

УДК 621.914.3
ББК 34.634-5
Л68

Ловыгин А. А., Теверовский Л. В.
Л68 Современный станок с ЧПУ и CAD/CAM-система. – М.: ДМК Пресс, 2018. – 280 с.: ил.
ISBN 978-5-97060-621-6

Вы держите в руках уже третье, на этот раз полноцветное издание книги, которое адресовано всем, кто хочет быстро разобраться с основами автоматизированного программирования обработки на станках с ЧПУ: студентам и выпускникам технических колледжей и вузов, инженерам-технологам, инженерам-конструкторам, операторам и наладчикам станков с ЧПУ, руководителям участков механической обработки. Мы постарались не только максимально доходчиво описать конструкцию и принципы работы современного фрезерного станка с ЧПУ, процесс создания управляющей программы, основы работы в CAD/CAM-системе, но и сделать так, чтобы книгу было приятно держать в руках и пользоваться ею каждый рабочий день.

Все материалы к книге выложены на сайте www.dmkpress.com.

УДК 621.914.3
ББК 34.634-5

Все права защищены. Любая часть этой книги не может быть воспроизведена в какой бы то ни было форме и какими бы то ни было средствами без письменного разрешения владельцев авторских прав.

Материал, изложенный в данной книге, многократно проверен. Но поскольку вероятность технических ошибок все равно существует, издательство не может гарантировать абсолютную точность и правильность приводимых сведений. В связи с этим издательство не несет ответственности за возможные ошибки, связанные с использованием книги.

ISBN 978-5-97060-621-6

© Ловыгин А. А., Теверовский Л. В., 2018
© Оформление, ДМК Пресс, 2018



Содержание

Глава 1

ОСНОВЫ ЧИСЛОВОГО ПРОГРАММНОГО УПРАВЛЕНИЯ	10
1.1. Автоматическое управление	10
1.2. Особенности устройства и конструкции фрезерного станка с ЧПУ	12
1.3. Функциональные составляющие (подсистемы) ЧПУ	14
1.3.1. Подсистема управления	14
1.3.2. Подсистема приводов	16
Высокоточные ходовые винты	16
Двигатели	16
1.3.3. Подсистема обратной связи	18
Датчики, используемые для определения положения	18
Датчики состояния исполнительных органов.....	20
1.3.4. Функционирование системы ЧПУ.....	21
1.4. Языки для программирования обработки.....	23
Краткое изложение главы	24
Вопросы	24

Глава 2

ОСНОВЫ МЕТАЛЛООБРАБОТКИ	25
2.1. Процесс фрезерования.....	25
2.2. Режущий инструмент	27
2.3. Вспомогательный инструмент.....	33
2.4. Основные определения и формулы.....	34
2.5. Рекомендации по фрезерованию	35
Краткое изложение главы	38
Вопросы	38

Глава 3

ВВЕДЕНИЕ В ПРОГРАММИРОВАНИЕ ОБРАБОТКИ.....	39
3.1. Прямоугольная система координат	39
3.2. Написание простой управляющей программы	40
3.3. Создание УП на персональном компьютере	43
3.4. Передача управляющей программы на станок	47

3.5. Проверка управляющей программы на станке.....	49
Общие сведения	49
Тестовые режимы станка с ЧПУ	50
Последовательность полной проверки УП.....	51
3.6. Советы по технике безопасности при эксплуатации станков с ЧПУ	52
Краткое изложение главы	54
Вопросы	54

Глава 4

СТАНОЧНАЯ СИСТЕМА КООРДИНАТ.....	55
4.1. Нулевая точка станка и направления перемещений.....	55
4.2. Нулевая точка программы и рабочая система координат	59
4.3. Компенсация длины инструмента	62
4.4. Абсолютные и относительные координаты	64
4.5. Комментарии в УП и карта наладки	65
Краткое изложение главы	68
Вопросы	68

Глава 5

СТРУКТУРА УПРАВЛЯЮЩЕЙ ПРОГРАММЫ.....	69
5.1. G- и M-коды	69
5.2. Структура программы	70
5.3. Слово данных, адрес и число.....	73
5.4. Модальные и немодальные коды.....	74
5.5. Формат программы.....	75
5.6. Строка безопасности	78
5.7. Важность форматирования УП	79
Краткое изложение главы	80
Вопросы	81

Глава 6

БАЗОВЫЕ G-КОДЫ	82
Введение.....	82
6.1. Ускоренное перемещение – G00	83
6.2. Линейная интерполяция – G01	85
6.3. Круговая интерполяция – G02 и G03.....	86
Дуга с I, J, K.....	87
Дуга с R.....	88
Использование G02 и G03	89
Краткое изложение главы	91
Вопросы	91

Глава 7

БАЗОВЫЕ М-КОДЫ	92
Введение.....	92
7.1. Останов выполнения управляющей программы – M00 и M01	93
7.2. Управление вращением шпинделя – M03, M04, M05	94
7.3. Управление подачей СОЖ – M07, M08, M09	96
7.4. Автоматическая смена инструмента – M06.....	97
7.5. Завершение программы – M30 и M02	100
Краткое изложение главы	100
Вопросы	101

Глава 8

ПОСТОЯННЫЕ ЦИКЛЫ СТАНКА С ЧПУ	102
Введение.....	102
8.1. Стандартный цикл сверления и цикл сверления с выдержкой.....	105
8.2. Относительные координаты в постоянном цикле.....	107
8.3. Циклы прерывистого сверления.....	108
8.4. Циклы нарезания резьбы	110
8.5. Циклы растачивания.....	111
8.6. Примеры программ на сверление отверстий при помощи постоянных циклов	112
Пример № 1	112
Пример № 2	113
Краткое изложение главы	115
Вопросы	116

Глава 9

АВТОМАТИЧЕСКАЯ КОРРЕКЦИЯ РАДИУСА ИНСТРУМЕНТА	117
9.1. Основные принципы.....	117
9.2. Использование автоматической коррекции на радиус инструмента	122
9.3. Активация, подвод и отвод	123
Краткое изложение главы	125
Вопросы	125

Глава 10

ОСНОВЫ ЭФФЕКТИВНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ	127
10.1. Подпрограмма	127
10.2. Работа с осью вращения (4-ой координатой).....	131
10.3. Параметрическое программирование.....	134

Краткое изложение главы	145
Вопросы	146

Глава 11

ПРИМЕРЫ УПРАВЛЯЮЩИХ ПРОГРАММ

11.1. Программирование в ISO	147
Пример № 1. Контурная обработка	147
Пример № 2. Контурная обработка с коррекцией на радиус инструмента.....	148
Пример № 3. Контурная обработка	150
Пример № 4. Контурная обработка с коррекцией на радиус инструмента.....	151
Пример № 5. Фрезерование прямоугольного кармана	152
Пример № 6. Фрезерование круглого кармана.....	154
11.2. Программирование для Heidenhain	155
Пример № 1. Контурная обработка	156
Пример № 2. Контурная обработка с коррекцией на радиус инструмента.....	157
Пример № 3. Сверление 7 отверстий диаметром 3 мм и глубиной 6,5 мм с помощью постоянного цикла Heidenhain (см. рис. 8.8)	158

Глава 12

CAD/CAM

12.1. Методы программирования	159
12.2. Что такое CAD и CAM?	160
12.3. Общая схема работы с CAD/CAM-системой	160
12.4. Виды моделирования	162
12.5. Уровни CAM-системы.....	165
12.6. Геометрия и траектория	166
12.7. Алгоритм работы в CAM-системе	167
12.7.1. Выбор геометрии.....	167
12.7.2. Выбор стратегии и инструмента, назначение параметров обработки.....	169
Плоская обработка.....	170
Объемная обработка.....	171
12.7.3. Бэкплот и верификация	175
12.7.4. Постпроцессирование	177
12.7.5. Передача УП на станок с ЧПУ	180
12.8. Ассоциативность	181
12.9. Пятикоординатное фрезерование и 3D-коррекция	181
12.10. Высокоскоростная обработка (ВСО).....	183
12.11. Требования к современной CAM-системе	185

Глава 13

СИСТЕМА ТРЕХМЕРНОГО ТВЕРДОТЕЛЬНОГО

МОДЕЛИРОВАНИЯ КОМПАС-3D 188

- Классические твердотельные операции..... 188
- 13.1. Твердотельное моделирование 190
- 13.2. Поверхностное моделирование..... 200
- 13.3. Моделирование деталей из листового материала 207
- 13.4. Экспорт геометрии..... 212

Глава 14

ОСНОВЫ РАБОТЫ В САМ-СИСТЕМЕ ESPRIT 214

- 14.1. Общие сведения 214
- 14.2. Системные требования 215
- 14.3. Активация лицензии и запуск программы 215
- 14.4. Интерфейс программы..... 216
- 14.5. Порядок работы в программе 218
- 14.6. Создание операций фрезерной обработки..... 218

Глава 15

УПРАВЛЕНИЕ СТАНКОМ С ЧПУ 232

- 15.1. Органы управления 232
- 15.2. Основные режимы работы..... 234
- 15.3. Индикация системы координат..... 235
- 15.4. Установление рабочей системы координат 235
 - 15.4.1. Алгоритм нахождения нулевой точки детали по оси Z 236
 - 15.4.2. Алгоритм нахождения нулевой точки детали по осям X и Y 237
 - 15.4.3. Алгоритм нахождения нулевой точки в центре отверстия..... 238
- 15.5. Измерение инструмента и детали 239

Глава 16

СПРАВОЧНИК КОДОВ И СПЕЦИАЛЬНЫХ СИМВОЛОВ

ПРОГРАММИРОВАНИЯ 242

- 16.1. G-коды 242
- 16.2. Адреса/слова данных 259
- 16.3. M-коды..... 262
- 16.4. Специальные символы в УП..... 263

Глава 17

ПОЛЕЗНЫЕ ПРОГРАММЫ 265

- 17.1. Мониторинг ЧПУ..... 265
 - Возможности 266

Контроль в режиме реального времени.....	266
Формирование отчетов и графиков.....	268
Ускорение работы цеховых служб	269
Внедрение на предприятии.....	270
17.2. Редактор УП Cimco Edit 6	270
17.3. Техтран®.....	273
Фрезерная обработка	273
Токарная обработка.....	274
Токарно-фрезерная обработка.....	275
Многошпиндельное сверление	275
Раскрой листового материала.....	276
Листовая штамповка	277
Электроэрозионная обработка.....	277
Контроль управляющих программ	278