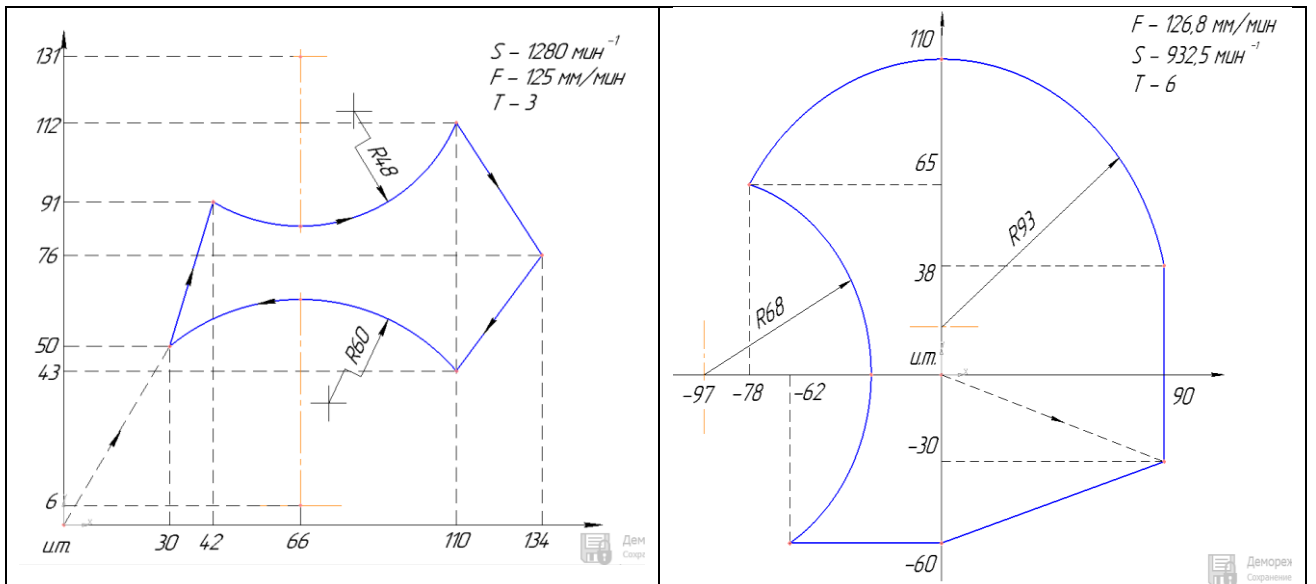
3 Содержание отчёта

3.1 Тема и цель работы

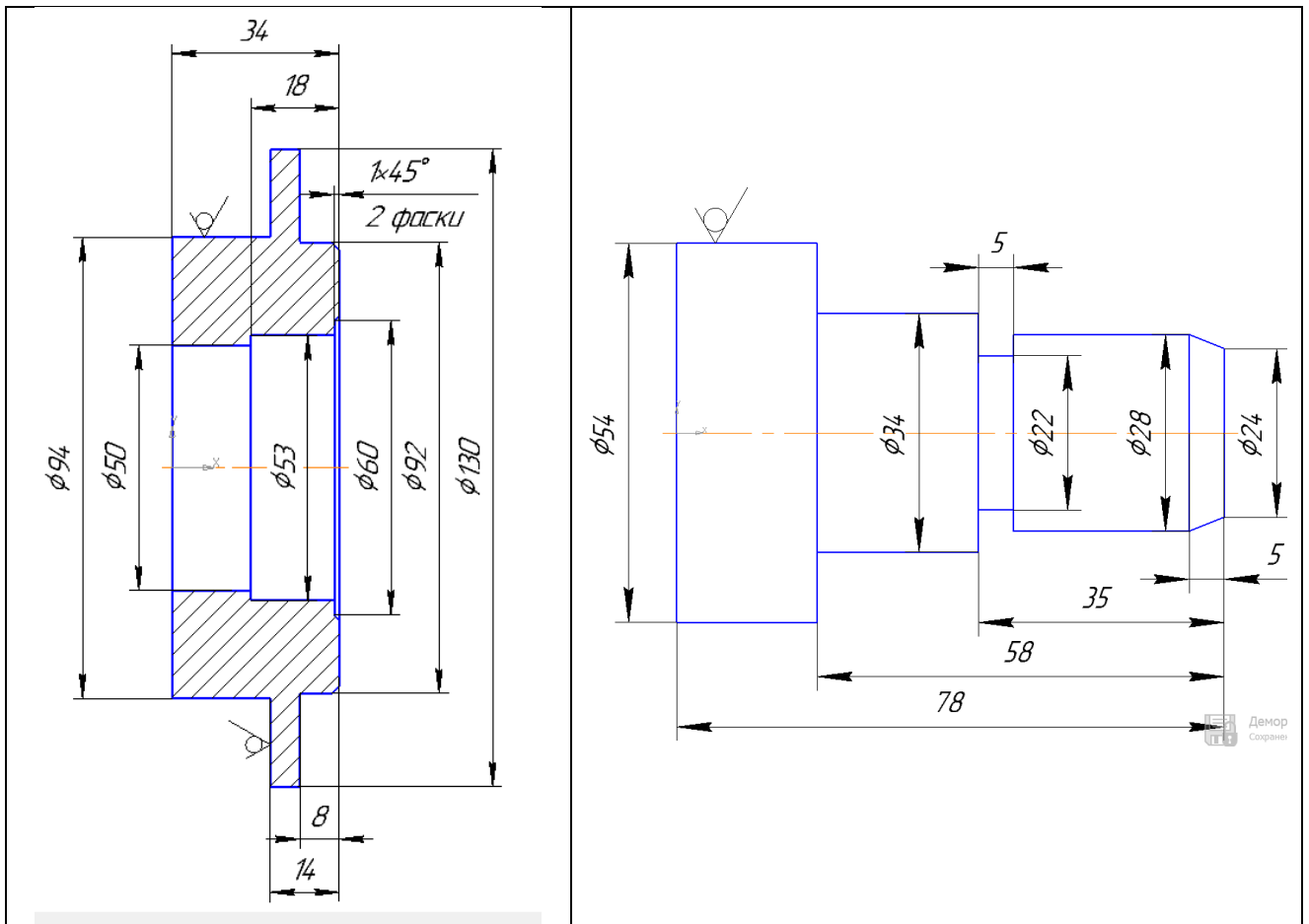
3.2 Эскиз обрабатываемой детали

Примеры индивидуальных заданий для практических работ

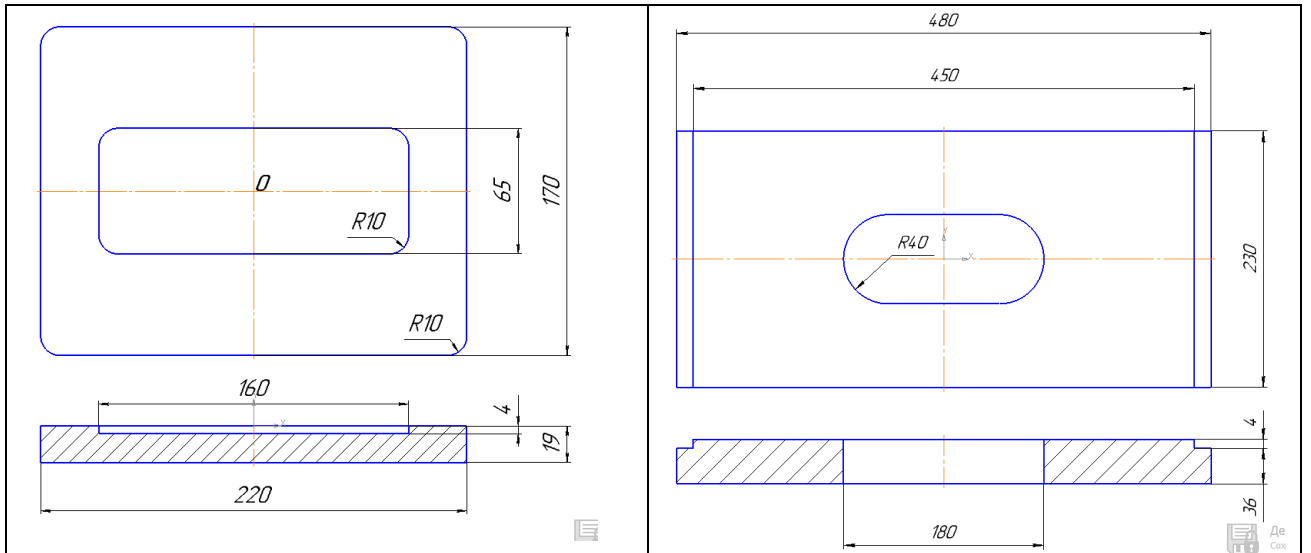
Практическая работа №1 «Кодирование траектории инструмента в заданном формате УП»



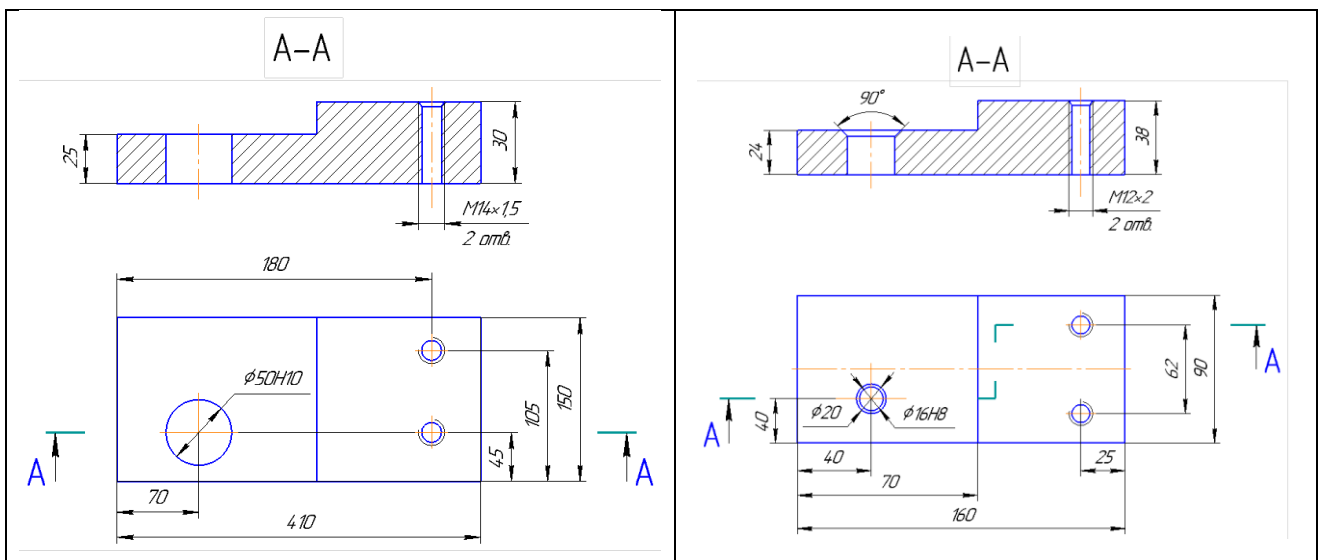
Практическая работа №2 «Разработка расчётно-технологической карты на токарную операцию с ЧПУ»



Практическая работа №4 «Разработка расчётно-технологической карты на фрезерную операцию с ЧПУ»



Практическая работа №7 «Разработка расчётно-технологической карты на сверлильную операцию с ЧПУ»



Вопросы к обязательной контрольной работе № 1

по дисциплине «ПРОГРАММИРОВАНИЕ ОБРАБОТКИ

ДЛЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ОБОРУДОВАНИЯ»

специальности 2-36 01 01

Запрограммировать траекторию движения центра инструмента в следующем формате УП:

Вариант 1

% DS N3 G2 X32 Z32 I32 K32 F32 S04 T1 M2 ПС

Вариант 2

N03 G02 X042 Y042 I042 j042 F3 S4 T02 M02 ПС

Вариант 3

DS N04 G2X + 32Z + 32I + 32K + 32F4 S3 T2 M02 ПС

Вариант 4

% N3 G2 Y53 Z53 j43 K43 F04 S04 T1M2 ПС

Вариант 5

DS N2 G2X + 041Y + 031I + 041j + 031F04 S3 M02 T02 ПС

Вариант 6

% DS N3G2 X42 Y32 I42 j32 F32 S41 T2 M02 ПС

Карточки с эскизами траектории движения в количестве 30-ти штук прилагаются.

Вопросы к обязательной контрольной работе №2 по дисциплине
«Программирование обработки для автоматизированного оборудования»
для специальности 2-36 01 01

Вариант 1

Описать состав технологических переходов. Выбрать необходимый инструмент. Назначить режимы резания. Запрограммировать обработку детали на токарном станке с ЧПУ

Вариант 2

Описать состав технологических переходов. Выбрать необходимый инструмент. Назначить режимы резания. Запрограммировать обработку детали на сверлильном станке с ЧПУ

Вариант 3

Описать состав технологических переходов. Выбрать необходимый инструмент. Назначить режимы резания. Запрограммировать обработку детали на фрезерном станке с ЧПУ

Вариант 4

Описать состав технологических переходов. Выбрать необходимый инструмент. Назначить режимы резания. Запрограммировать обработку детали на электроэрозионном станке с ЧПУ

Вариант 5

Описать состав технологических переходов. Выбрать необходимый инструмент. Назначить режимы резания. Запрограммировать обработку детали на многоцелевом станке с ЧПУ

Карточки с эскизами деталей в количестве 30 штук прилагаются.

Экзаменационные материалы
по дисциплине «Программирование обработки
для автоматизированного оборудования»
для специальности 2-36 01 01

1. Дать определение термина “Управляющая программа (УП)”. Описать состав УП, перечислить виды программносителей.
2. Дать определение термина “программное управление (ПУ)”, перечислить основные виды ПУ, охарактеризовать назначение каждого из них.
3. Дать определение термина “устройство ЧПУ”, описать назначение, перечислить основные и вспомогательные функции.
4. Классифицировать устройства ЧПУ, привести 3-4 признака.
5. Пояснить структуру обозначений моделей УЧПУ.
6. Описать сущность наладки и подналадки автоматизированного оборудования.
7. Дать определение понятия ”наладка автоматизированного оборудования“, перечислить комплекс приёмов наладки автоматизированного оборудования.
8. Охарактеризовать номенклатуру деталей для обработки на станках с ЧПУ и ГПС.
9. Назвать стадии и этапы проектирования техпроцесса обработки деталей на станках с ЧПУ, пояснить их сущность и содержание.
10. Назвать цель оформления расчётно-технологической карты (РТК), ее назначение, привести последовательность её оформления
11. Пояснить назначение карты наладки станка на обработку детали, перечислить перечень информации для ее оформления.
12. Перечислить исходную документацию для разработки УП.
13. Описать назначение системы координат станка, местоположение нуля системы координат, координатных осей.
14. Описать назначение систем координат детали и инструмента, нулей системы координат, координатных осей.
15. Пояснить связь систем координат станка, детали и инструмента.
16. Охарактеризовать геометрические и технологические характеристики элементов траектории движения.
17. Дать понятие об эквидистанте, привести примеры расчёта координат опорных точек.
18. Описать структуру и формат УП: кадр, слово, адрес.
19. Описать структуру кадра УП переменной и постоянной длины.
20. Перечислить группы подготовительных функций, пояснить их назначение.
21. Описать кодирование линейной и круговой интерполяции, перечень, назначение, примеры использования.
22. Описать кодирование подачи, частоты вращения и функции инструмента, примеры использования.
23. Описать кодирование коррекции инструмента, перечень функций, назначение.
24. Описать кодирование вспомогательных функций, перечень, назначение.

25. Описать последовательность обработки детали на токарном станке с ЧПУ.
26. Описать перечень информации для оформления РТК обработки детали на токарном станке с ЧПУ, назначение РТК.
27. Описать подготовительные функции УП для обработки детали на токарном станке с ЧПУ: кодовое обозначение, назначение, особенности.
28. Описать вспомогательные функции УП для обработки детали на токарном станке с ЧПУ: кодовое обозначение, назначение, особенности.
29. Описать программирование нарезания резьбы на токарном станке с ЧПУ: кодовое обозначение, параметры цикла для конкретного примера.
30. Описать циклы продольного и поперечного точения на токарном станке с ЧПУ: кодовое обозначение, назначение, особенности.
31. Описать программирование точения канавок, привести примеры.
32. Пояснить режимы ввода и редактирования информации для обработки детали на токарном станке с ЧПУ, назначение клавиш пульта управления.
33. Пояснить сущность программирования плоского и контурного фрезерования.
34. Описать РТК обработки детали на фрезерном станке с ЧПУ, назначение, информация для оформления.
35. Описать подготовительные функции УП для обработки детали на фрезерном станке с ЧПУ, кодовое обозначение, назначение, особенности.
36. Описать программирование линейной и круговой интерполяции на фрезерном станке с ЧПУ, привести примеры.
37. Описать программирование скорости подачи при фрезеровании, привести примеры.
38. Описать программирование коррекции при фрезеровании контура, привести примеры.
39. Привести особенности программирования обработки детали на электроэрозионном станке с ЧПУ.
40. Описать подготовительные и вспомогательные функции электроэрозионной обработки, кодовое обозначение, назначение, особенности.
41. Описать циклы обработки детали на электроэрозионном станке с ЧПУ, кодовое обозначение, назначение.
42. Привести перечень исходных данных для программирования обработки на сверлильном станке с ЧПУ.
43. Описать сущность карты наладки сверлильного станка с ЧПУ, назначение, информация для оформления.
44. Пояснить выбор положения нулевой точки и расчёт параметров R, Z и W при обработке отверстий.
45. Описать программирование стандартных циклов сверлильной операции и позиционирования, привести примеры.
46. Описать последовательность обработки корпусных деталей на станках с ЧПУ типа «обрабатывающий центр».
47. Привести особенности программирования для многоцелевых станков с ЧПУ.

48. Описать подготовительные функции для обработки детали на многоцелевом станке, перечень, отличительные особенности.
49. Описать вспомогательные функции в УП для обработки детали на многоцелевом станке, перечень, отличительные особенности.
50. Дать классификацию САП (четыре признака по выбору).
51. Описать структуру САП, основные блоки, их назначение.
52. Описать функции препроцессора, процессора и постпроцессора.
53. Перечислить языки программирования в САП, пояснить назначение и особенности их применения.
54. Привести описание опорных элементов детали при токарной обработке в САП ТЕХТРАН.
55. Привести описание геометрических элементов детали при сверлильно-расточно-фрезерной обработке в САП ТЕХТРАН.
56. Пояснить сущность запись технологической информации в САП ТЕХТРАН.
57. Описать последовательность записи исходной информации в САП ТЕХТРАН.
58. Пояснить устройство автоматизированного рабочего места АРМ ТП, назвать режимы его работы.
59. Охарактеризовать пакеты прикладных программ АРМ ТП.
60. Назвать и пояснить методы программирования для промышленных роботов (ПР).
61. Пояснить методику разработки УП для РТК (робот - станок).
62. Пояснить сущность кодирования логических и геометрических функций работы ПР, привести примеры.