

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

КУРГАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

Кафедра «Автоматизация производственных процессов»

**ПРОГРАММИРОВАНИЕ ТОКАРНОГО СТАНКА
МОДЕЛИ 16К20Ф3 (УЧПУ NC - 201)**

Методические указания
к выполнению лабораторных работ по курсам
«Программное управление технологическим оборудованием»,
«Управление системами и процессами», «Управление станками и станочными
комплексами» для студентов специальностей
220301, 151001, 151002



Курган 2012

Кафедра: «Автоматизация производственных процессов»

Дисциплины: «Программное управление технологическим оборудованием»,
«Управление системами и процессами», «Управление станками и станочными комплексами»

Составили: канд. техн. наук, доцент А.Б. Переладов;
аспирант И. П. Камкин.

Утверждены на заседании кафедры «14» декабря 2011 г.

Рекомендованы методическим
советом университета «29» декабря 2011 г.

ВВЕДЕНИЕ

Данные методические указания предназначены для ознакомления с возможностями и принципом работы устройства числового программного управления NC-201, а также правилами составления управляющих программ, обеспечивающих работу токарного станка 16К20Ф3 в автоматическом режиме.

Перечень сокращений:

УЧПУ - устройство числового программного управления;

ПО - пульт оператора;

ПрО - программное обеспечение;

УП - управляющая программа.

1 ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Ознакомиться с функциональными возможностями УЧПУ NC - 201 (токарный вариант) и правилами подготовки УП для обработки заготовок.

2 ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

- Пройти инструктаж по технике безопасности.
- Ознакомиться с устройством токарно-винторезного станка 16К20Ф3, оснащенного УЧПУ NC-201 и его технологическими возможностями.
- Ознакомиться с настоящими методическими указаниями.
- Составить текст УП в соответствии с заданием преподавателя.
- Оформить отчет.
- Защитить работу у преподавателя.

3 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

УЧПУ NC-201 посредством выполнения команд УП обеспечивает движение исполнительных механизмов (суппорта, шпинделя, инструментальной головки) с заданными режимами и траекторией, определяет режим дозаторной смазки направляющих станины, зажим / разжим патрона и пиноли, включение насоса охлаждения рабочей зоны.

Ввод УП осуществляется в память МРх УЧПУ. Память может располагаться на любом устройстве, подсоединенном к УЧПУ и имеющем файловую систему FAT32 (FLASH, FDD, HDD, LS120, ПК). Ввод УП осуществляется в режиме «КОМАНДА». При занесении УП в память УЧПУ с клавиатуры ПО используется встроенный редактор.

На ПО (рисунок 1) располагается алфавитно - цифровая клавиатура, дисплей размером 10.4 дюйма по диагонали. Ниже находятся: функциональные клавиши, а также, (слева направо) кнопка «Стоп», клавиши выбора направления ручных перемещений, корректоры скоростей подач, вращения шпинделя, выбора режима работы УЧПУ, кнопки «Пуск», «Сброс», замок включения / выключения УЧПУ. Станочная панель (в нижней части ПО)

состоит из (слева направо): штурвала, джойстика, переключателя зажима / разжима патрона, кнопок включения / выключения СОЖ, имитатора конечного выключателя, FDD на 3,5 дюйма.

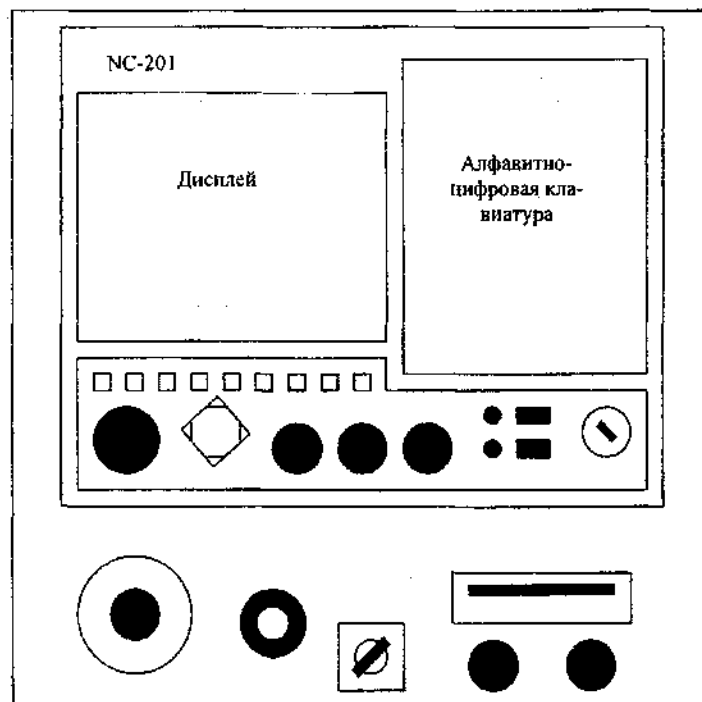


Рисунок 1 - Пульта оператора и станочная панель

В процессе работы станка на экране ПО визуализируется следующая информация:

- перечень имеющихся программ;
- таблицы корректоров;
- исходные точки;
- срок службы инструментов;
- ход процедуры редактирования УП (режим «КОМАНДА»).

В режиме «УПРАВЛЕНИЕ СТАНКОМ» визуализируется три вида видеостраниц: #1, #6, #7, содержащих следующую информацию: режимы (S, M, F, T), корректоры инструмента, выполняемый кадр УП программы и подпрограммы, сообщения, активные команды, состояние системы станка (видеостраницы #1, #7), горизонтальное и вертикальное меню станочной панели, наименование и значения осей, начальные точки (видеостраница #7). Видеостраница #6 осуществляет графическое отображение движения инструмента и осей.

4 ПРОГРАММИРОВАНИЕ УЧПУ МС – 201

4.1 Подготовительный этап

Подготовка всей необходимой информации для написания УП, обеспечивающей требуемые режимы и цикл обработки, выбора инструментального оснащения осуществляется на основании чертежа (операционной карты) и требует от программиста проведения подготовительной работы, которая заключается в выполнении нижеуказанных пунктов:

- определить на чертеже начальные точки осей (ноль детали, станка, вершины инструмента), относительно которых должны быть измерены все перемещения;
- определить на чертеже детали точки отсчета и точки зажима заготовки;
- убедиться в том, что все операции, которые необходимо выполнить, находятся в пределах рабочего поля станка;
- составить перечень необходимых инструментов и определить последовательность их использования;
- определить режимы обработки (скорости вращения шпинделя, подачи) для каждого инструмента;
- определить стратегию обработки заготовки.

4.2 Формирование текста УП

В процессе написания УП формируется последовательность кадров, которые позволяют осуществить цикл обработки заготовки путем выполнения отдельных элементов (движений). Каждый кадр состоит из:

- символов;
- адресов (представляется буквой, которая, определяет тип инструкции);
- слов (состоит из адреса, за которым следует цифровое значение).
Например: G01Z250.5X-3.15F 200,71.

Максимальная длина кадра - 128 символов. Символами могут быть:

- заглавные буквы (A, B, C, D...Z - все буквы латинского алфавита);
- строчные буквы (a, b, c, d, l, m, o, p, q, s, t, u, v, w);
- цифры (0...9);
- знаки математических действий: сложение/вычитание (+;-), умножение (*), деление (/);
- десятичная точка (.);
- сепаратор ("");
- скобки ();
- пояснительный знак (:);
- разделительный знак (,);
- знак равенства (=);
- запрос и аннулирование синхронизации (#, &);

– особый символ (:).

Все кадры УП (кроме комментирующих) могут иметь в начале три дополнительных поля:

- поле подтверждения кадра и выведения его из рабочего состояния;
- поле метки;
- поле номера кадра.

Поля могут присутствовать поодиночке и одновременно в последовательности, приведенной выше.

Комментирующие кадры дают возможность программисту вводить в программу фразы, описывающие функции, которые он должен выполнять, что делает текст УП лучше читаемым. Такой кадр не учитывается в ходе выполнения УП. Формат комментирующего кадра состоит из последовательности алфавитно-цифровых символов, из которых первым элементом в обязательном порядке должен быть символ «;». Пример: *№40...; формирование радиуса.*

Поле подтверждения кадра и выведение его из рабочего состояния позволяет включить в программу (исключить из программы) кадры путем использования трехбуквенного кода USB с присвоенным ему значением (USB=1; USB = 0 соответственно). Формат устанавливается знаком «/» в первой позиции кадра. Пример: */N100G00X100.*

Поле метки позволяет дать символическое название кадру, которому она принадлежит. Метка служит для возможности вызова кадра из различных мест УП при помощи инструкций перехода. Метка представляет собой алфавитно-цифровую последовательность символов (не более 6), заключенную в кавычки. Пример: «*START*» или / «*END*».

Поле номера кадра служит для нумерации кадров программы и содержит цифру после символа «N». Пример: *N125* или / «*FINE*» *N125.*

В соответствии с информацией, содержащейся в кадре, его можно отнести к одному из 4-х типов:

- комплектующие (информативны только для оператора и не дают команд на обработку системой УЧПУ);
- кадры ISO (кадры, содержащие операторы в соответствии со стандартом ISO. Пример: *G1Z500X20F200*);
- кадры назначения (позволяют определить величину нескольких переменных и глобальных параметров системы, которые могут быть использованы в других кадрах УП. Пример: (назначение переменной вычисления) *E30=28,5* (геометрической переменной) *p2=Z10X25* (глобальной переменной) *OV=1,5*);
- кадры с трехбуквенными кодами (код определяет тип операции для выполнения в соответствии со стандартом EIA 1177B. Пример: *URT, 45*).

Начало и конец программы можно не обозначать в случае ввода УП в УЧПУ с клавиатуры. Если программа перфорирована на ленте, то первым последним знаком должен быть «%» (ISO). В любом случае завершать текст УП

следует функцией M30 (конец УП, установка на 1-м кадре).

Пример:

%

N1 (DIS, «текст сообщения»)

N2 T1.1 M6S800

.....

N230 M30

%

Трехбуквенный код DIS программирует включение в УП текст сообщения для оператора станка объемом до 32 символов.

4.3 Функции, используемые при программировании

Подготовительные функции G, используемые при программировании, делятся на функциональные классы, в зависимости от предназначения (см. таблицу 1):

- определение типа движения: G00.. G03, G33 (класс a);
- определение плоскости интерполяции: G17-G19 (класс b);
- определение динамического режима - от точки к точке или непрерывный: G27...G29 (класс c);
- вход / выход из среды программирования GTL: G21, G20 (класс d);
- активизация / отмена компенсации радиуса инструмента: G40...G42 (класс e);
- постоянные циклы обработки отверстий: G80...G86, G89 (класс f);
- программирование абсолютное / в приращениях: G90 / G91 (класс h);
- программирование относительно нуля станка: G79 (класс i);
- определение динамического типа: G04, G09 (класс j);
- циклы измерений: G72...G74 (класс k);
- скорость подачи: G93...G95 (класс l);
- скорость вращения шпинделя: G96, G97 (класс m).

Таблица 1 - Описание подготовительных функций для программирования УЧПУ и их задание

Код	Действительна только в кадре	Присутствует при включении	Функции
1	2	3	4
G00	нет	да	Быстрое позиционирование осей

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4
G01	нет	нет	Линейная интерполяция
G02	нет	нет	Круговая интерполяция по часовой стрелке
G03	нет	нет	Круговая интерполяция против часовой стрелки
G04	да	нет	Выдержка времени в конце кадра
G09	да	нет	Замедление в конце кадра
GI7	нет	да	Функция задания плоскости XU(1-2 оси)
GI8	нет	нет	Функция задания плоскости ZX(3-1 оси)
G19	нет	нет	Функция задания плоскости YU(2-3 оси)
G27	нет	да	Непрерывный режим обработки с автоматическим замедлением скорости на углах
G28	нет	нет	Непрерывный режим обработки без замедления скорости на углах
G29	нет	нет	Перемещение от точки к точке
G21	нет	нет	Вход в программу GTL
G20	нет	да	Выход из программы GTL
G40	нет	да	Отмена компенсации радиуса инструмента
G4I	нет	нет	Компенсация радиуса инструмента (инструмент слева)
G42	нет	нет	Компенсация радиуса инструмента (инструмент справа)
G70	нет	нет	Программа в дюймах
G71	нет	да	Программа в мм
G72	да	нет	Измерение точки с компенсацией радиуса
G73	да	нет	Измерение параметров отверстия
G74	да	нет	Измерение теоретического смещения от точки без компенсации радиуса
G79	да	нет	Программирование относительно нуля станка
G80	нет	да	Отмена постоянных циклов
G81	нет	нет	Постоянный цикл сверления
G82	нет	нет	Постоянный цикл растачивания

Окончание таблицы 1

1	2	3	4
G83	нет	нет	Цикл глубокого сверления (с разгрузкой стружки)
G84	нет	нет	Постоянный цикл нарезания резьбы метчиком
G85	нет	нет	Постоянный цикл рассверления
G86	нет	нет	Постоянный цикл развертывания
G89	нет	нет	Постоянный цикл развертывания с остановкой
G90	нет	да	Абсолютное программирование
C91	нет	нет	Программирование в приращениях
G93	нет	нет	Скорость подачи как обратное время выполнения элемента
G94	нет	нет	Скорость подачи в мм/мин или дюйм/мин
G95	нет	да	Скорость подачи в мм/об, или дюйм/об.
G96	нет	да	Скорость резания в м/мин или фут/мин.
G97	нет	нет	Скорость вращения шпинделя в об/мин.

При создании кадров УП с функциями G оператор G определяется двумя цифрами (00...99), которые декодируются системой и записываются после номера кадра. В одном кадре можно программировать несколько операторов G, если они конгруэнтны (совместимы). Конгруэнтность операторов определяется по таблице 2.

Таблица 2 - Конгруэнтность операторов G в кадре («1» / «0» - несовместимы / совместимы)

G	00	01	02 03	33	81 86 89	80	72 73 74	21	20	41 42	40	27 28	29	04	09	90 91	79	70 71	17 18 19
G00	1	1	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
G01	1	1	1	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
G02	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
G03	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
G04	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	1
G09	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	1
G17	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
G18	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Окончание таблицы 2

G	00	01	02 03	33	81 86 89	80	72 73 74	21	20	41 42	40	27 28	29	04	09	90 91	79	70 71	17 18 19
G19	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
G20	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1
G21	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
G27	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1
G28	0	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1
G29	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1
G33	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1
G40	0	0	0	1	1	1	1	0	0	1	0	1	0	1	1	0	1	0	1
G41	0	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1
G42	0	0	0	1	1	1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1
G70	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
G71	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
G72	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	1
G73	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	1
G74	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	1
G79	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	0	1
G80	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1
G81	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	1
G82	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	1
G83	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	1
G84	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	1
G85	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	1
G86	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	1
G89	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	1
G90	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1
G91	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1
G93	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
G94	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
G97	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

Функции M, используемые при написании УП, являются вспомогательными и осуществляют следующие управляющие воздействия:

- M00 - останавливает выполнение программы, вращение шпинделя, охлаждение; сохраняет всю информацию, накопленную в памяти;
- M01 - условная остановка УП (если USO=1);
- M02 - конец УП без установки на начало;
- M03 - вращение шпинделя по часовой стрелке;

- M04 - вращение шпинделя против часовой стрелки;
- M05 - остановка шпинделя и охлаждения;
- M06 замена инструмента с остановкой обработки, подтверждает корректировки, выбранных функций T, не отменяет M03, M04, M08, M13, M14;
- M08 - подача охлаждения;
- M09 - остановка охлаждения;
- M10 - блокировка осей, не участвующих в процессе обработки;
- M11 - отмена M10;
- M12 - блокировка вращающихся осей, не участвующих в процессе обработки;
- M13 - вращение шпинделя по часовой стрелке с подачей охлаждения;
- M14 - вращение шпинделя против часовой стрелки с подачей охлаждения;
- M19 - остановка вращения шпинделя с угловой ориентацией после операций, содержащихся в кадре. Отменяется M03, M04, M13, M14;
- M30 - автоматический сброс информации в динамическом буфере, установка УП в начало, корректировки инструмента в шпинделе не стираются;
- M40 - отмена диапазона вращения шпинделя;
- M41...44-активизация диапазонов вращения шпинделя 1,2,3,4;
- M45 - автоматическая смена диапазона вращения шпинделя;
- M60 - замена детали.

M - функции модифицируются программой логики станка, которая расширяет или сужает их возможности. В одном кадре УП можно применять до 4-х функций. Включение и отмена M - функций описаны в таблице 3.

Таблица 3 – Включение и отмена M - функций

Функция	Активность функции		Функции или операции, которые ее отменяют
	Начало обработки	Конец обработки	
M00		X	«ПУСК»
M01		X	
M02		X	
M03	X		M4,M5,M14,M19
M04	X		M3,M5,M13,M19
M03		X	M13, M04, M13, M14
M06		X	
M08	X		M09
M09		X	M07, M08
M10	X		M11
M11	X		M10

M12	X		
M13	X		M04, M05, M14, M19
M14	X		M03, M05, M13, M19
M19	X		M03, M04, M05, M13, M14
M30		X	
M41	X		M40, M42, M43, M44
M42	X		M40, M41, M43, M44
M43	X		M41, M42, M44, M40
M44	X		M41, M42, M43, M40
M40		X	M41, M42, M43, M44
M45	X		M41, M42, M43, M44
M60		X	

Скорость главного движения (функция S) может быть запрограммирована в пределах от 0,01 до 99999,99 и выражает:

- число оборотов в минуту шпинделя (G97);
- скорость резания в метрах в минуту (G96).

Установка режущего инструмента в рабочую позицию (функция T) задается программируемой величиной от 1.0 до 9999.9999. Цифры перед десятичной точкой определяют номер инструмента (0...6), после точки -номер корректора.

Величина подачи по осям (функция F) может принимать значение от 0.01 до 99999.99 и задается:

- отношением: скорость подачи / расстояние (G93);
- в миллиметрах (дюймах) в минуту (G94);
- в миллиметрах на оборот (G95).

4.4 Форматы кадров УП

Быстрое позиционирование осей

Формат:

N20G00 [другие G] [оси] [операции корректировки] [скорость подачи] [вспомогательные функции],

где *[другие G]* - другие функции G, совместимые с G00 и друг с другом;

[оси] - представляются символом, за которым следует численное значение в явной или неявной форме (параметр E);

[операции корректировки] - коэффициенты коррекций на плоскости (U,V,W);

[скорость подачи] - F; определяется скоростью быстрого хода в файлах характеристики УЧПУ;

[вспомогательные функции] - M, S, T; в одном кадре можно программировать до 4-х функций M, по одной функции S и T.

Линейная интерполяция (рисунок 2)

Формат:

N5G01 [другие G] [оси] [операнды корректировки] [скорость подачи] [вспомогательные функции],

где *[скорость подачи]* выражает рабочую величину подачи F; в случае отсутствия заданной F в текущем кадре используется ранее заданная в УП величина. В обратном случае подается сигнал об ошибке.

Круговая интерполяция (рисунок 3)

Формат:

N10 [G02, G03] [другие G] [оси] i j [операнды корректировки] [скорость подачи] [вспомогательные функции],

где *[оси]* - если третья ось не запрограммирована, то интерполяция будет осуществляться в определенной имеющимися осями плоскости (X, Z);

i, j - являются адресными словами, выражающими координаты центра окружности.

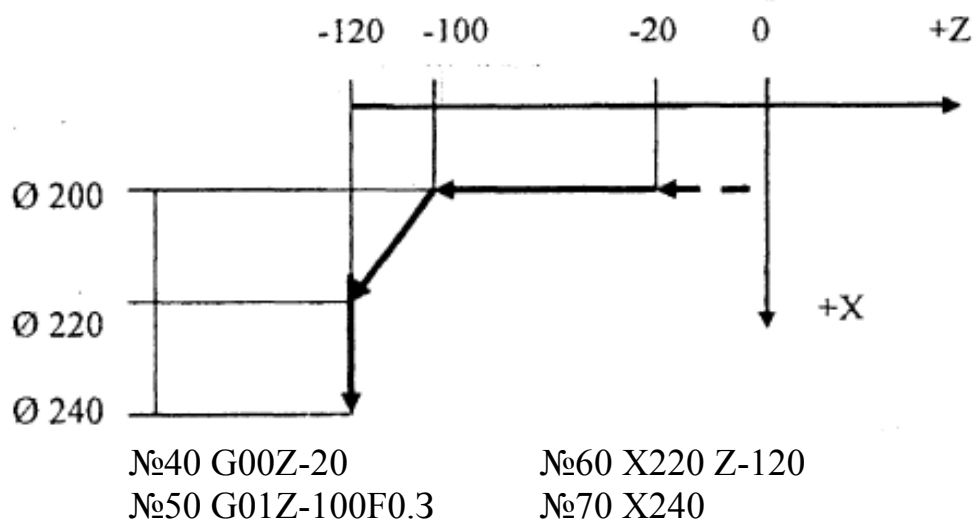
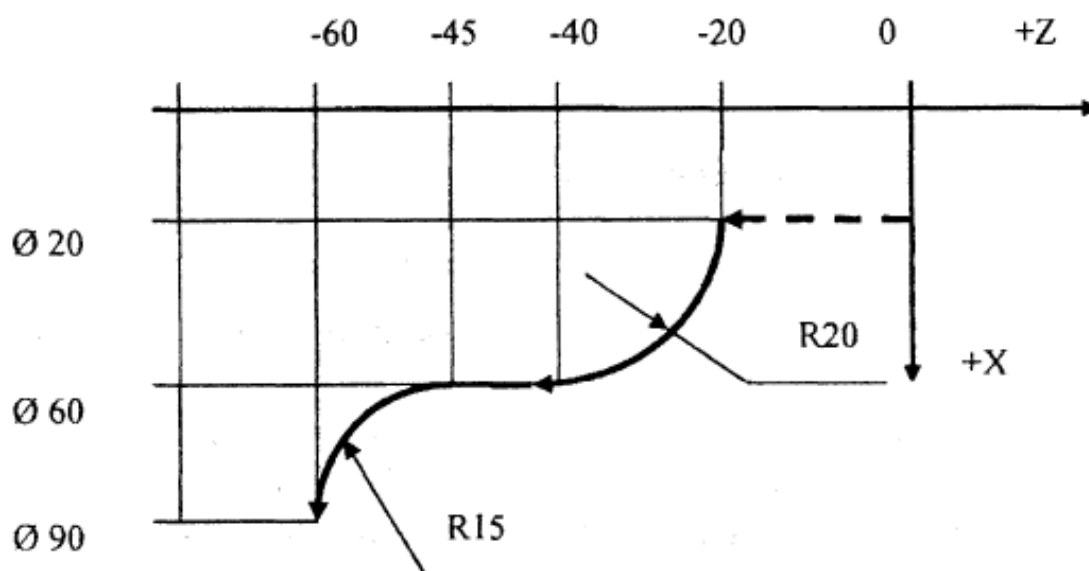


Рисунок 2 - Пример линейной интерполяции



№50 G90 G00 Z-20

№70 G02 X60 Z-40 I-40 J20 F02

№80 G01 Z-45

№90 G03 X90 Z-60 I-45 J90

№100 G01 X...Z...

Рисунок 3 - Пример круговой интерполяции

Максимальная программируемая дуга траектории 360°

Программирование дуги менее 360° осуществляется через задание координат конечной точки и радиуса (рисунок 4). Начало и конец дуги определяются заданными параметрами и точками пересечения с другими образующими линиями (дугами).

Формат:

N35 [G02, G03] [другие G] [оси] R\ [операнды корректировки] [скорость подачи] [вспомогательные функции],

где *R* - адресное слово, выражающее радиус дуги окружности, цифровая часть которой может быть выражена в явной или неявной форме (параметр *Ё*). Знак «+» или «-» перед значением *R* определяет одно из двух возможных решений:

«+» - для дуги от 0° до 179,999°;

«-» - для дуги от 180° до 359,999°.

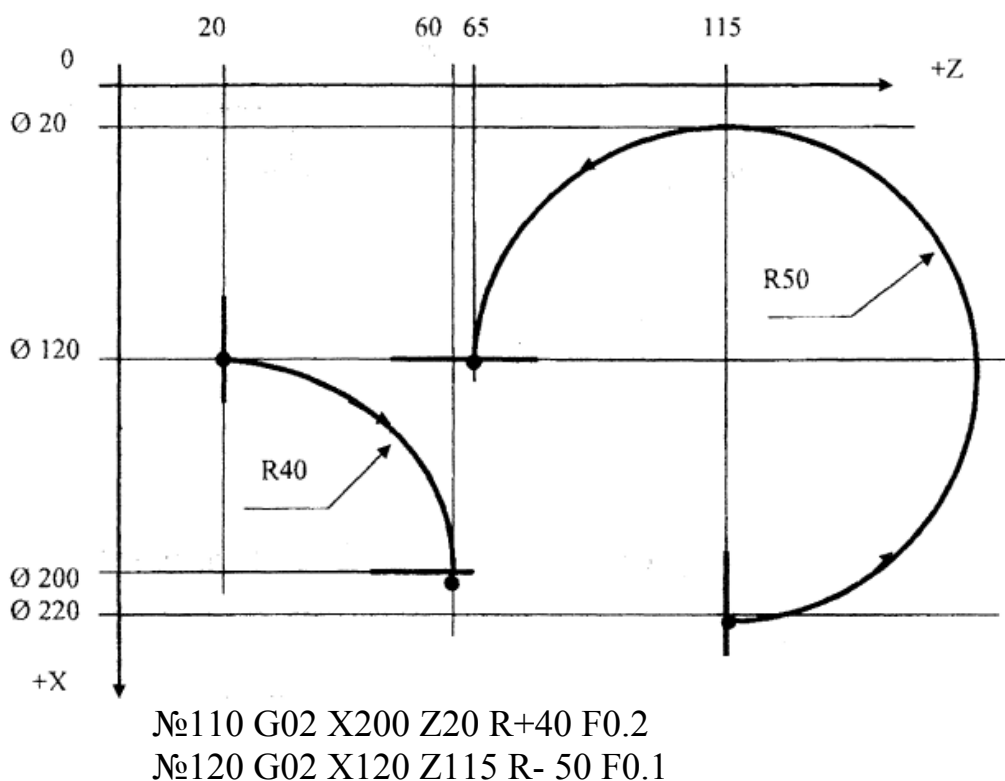


Рисунок 4 - Пример программирования дуги менее 360°

5 ЦИКЛЫ ОБРАБОТКИ

5.1 Нарезание резьбы

Нарезание резьбы с постоянным или переменным шагом на цилиндрической или конической поверхности определяет цикл G33. При этом координируются (связываются) движение подачи с вращением шпинделя (рисунок 5).

Формат:

$G33 [оси] K [+ - I] [R],$

где $[оси]$ представлены символом оси и цифровым значением в явной или неявной форме (параметр E);

K - шаг резьбы (в случае переменного шага необходимо ставить начальное значение);

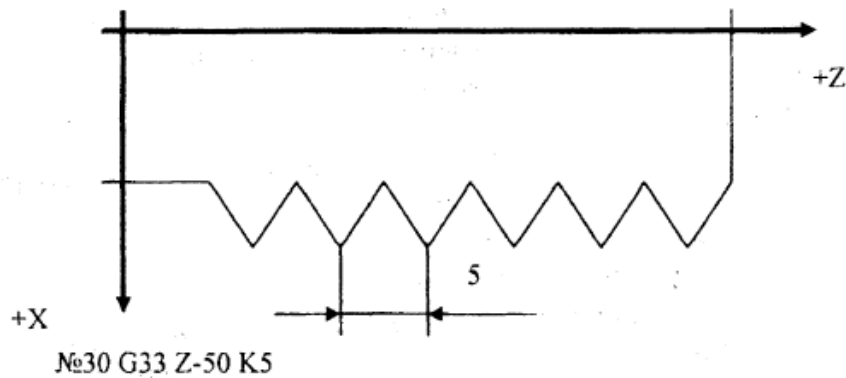
$[+ - I]$ - изменение шага («+» - увеличивающийся шаг; «-» - уменьшающийся шаг;

$[R]$ - задает полярную координату (угол поворота) шпинделя в градусах относительно нулевой точки при нарезаний многозаходной резьбы.

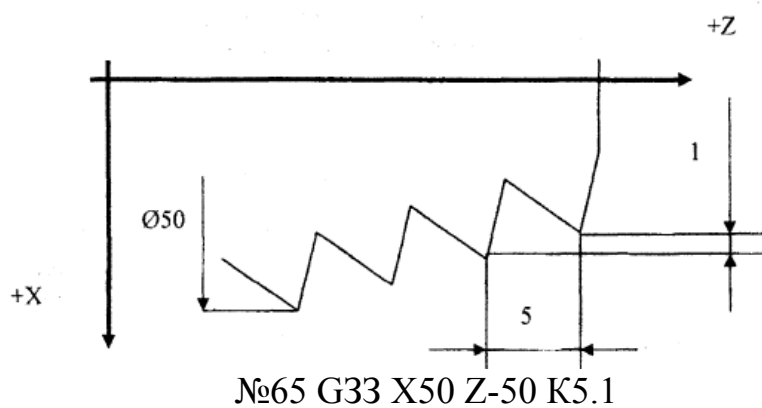
Программирование функции возможно при условии отключения коррекции подачи, скорости вращения шпинделя и наличия датчика положения шпинделя.

Нарезание резьбы осуществляется с постоянным и переменным шагом. Примеры нарезания резьбы различных видов с постоянным шагом приведены на рисунке 5.

Выполнение данной операции возможно с применением дублирующей функции G34.



а - цилиндрическая резьба



б - коническая резьба

Рисунок 5 - Примеры нарезания резьбы с постоянным шагом

Цикл нарезания одно - и многозаходной резьбы на цилиндрической или конической поверхности за несколько проходов осуществляется при задании трехбуквенного кода «FIL».

Формат:

FIL, Z..., X..., K+ - ..., L..., R..., T..., P..., a..., b...,

где *Z* - конечный размер по *Z*;

X - конечный размер по *X*;

K - шаг резьбы (знак «+» означает нарезание резьбы вдоль оси *Z*);

L - число проходов черновых и чистовых (задаются через точку);

R - расстояние между инструментом и деталью (по умолчанию *R*= 1);

T - четырехзначный код, определяющий тип нарезаемой резьбы; первые две цифры могут означать:

00 - нарезание с конечным пазом;

01 - без конечного паза - врезание под углом;

10 - нарезание с конечным пазом;

11 - нарезание без конечного паза - врезание радиально;

третья цифра: «0» или «1» - внешнее или внутреннее нарезание резьбы соответственно;

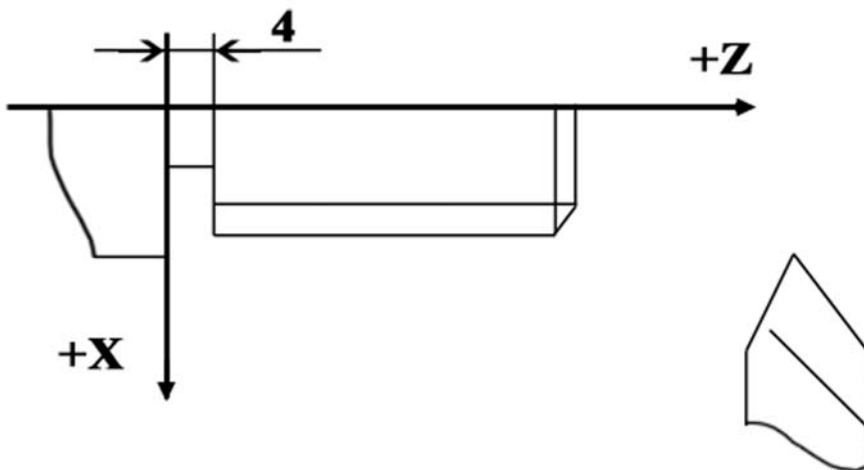
четвертая цифра: «0» или «1» или «2» - нарезание метрической, дюймовой и нестандартной резьбы (по умолчанию *T0000*);

P - число заходов резьбы (по умолчанию $P = 1$);

a - угол резьбы (для нестандартной);

b - глубина резьбы.

Примечание. Резьба без конечного паза не может быть получена в кадровом режиме. Пример нарезания резьбы с использованием цикла «FIL» изображен на рисунке 6.



№30 FIL, Z4, K2, L5.1, R2

Рисунок 6 - Пример нарезания резьбы с использованием цикла «FIL»

5.2 Постоянный цикл сверления

Постоянный цикл сверления G 81 может быть использован для операций растачивания, развертывания, центровочного сверления. Программирование цикла G81 идентично программированию циклов G82, G86, G89. Формат:

N...G...Z...F...

N...X0

N...G80

Пример постоянного цикла G81 приведен на рисунке 7.

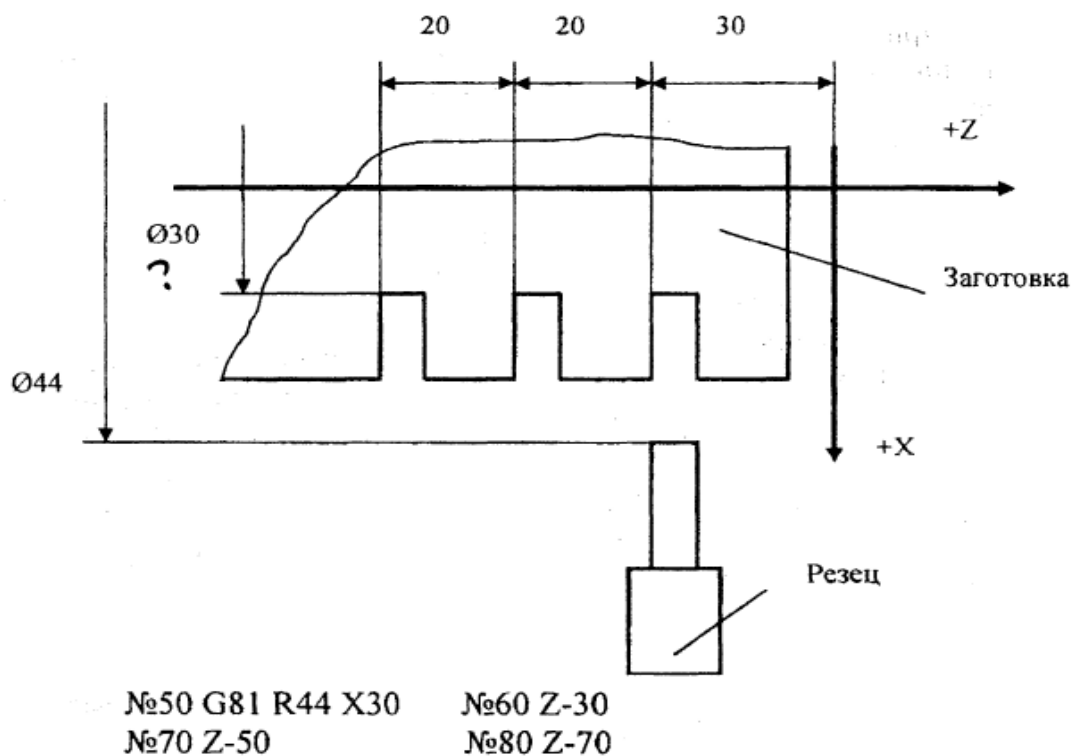


Рисунок 7 - Пример постоянного цикла G81

Для сверления глубоких отверстий программируется цикл глубокого сверления G83. Формат:

$G83 [R Z...I... [K...]] [J...]$,

где R - начальная координата отверстия;

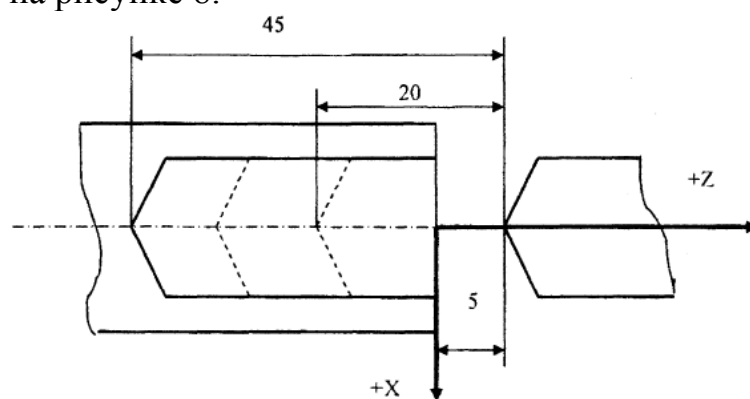
Z - координата дна отверстия;

I - приращение координаты по Z после каждой разгрузки стружки (вывода сверла из отверстия);

K - коэффициент (доля) уменьшения параметра I (до достижения величины J);

J - минимальное приращение цикла разгрузки стружки.

Пример постоянного цикла G83 (глубокое сверление с разгрузкой стружки) приведен на рисунке 8.



№60 G83 Z-45 I20 K .8 J10

Рисунок 8 - Пример постоянного цикла глубокого сверления G83 с разгрузкой стружки

5.3 Компенсация радиуса инструмента

При контурной обработке заготовки резцом, вершина которого имеет радиус закругления, траектория движения резцедержателя нуждается в корректировке и обычно не совпадает с теоретическим (заданным) профилем детали. Поэтому УЧПУ в ходе выполнения кадров УП компенсирует влияние радиуса закругления вершины резца, вычисляя путь теоретического края инструмента (точка Р на рисунке 9 а, б) с учетом ориентации инструмента относительно заготовки, которая задается ориентирующими кодами (Р = 0...8, рисунок 9 в):

Р=0 - точка совпадает с центром инструмента;

Р=1 - точка в направлении X -; Z+;

Р=2 - точка в направлении X -;

Р=3 - точка в направлении X -; Z-;

Р=4 - точка в направлении Z-;

Р=5- точка в направлении X +; Z-;

Р=6 - точка в направлении X +;

Р=7- точка в направлении X +; Z+;

Р=8 - точка в направлении Z+.

Для включения/выключения компенсации радиуса инструмента программируются следующие функции:

G41 - инструмент слева от детали;

G42 - инструмент справа от детали;

G40 - отмена компенсации.

Применение функций G41 и G42 показано на рис. 10.

Формат:

G 41 [другие коды] [операнды];

G 42 [другие коды] [операнды];

G 40 [другие коды] [операнды].

Примечание. Первое движение при обработке профиля должно быть линейным. Операции черновой обработки, нарезание резьбы и пазов, блоки с функциями M, S и T не могут программироваться внутри цикла. Пример программирования приведен на рисунке 11.

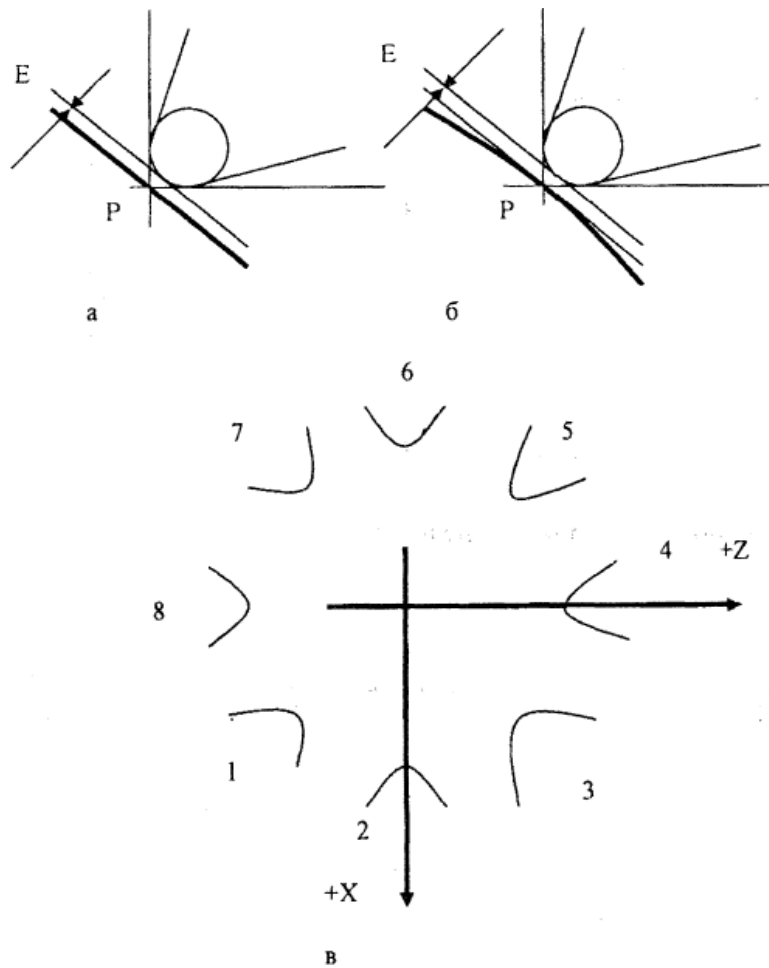


Рисунок 9 - Положение вершины инструмента относительно прямолинейного профиля детали (а), дуги (б) и в координатных осях (в)

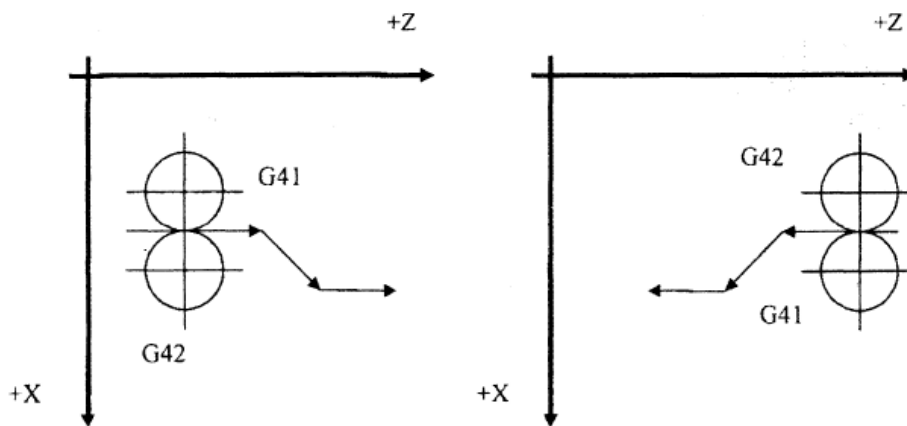


Рисунок 10 - Применение функций G41, G42

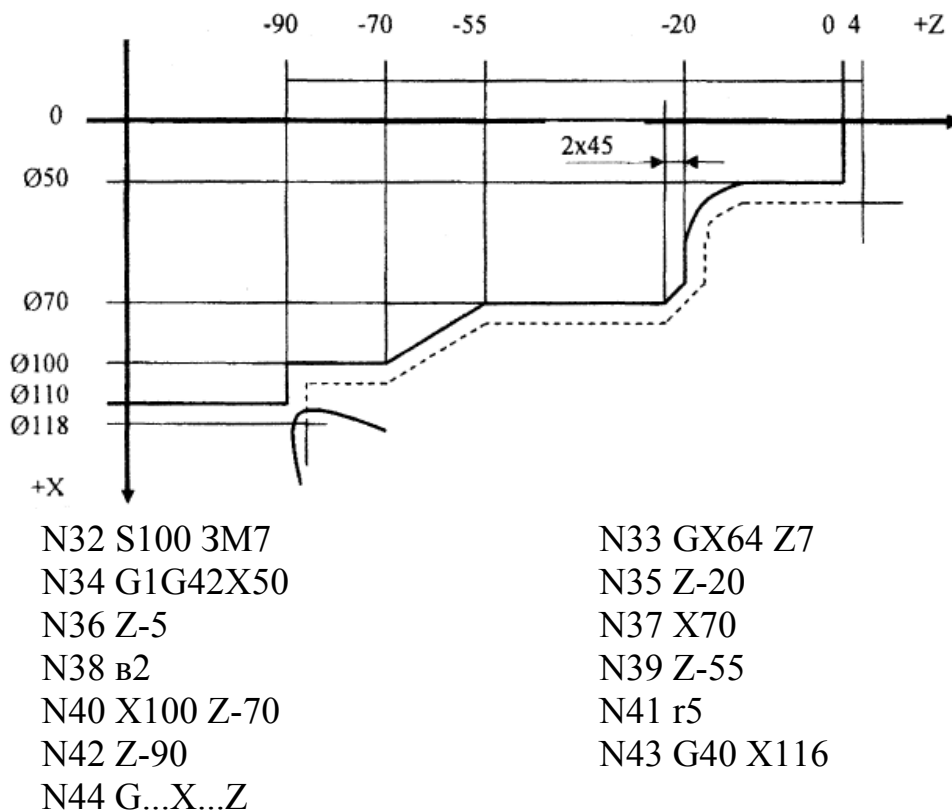


Рисунок 11 - Пример программирования функций G40/G41/G42

6 ГЕОМЕТРИЧЕСКОЕ ПРОГРАММИРОВАНИЕ ВЫСОКОГО УРОВНЯ (GTL)

В УЧПУ NC - 201 имеется возможность в программе описать геометрический профиль в плоскости, используя язык программирования высокого уровня GTL. Этот язык позволяет программировать профиль, состоящий из прямых и окружностей (дуг), используя информацию, имеющуюся на чертеже. Система сама вычисляет точки пересечения и касания геометрических элементов. Языки GTL и стандартный могут быть использованы в одной программе, но на разных профилях. GTL функционирует только в режиме абсолютного программирования (G90).

7 ПАРАМЕТРИЧЕСКОЕ ПРОГРАММИРОВАНИЕ

УЧПУ NC - 201 позволяет параметрически программировать геометрические и технологические данные цикла обработки, используя коды E. Число параметров E не ограничено. Параметры E содержатся в кадрах назначения, куда заносятся во время конфигурации системы.

Формат кадра назначения:

$$E_n = \langle \text{выражение} \rangle,$$

где $\langle \text{выражение} \rangle$ - цифровая величина или математическое выражение, составленное из арифметических операторов, функций и операндов («+», «-», «*», «/», sin, cos, tan, arcs и т.д.);

n- индекс кода E, в котором содержится запомненная информация.

Пример: $E42=F(4,2)$ - придает E42 значение ординаты точки p4.2.

В тексте УП коды E размещаются в соответствии с общими правилами; их значение и результаты вычислений используются, например, при отработке перемещений, воспроизведении на экране и т.д.

Пример: (*DIS* , *E54*) - воспроизводит на экране величину присвоению $E54=...$

8 ТРЕХБУКВЕННЫЕ ОПЕРАТОРЫ

В процессе создания УП используются операторы, представляющие собой 3-х буквенные коды которые делятся на семь классов:

- операторы, изменяющие систему начала отсчета осей;
- операторы, изменяющие последовательность выполнения программы;
- смешанные операторы;
- операторы ввода / вывода;
- операторы контроля инструмента;
- операторы видеографического управления;
- операторы управления коррекциями.

Обозначение кодов, формат и функции приведены в таблицах A1-A5 (приложение А).

9 СОЗДАНИЕ И ИСПЫТАНИЕ УП

9.1 Режимы работы УЧПУ NC-201

Создание УП осуществляется в соответствии с использованием вышеизложенных правил, имеющихся чертежей заготовки и готовой детали. Проверку работы УП необходимо произвести:

- при заблокированном приводе с использованием видеостраницы #6 и / или с подачами равными скоростям холостых перемещений;
- при обработке заготовки с использованием созданной УП на рабочих режимах.

9.2 Испытание УП при блокировке привода с использованием видеостраницы #6

Исходная видеостраница состояния процесса #1:

- $UAS=1$ «нажать ENTER» (блокировка привода);
- выбрать и ввести УП «нажать ENTER»;
- для использования видеостраницы #6 необходимо нажать клавишу F2 и установить формат графического поля: UCG, 1, X...X..., Y...Y..., Z... клавиша «ENTER»;
- выбрать режим работы УЧПУ: «AUTO» / «STEP»;
- нажать «ПУСК» для начала работы УП («ПУСК» необходимо

нажимать каждый раз после отработки очередного кадра УП, если установлен режим «STEP»).

9.3 Испытание УП без детали на скоростях быстрого хода

Исходная видеостраница состояния процесса #1:

- разблокировать привод (UAS=0);
- выбрать и ввести УП «нажать ENTER»;
- ввести UVR=1- активизация режима G00 «нажать ENTER»;
- выбрать режим работы «AUTO»/ «STEP»;
- нажать «ПУСК» для начала работы УП («ПУСК» необходимо нажимать каждый раз после отработки очередного кадра УП, если установлен режим «STEP»).

9.4 Обработка заготовки

Обработка заготовки осуществляется после проверки и корректировки работы УП при строгом соблюдении правил ТБ и инструкции по управлению станком под руководством преподавателя или учебного мастера.

После окончания обработки необходимо проверить соответствие полученных размеров требуемым, и составить отчет по лабораторной работе.

10 СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

- 1 Эскиз (чертеж) заготовки, детали.
- 2 Разработанная РТК.
- 3 Текст управляющей программы.
- 4 Результаты обмеров готовой детали.
- 5 Выводы.

11 ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

- 1 Каким образом осуществляется ввод УП в УЧПУ станка?
- 2 Какая информация необходима для подготовки УП?
- 3 Описать порядок формирования текста УП.
- 4 Для чего используются подготовительные функции G?
- 5 Описать формат кадров УП.
- 6 Привести примеры стандартных циклов обработки.
- 7 С какой целью при создании УП используются трехбуквенные операторы?
- 8 На какие типы подразделяются кадры УП?
- 9 В чем заключается испытание УП?

ПРИЛОЖЕНИЕ А

ПЕРЕЧЕНЬ КОДОВ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ПРОГРАММИРОВАНИИ СИСТЕМЫ NC-201 (ТОКАРНЫЙ ВАРИАНТ)

Таблица А1 - Коды, используемые в режиме «КОМАНДА»

Код	Формат	Функция
EDI	EDI,имя/MPx	Вызов редактора для изменения существующей или записи новой программы с клавиатуры
DEL	DEL, имя/MPx	Удаляет программу из памяти
COP	COP, имя/MPx/устройство	Копирует указанную программу из памяти на устройство
	COP,устройство, имя/MPx	Копирует программу из устройства в память
REN	REN,имя/MPx, имя 1/MPx	Изменяет имя программы
DIR	DIR/MPx	Показывает список программ в памяти
FOR	FOR,имя/MPx, кол-во строк	Создает файл фиксированной длины и формирует поля файлов корректоров, продолжительности срока службы инструмента, начальных точек
ATT	ATT,имя,100 ATT,имя,	Защищает программу от записи. Убирает защиту
DIF	DIF,имя/MPx, имя/MPx	Проверяет разницу между программами в памяти

Таблица А2 - Коды периферийных устройств

Код	Тип внешних устройств
TY	Телетайп

Таблица А3 - Коды, используемые при управлении УП

Код	Формат	функция
E	EN[.тип]= значение	Определяет числовые переменные с одним из следующих типов: BY= байт4 1N=целое число; LI=длинное целое число; RE=действительное LR=длинное действительное; N - номер параметра
O	ON = значения координат или переменных	Определяет геометрический элемент как точку начала отсчета; N - номер элемента
P	PN- значения координат или переменных	Определяет геометрический элемент как точку; N - номер элемента
l	lN= значения координат или переменных	Определяет геометрический элемент как прямую; N - номер элемента

Продолжение приложения А
Продолжение таблицы АЗ

c	cN= значения координат или переменных	Определяет геометрический элемент как окружность; N - номер элемента
TMR	TMR= значение задержки времени в конце кадра	Определяет время, затрачиваемое на движение при G04 или в фиксированных циклах (выражается в секундах)
UOV	UOV=1 UOV=0	Определяет допуск припуска. Отмена припуска
JOG	JOG=значение	Определяет величину перемещения, выполняемого в режиме ручных фиксированных
RTA	RTA=значение	Определяет изменение величины щупа для оси X (аттестация щупа)
RTO	RTO=значение	Определяет изменение величины щупа для оси Y (аттестация щупа)
ERF	ERF=значение	Определяет допустимую ошибку формы
MCD	MCO=значение	Определяет максимальное отклонение направляющих косинусов в движении
USB	USB=1 USB=0	Выполнение кадров с символом "/" (пропуск). Пропуск кадров с символом "/"
UVR	UVR=1 UVR=0	Выполнение программы в режиме быстрого хода. Отмена вышеназванного режима
URL	URL=1 URL=0	Разрешение работы корректора рабочей подачи. Отмена вышеназванного режима
USO	USO=1 USO=0	Подтверждение M01. Отмена M01
UCV	UCV=N	Определяет тип вывода на экран осевых значений для видеостраницы #1: UCV=0-рассчитанные величины осей; UCV=1 - значения датчиков; UCV=2 - ошибки позиционирования
RAP	RAP=0 RAP=1	Автоматический возврат на профиль после перемещения вручную, последовавшего после "Стоп" с выбором оси. Автоматический возврат на профиль после перемещения вручную, последовавшего после "Стоп" по пути ручного перемещения
UAS	UAS=1 UAS=0	Отключение осей (блокировка привода). Отмена вышеназванного режима
RMS	RMS=...	Определяет процент изменения скорости в режиме возврата при цикле резбонарезания

Продолжение приложения А
Окончание таблицы АЗ

UEP	UEP=1 UEP=0	Включает использование позиционных ошибок. Отмена вышеназванного режима
SA	SAN=значение	Определяет из программы значение сигнала пакета А; N - номер параметра
SK	SKN=значение	Определяет из программы значение сигнала пакета К; N - номер параметра
SYVAR	SYVARN- значение	Определяет значение переменных при записи файла из программы; N - номер параметра
TIM	T1MN=значение	Определяет из программы системное время T1M=0 сбрасывает часы; N - номер параметра
TOT	TOTN=значение	Определяет из программы суммарное время; N - номер параметра

Таблица А4 - Коды, используемые при управлении инструментом

Код	Формат	Функция
ORA	ORA,N,X...,Y...,Z...	Определяет абсолютную начальную точку по осям; N: номер начальной точки. Для определения начальных точек в альтернативных единицах измерения, номер должен быть взят с отрицательным знаком (-N)
CAO	CAO,N	Стирает начальную точку; N: номер начальной точки. Если N отсутствует, то удаляются все записи файлов
VOA	VOA,N	Воспроизводит начальную точку; N: номер начальной точки
VTU	VTU,N[,T,COMPEN,T1,T2,T3,V]	Запоминает файл параметров для управления сроком службы инструмента n: номер инструмента T: альтернативный инструмент COMPEN: корректировка альтернативного инструмента T1 : максимальное теоретическое время службы инструмента T2: минимальное теоретическое время службы инструмента T3: оставшееся время службы инструмента V: состояние инструмента для индикации записи вводить: VTU, N

Продолжение приложения А
Продолжение таблицы А4

CTU	CTU,N	Удаляет инструмент из файла срока службы инструментов. N : номер удаляемого инструмента, если не указан операнд N , то команда удаляет все записи файла
VOL	VOL=1 VOL=0	Активизация штурвала. Отключение штурвала
UCG	UCG,N,AXIS1I AXISIS, AXIS2I AXIS2S[AXIS3]	Определяет параметры инициализации для графического экрана n=1, визуализация осей, не входящих в систему координат n=2, визуализация осей, входящих в систему координат ось 1I: нижний предел оси Z ось 1S: верхний предел оси Z ось 2I: нижний предел оси X ось 2S: верхний предел оси X ось S3: ось, перпендикулярная рабочей плоскости
CLG	CLG	Очищает графический экран
DCG	DCG	Запрещает графический экран (всегда после CLG)
CAC	CAC,N	Удаляет корректор инструмента N : номер корректора. Если N не определен, то команда удаляет весь файл
SPG	SPG,имя	Выбирает программу
REL	REL	Сбрасывает выбор программы
DPT	DPT, Qa, Qs, Vm	Определяет параметры щупа Qa: величина приближения (расстояние от условной точки щупа) Qs: величина безопасности (максимальное перемещение от точки касания щупа) Vm: скорость, мм/мин
RCM	RCM	Разрешает запомненный поиск
ERM	ERM	Запрещает запомненный поиск
VIC	VIC,N	Визуализирует содержание таймерной переменной (TIMX) N: номер переменной. На дисплее визуализируется: VIC, имя переменной, часы, минуты, секунды

Продолжение приложения А
Окончание таблицы А4

SNC	SNC,n	Выполнение программы до кадра с номером n, например SNC,24
DIS	DIS,переменная	Воспроизведение переменной на экране ПО
EVA	EVA, (выражение)	Вычисляет выражение и воспроизводит его на экране ПО
UCA	UCA,n,Z,X	Модифицирует инкрементально корректора n на величину Z/X
MBR	MBR=1 MBR=0 ..	Активизация обратного прослеживания профиля. Отмена обратного прослеживания профиля

Таблица А5 - Коды, используемые в кадрах УП

Код	Формат	Функция
CLS	(CLS, имя подпрограммы)	Вызывает подпрограмму
BNC	(BNC,метка)	Выполняет безусловный переход к метке
BGT	(BGT,VAR1, VAR2, метка)	Переходит, если VAR1 > VAR2
BLT	(BLT, VAR1, VAR2, метка)	Переходит, если VAR1 < VAR2
BEQ	(BEQ, VAR1, VAR2, метка)	Переходит, если VAR1 = VAR2
BNE	(BNE,VAR1, VAR2, метка)	Переходит, если VAR1 ≠ VAR2
BGE	(BGE,VAR1, VAR2,метка)	Переходит, если VAR1 ≥ VAR2
BLE	(BLE, VAR1, VAR2, метка)	Переходит, если VAR1 ≤ VAR2
EPP	(EPP,метка1,метка2)	Выполняет часть программы между меткой 1 и меткой 2
RPT	(RPT,N)	Повторяет часть программы N раз (n < 99) . Описание части программы начинается после блока, содержащего RPT, и заканчивается блоком, содержащим код ERP
ERP	(ERP)	Определяет границу части программы
UAO	(UAO,n)	Выбор абсолютной начальной точки; n-номер абсолютной начальной точки, ранее введен с клавиатуры
UOT	(UOT,n,X...,...,Z...)	Определяет временную начальную точку для заданных осей; n: номер абсолютной начальной точки

Продолжение приложения А
Продолжение таблицы А5

UIO	(UIO,X..., Z...)	Объявляет начальную точку в приращениях относительно текущей абсолютной начальной точки
MIR	(MIR,X,Z) (MIR)	Определяет зеркальную обработку для объявленных осей. Отмена зеркальной обработки
URT	(URT, угол) 1	Поворачивает плоскость на угол, относительно текущей начальной точки. Отмена поворота плоскости
SCF	(SCF,n[,ось])	Масштабный коэффициент для объявленных осей; n: масштабный коэффициент. Примечание: если оси не определены, масштабный коэффициент устанавливается для всех осей
RQO	(RQO,n, ось..)	Переквалификация начальной точки для осей, определенных в программе; n: номер начальной точки
RQU	(RQU, NUT, NCOR, Z .,X.)	Переквалификация инструмента. NUT: номер инструмента; NCOR: номер корректора. Изменяет текущие корректоры и файл корректоров
RQP	(RQP,NUT, NCOR,Z...,X.)	Изменяет корректоры Z и/или X, определенных в объявлении; файл корректоров не изменяется
DPI	(DPI,ось S1, ось S2)	Определяет плоскость интерполяции; ось 1, ось 2: оси, имена которых определяет плоскость
DTL	(DTL,ось1, ось2)	Определяет при позиционировании величину допуска для запрограммированных осей (отличную от величин, объявленных в файле характеристики)
DLO	(DLO,ось+ ось -)	Определяет программные ограничения программируемых осей (максимальный и минимальный предел)
DIS	(DIS. переменная)	Воспроизводит на экране переменную
TOF	(TOF,n)	Объявляет инструмент «вне использования»; n: номер инструмента

Продолжение приложения А
Продолжение таблицы А5

UCG	(UCG,N,ось 1 ось 1S,ось 2 ось 2S,[ось])	Определяет параметры графического экрана; N: 1 воспроизведение с отключенными осями. N:2 воспроизведение с подключенными осями
CLG	(CLG)	Очищает область графического экрана
DCG	(DCG)	Запрещает графический экран (должен быть запрограммирован после CLG)
DSA	(DSA,n,Z-Z+, X-X+)	Определяет пределы защищенной области; n: номер области; Z- нижний предел оси Z; Z+ верхний предел оси Z; X- нижний предел оси X; X+ верхний
ASC	(ASC,n)	Разрешает защищенную область; n:номер области
DSC	(DSC,n)	Запрещает защищенную область; n:номер области
DPT	(DPT,Qa,Qs, Vm)	Определяет параметры щупа: Qa: величина подхода; Qs: величина безопасности; Vm: скорость измерения
DLY	(DLY,n)	Определяет выдержку на указанный промежуток времени, n: выдержка времени в секундах (max=32 сек.)
UAV	(UAV,1,XC,UV,r) (UAV,2,C,V,r) (UAV,0)	Определяет виртуальные оси U и V; r - минимальный радиус. Определяет виртуальную ось V; r - радиус цилиндра. Запрещает виртуальные оси
DFP	(DFP,n)	Определяет номер профиля (1-8). который вызывается во время циклов черновой и чистовой обработки
EPF	(EPF)	Закрывает определение профиля
SPA	(SPA,a,n,l, x,z)	Цикл черновой обработки, параллельной к оси «а»:а: ось x или z: n: номер профиля; l: число проходов; x: припуск по x; z: припуск по z. SPA не может быть применена к немонотонным профилям

Окончание приложения А
Окончание таблицы А5

SPF	(SPF,a,n,l,x,z)	Цикл черновой обработки, параллельной к оси «а» с предварительной чистовой обработкой: а: ось x или z; n: номер профиля; l: число проходов; x: припуск по x; z: припуск по z. SPF не может быть применена к немонотонным профилям
SPP	(SPP,n,l,z1,z2,x1,x2)	Цикл черновой обработки, параллельной к профилю: z1: припуск по z; z2: первоначальный припуск по Z; x1: припуск по x; x2: первоначальный припуск по x
CLP	(CLP,n)	Вызов цикла чистовой обработки, n: номер профиля
TGL	(TGL,z..,x..,k..)	Цикл обработки паза параллельно к оси x или z: z: конечный размер паза; x: внутренний диаметр паза; k: ширина инструмента
FIL	(FIL,z..,x..,k..,l..,r..,t..,p..,a..,b..)	Цикл резбонарезания
USS	(USS,s+i)	Управляет моторизированным инструментом: s: ось, конфигурируемая в качестве шпинделя; i: число оборотов; знак указывает направление вращения

Переладов Александр Борисович

Камкин Иван Павлович

**ПРОГРАММИРОВАНИЕ ТОКАРНОГО СТАНКА
МОДЕЛИ 16К20Ф3 (УЧПУ NC - 201)**

Методические указания
к выполнению лабораторных работ
по курсам «Программное управление технологическим оборудованием»,
«Управление системами и процессами», «Управление станками и станочными
комплексами» для студентов специальностей
220301, 151001, 151002

Редактор Е. А. Устюгова

Подписано к печати	Формат 60x84 1/16	Бумага тип. №1
Печать трафаретная	Усл. печ. л. 2,0	Уч. - изд. л. 2,0
Заказ	Тираж 25	Цена свободная

Редакционно-издательский центр КГУ.
640669, г. Курган, ул. Гоголя, 25.
Курганский государственный университет.