Задание подготовлено в рамках проекта АНО «Лаборатория модернизации образовательных ресурсов» «Кадровый и учебно-методический ресурс формирования общих компетенций обучающихся по программам СПО», который реализуется с использованием гранта Президента Российской Федерации на развитие гражданского общества, предоставленного Фондом президентских грантов.

**Разработчик**

Кураева Роза Туктаровна, ГБПОУ «Самарский машиностроительный колледж»

**Назначение задания**

Эффективное общение: целеполагание планирование. Уровень II

МДК.01.01. Технология работ по узловой сборке и пусконаладке манипуляторов

Тема: Запись управляющей программы

**Комментарии**

КОЗ выполняется в рамках самостоятельной работы обучающихся. Данное задание необходимо проводить на этапе формирования знаний по составлению управляющих программ. Обучающиеся знакомятся с новым материалом на основе источников в составе задания.

На производстве, где вы проходите производственную практику, перед вами поставили задачу сделать таблички ко дню матери с использованием станка с ЧПУ. Управляющее программное обеспечение станка разнообразно, но все оно использует управляющий код - G-code.

Ознакомьтесь с производственным заданием (источник 1). Внимательно изучите правила составления управляющей программы с использованием G-code (источник 2).

**Составьте управляющую программу.** Заполните бланк.

*Бланк*

**Управляющая программа обработки слова «МАМА»**

| Кадр (от N1 до Nn) | Содержание  | Комментарий |
| --- | --- | --- |
| N1 |  |  |
| N2 |  |  |
| N3 |  |  |
| N4 |  |  |
| N4 |  |  |
| N5 |  |  |
| N6 |  |  |
| N7 |  |  |
| N8 |  |  |
| N9 |  |  |
| N10 |  |  |
| N11 |  |  |
| N12 |  |  |
| N13 |  |  |
| N14 |  |  |
| N15 |  |  |
| N16 |  |  |
| N17 |  |  |
| N18 |  |  |
| N19 |  |  |
| N20 |  |  |
| N21 |  |  |
| N22 |  |  |
| N23 |  |  |
| N24 |  |  |
| N25 |  |  |
| N26 |  |  |
| N27 |  |  |
| N28 |  |  |
| N29 |  |  |
| N30 |  |  |
| N31 |  |  |
| N32 |  |  |
| N33 |  |  |

***Источник 1***

Требуется нанести на табличку слово «МАМА».

Поле обработки, в которое необходимо вписать буквы, - прямоугольник размером 10 х 9 мм.

Обработка букв будет производиться на вертикально-фрезерном станке с ЧПУ, фрезой диаметром 1 мм в заготовке из органического стекла.

При проектировании траектории перемещения рабочего инструмента необходимо учитывать следующее:

1. Холостые переходы должны составлять минимальный объем времени от основной программы. Их количество и длина, должны быть минимизированы.
2. Холостые переходы должны выполняться над поверхностью заготовки на безопасном расстоянии в ускоренном режиме.
3. Оптимальной подачей, для обработки оргстекла предложенной фрезой считать подачу 100 мм в минуту.

***Источник 2***

**Программирование с помощью G-code**

**G-code- это язык который был создан полвека назад, доработанный в феврале** 1980 года и стандартизирован как RS274D стандарт. Комитет ИСО утвердил G-code, как стандарт ISO 6983-1:1982, Госкомитет по стандартам СССР - как ГОСТ 20999-83. В советской технической литературе G-code обозначается, как код ИСО-7 бит. С тех пор этот стандарт активно использовался производителями станков с ЧПУ, расширяя его по своему усмотрению, но основные коды и структура программ осталась неизменной. Причина этому в том, что программа, написанная с использованием G-code, имеет жесткую структуру. Все команды управления объединяются в **кадры -** группы, состоящие из одной или более команд. Каждая команда состоит из **слов** - базовых элементов программы, состоящей из комбинации латинской буквы и некоторого числового значения (положительного или отрицательного, дробного или целого).

В соответствии с международными стандартами и ГОСТ 20999-83 структура управляющей программы в общем случае подчиняется следующим правилам:

* В тексте управляющей программы должна содержаться геометрическая, технологическая и вспомогательная информация, которая необходима для проведения заданной обработки. В каждом кадре программы записывается только та информация, которая изменяется по отношению к предыдущему кадру. При этом выполнение системой ЧПУ оставшейся неизменной информации прекращается только после поступления команды на ее отмену (вид этой команды и способ отмены определяется особенностями конкретной системы ЧПУ).
* Каждая управляющая программа начинается символом «начало программы», подающим системе управления сигнал о начале выполнения программы. Вид символа «начало программы» зависит от особенностей применяемой системы ЧПУ. Наиболее часто в отечественных и зарубежных системах ЧПУ используется символ %. При этом кадр с символом «начало программы» не нумеруется. Нумерация кадров начинается с последующего кадра.
* Если управляющей программе необходимо присвоить обозначение, то его располагают в кадре с символом «начало программы» непосредственно за символом.
* Если текст управляющей программы необходимо сопроводить комментарием, например сведениями об особенностях наладки станка, то его размещают перед символом «начало программы».
* Управляющая программа должна заканчиваться символом «конец программы», подающим системе управления сигнал на прекращение выполнения управляющей программы, останов шпинделя, приводов подач и выключение охлаждения. Информация, помещенная в тексте управляющей программы после этого символа не должна восприниматься системой ЧПУ.
* Информация, расположенная в тексте управляющей программы между символами «начало программы» и «конец программы» и заключенная в круглые скобки не должна приниматься системой ЧПУ к исполнению. При этом в тексте внутри скобок не должны применяться символы «начало программы» и «главный кадр».

Подготовительные (основные) команды языка начинаются с буквы G. Включают такие действия, как:

|  |  |
| --- | --- |
| G00-G04 | Позиционирование инструмента |
| G17-G19 | Переключение рабочих плоскостей (XY, XZ, YZ) G20-G2 не стандартизовано |
| G40-G44 | Компенсация размера различных частей инструмента (длина, диаметр) |
| G53-G59 | Переключение систем координат |
| G80-G84 | Циклы сверления, нарезания резьбы |
| G90-G92 | Переключение систем координат (абсолютная, относительная) |

**Подготовительные функции (G коды) позиционирования инструмента. G00** - быстрое позиционирование.

Функция G00 используется для выполнения ускоренного перемещения режущего инструмента к позиции обработки или к безопасной позиции. Ускоренное перемещение никогда не используется для выполнения обработки, так как скорость движения исполнительного органа станка очень высока. Код G00 отменяется кодами: G01, G02, G03.

**G01** - линейная интерполяция.

Функция G01 используется для выполнения прямолинейных перемещений с заданной скоростью (F). При программировании задаются координаты конечной точки в абсолютных значениях (G90) или приращениях (G91) с соответственными адресами перемещений (например, X, Y, Z). Код G01 отменяется кодами: G00, G02, G03.

**G02** - круговая интерполяция по часовой стрелке.

Функция G02 предназначена для выполнения перемещения инструмента по дуге (окружности) в направлении часовой стрелки с заданной скоростью (F). При программировании задаются координаты конечной точки в абсолютных значениях (G90) или приращениях (G91) с соответственными адресами перемещений (например, X, Y, Z).

Параметры интерполяции I, J, K, которые определяют координаты центра дуги окружности в выбранной плоскости, программируются в приращениях от начальной точки к центру окружности, в направлениях, параллельных осям X, Y, Z соответственно.

Код G02 отменяется кодами: G00, G01, G03.

**G03** - круговая интерполяция против часовой стрелки.

Функция G03 предназначена для выполнения перемещения инструмента по дуге (окружности) в направлении против часовой стрелки с заданной скоростью (F). При программировании задаются координаты конечной точки в абсолютных значениях (G90) или приращениях (G91) с соответственными адресами перемещений (например, X, Y, Z).

Параметры интерполяции I, J, K, которые определяют координаты центра дуги окружности в выбранной плоскости, программируются в приращениях от начальной точки к центру окружности, в направлениях, параллельных осям X, Y, Z соответственно.

Код G03 отменяется кодами: G00, G01, G02.

**G04** - пауза.

Функция G04 - команда на выполнение выдержки с заданным временем. Этот код программируется вместе с X или Р адресом, который указывает длительность времени выдержки. Обычно, это время составляет от 0.001 до 99999.999 секунд. Например, G04 X2.5 - пауза 2.5 секунды, G04 Р1000 - пауза 1 секунда.

**Модальность** - это свойство функции, сохраняющее свое значение в управляющей программе (G-коде) до последующей отмены или изменения.

Свойство модальность в управляющей программе, проявляется в каждой строке это проявляется в том, что некоторые функции для упрощения программирования сохраняют свое действие до следующей их отмены или изменения значения. Например, если прямолинейный тип движения не меняется в течение нескольких кадров управляющей программы, то соответствующая G1 функция может быть использована только в первом из перемещений, а в последующих кадрах, она не пишется.

Технологические команды языка начинаются с буквы М. Включают такие действия, как: сменить инструмент, включить/выключить шпиндель, включить/выключить охлаждение, вызвать/закончить подпрограмму.

**Вспомогательные (технологические) команды**

|  |  |
| --- | --- |
| M00 | Приостановить работу станка до нажатия кнопки «старт» на пульте управления, так называемый "технологический останов" |
| M01 | Приостановить работу станка до нажатия кнопки «старт», если включен режим подтверждения останова |
| M02 | Конец программы |
| M03 | Начать вращение шпинделя по часовой стрелке M04. Начать вращение шпинделя против часовой стрелки M05. Остановить вращение шпинделя |
| M06 | Сменить инструмент |
| M07 | Включить дополнительное охлаждение; M08. Включить основное охлаждение |
| M09 | Выключить охлаждение; M30. Конец информации в начале каждой программы есть так называемая строка безопасности |

**Строкой безопасности** называется кадр, содержащий G коды, которые переводят станок ЧПУ в определенный стандартный режим, отменяют ненужные функции и обеспечивают безопасную работу с управляющей программой. В начале программы для обработки строкой безопасности является кадр N1.

N10 G21 G40 G49 G54 G80 G90

Как вы уже знаете, многие коды являются модальными и остаются активными в памяти станка ЧПУ до тех пор, пока их не отменят Возможны ситуации, когда ненужный модальный G код не был отменен. Например, если программа обработки была прервана по каким-либо причинам в середине. Строка безопасности, которая обычно находится в начале управляющей программы или после кадра смены инструмента позволяет «восстановить» забытые G коды и выйти в привычный режим работы.

Давайте поближе познакомимся с G кодами, находящимися в типичной строке безопасности.

**Код G21** говорит станку о том, что все перемещения и подачи рассчитываются и осуществляются в миллиметрах, а не в дюймах (G20). Так как станки производятся и работают в разных странах, то существует возможность переключения между дюймовым и метрическим режимами. Поэтому включение этого кода в состав строки безопасности гарантирует работу в правильном режиме.

**Код G40** отменяет автоматическую коррекцию на радиус инструмента. Коррекция на радиус инструмента предназначена для автоматического смещения инструмента от запрограммированной траектории. Коррекция может быть активна, если вы в конце предыдущей программы забыли ее отменить (выключить). Результатом этого может стать неправильная траектория перемещения инструмента и, как следствие, испорченная деталь.

**Код G49** отменяет компенсацию длины инструмента.

**Код G54** на большинстве современных станков позволяет активизировать одну из нескольких рабочих систем координат. Предыдущая управляющая программа могла работать в другой системе координат, например в G55. Как и большинство G кодов, G код рабочей системы координат является модальным и сохраняется активным в памяти система ЧПУ до тех пор, пока его не отменят. Для того чтобы избежать ошибки, в строку безопасности включают код требуемой рабочей системы координат (G54-G59).

**Код G80** отменяет все постоянные циклы (например, циклы сверления) и их параметры. Отмена постоянных циклов необходима, так как все координаты после G кода постоянного цикла относятся непосредственно к нему и для выполнения других операций нужно "сказать" системе ЧПУ, что цикл закончен.

**Код G90** активизирует работу с абсолютными координатами. Хотя большинство программ обработки создается в абсолютных координатах, возможны случаи, когда требуется выполнять перемещения инструмента в относительных координатах (G91).

ЧПУ позволяет устанавливать кроме стандартных рабочих систем координат еще и локальные системы координат. Код G52 используется для определения подчиненной системы координат в пределах действующей рабочей системы (G54-G59).

М коды

*М98 - вызов подпрограммы*

Команда М98 предназначена для вызова подпрограммы. Вместе с этой командой программируется Р слово данных, которое обозначает номер вызываемой подпрограммы.

Пример:

М98 Р1001 - вызвать подпрограмму О1001

*М99 - конец подпрограммы*

При помощи команды М99 по окончанию подпрограммы осуществляется возврат к главной программе, из которой была вызвана подпрограмма.

Подпрограммы могут быть описаны после команды M02, но до M30. Начинается подпрограмма с кадра вида Lxx, где xx - номер подпрограммы, заканчивается командой M17.

Таблица - Назначение подготовительных функций

| Подготовительная функция | Группа | Значение |
| --- | --- | --- |
| G60 и G61 | 5 | Точное позиционирование. Позиционирование в пределах одной или двух из зон допуска, а также выбор стороны подхода при позиционировании |
| G62 | 5 | Быстрое позиционирование. Позиционирование с большой зоной допуска для экономии времени |
| G63 | - | Нарезание резьбы метчиком. Позиционирование с остановом шпинделя по достижении заданного положения. |
| G80 | 6 | Отмена постоянного цикла, заданного одной из функций G81-G89 |
| G81-G89 | 6 | Постоянные циклы. Часто применяемые при обработке отверстий последовательности команд. Состав постоянных циклов приведен в |
| G90 | 7 | Абсолютный размер. Отсчет перемещений в абсолютной системе координат с началом в нулевой точке системы ЧПУ |
| G91 | 7 | Размер в приращениях. Отсчет перемещений относительно предыдущей запрограммированной точки. |
| G92 | - | Установка абсолютных накопителей положения |
| G94 и 095 | 8 | Единица измерения соответственно мм/мин и мм/об. |
| G96 | 9 | Единица измерения скорости резания м/мин. Запрограммированное значение скорости резания поддерживается автоматически  |
| G97 | 9 | Единица измерения главного движения об/мин |
| G33,G34,G35 | 1 | Резьба. Нарезание резьбы соответственно с постоянным, увеличивающимся и уменьшающимся шагами |
| G40 | 3 | Отмена коррекции инструмента, заданной одной из функций G41- G52 |
| G41 и G42 | 3 | Коррекция диаметра или радиуса инструмента при контурном управлении. Режущий инструмент расположен соответственно слева или |
| G43 и G44 | 3 | Коррекция диаметра или радиуса инструмента соответственно положительная или отрицательная. Указание соответственно о сложении |
| G45-G52 | 3 | Коррекция диаметра или радиуса инструмента при прямолинейном формообразовании G45+/+, G46+/-, G47-/-, G48-/+, G49 0/+, G50 0/-, |
| G53 | 4 | Отмена линейного сдвига, заданного одной из функций G54-G59 |
| G54-G59 | 4 | Линейный сдвиг соответственно по X, У, Z, XY, ZX и YZ. Коррекция длины или положения инструмента на установленную величину |

Таблица - Значение основных символов в языке программирования G-code

| Символ | Назначение | Применение |
| --- | --- | --- |
| N | Номер кадра | Порядковый номер кадра |
| G | Подготовительные функции и технологические циклы | Команды на вид и условия перемещения исполнительных органов станка |
| M | Вспомогательные функции | Команды, определяющие условия работы механизмов станка, например, включение и выключение шпинделя или программируемый останов выполнения программы |
| X | Функция прямолинейного перемещения по оси X | Задание координаты конечной точки или величины перемещения исполнительного органа станка вдоль оси X |
| Y | Функция прямолинейного перемещения по оси Y | Задание координаты конечной точки или величины перемещения исполнительного органа станка вдоль оси Y |
| Z | Функция прямолинейного перемещения по оси Z | Задание координаты конечной точки или величины перемещения исполнительного органа станка вдоль оси Z |
| A | Функция кругового перемещения вокруг оси X | Задание координаты конечной точки или величины кругового перемещения исполнительного органа станка вокруг оси X. Символ применяется только при наличии у станка независимо перемещаемого вокруг оси X исполнительного органа |
| B | Функция кругового перемещения вокруг оси Y | Задание координаты конечной точки или величины кругового перемещения исполнительного органа станка вокруг оси Y. Символ применяется только при наличии у станка независимо перемещаемого вокруг оси Y исполнительного органа |
| C | Функция кругового перемещения вокруг оси Z | Задание координаты конечной точки или величины кругового перемещения исполнительного органа станка вокруг оси Z. Символ применяется только при наличии у станка независимо перемещаемого вокруг оси Z исполнительного органа |
| U | Функция прямолинейного перемещения параллельно оси X | Задание конечной точки, определяющей перемещение исполнительного органа станка параллельно оси X. Символ применяется только при наличии у станка второго независимо перемещаемого вдоль оси X исполнительного органа |
| V | Функция прямолинейного перемещения параллельно оси Y | Задание координаты конечной точки или величины перемещения исполнительного органа станка параллельно оси Y. Символ применяется только при наличии у станка второго независимо перемещаемого вдоль оси Y исполнительного органа |
| W | Функция прямолинейного перемещения параллельно оси Y | Задание координаты конечной точки или величины перемещения исполнительного органа станка параллельно оси Z. Символ применяется только при наличии у станка второго независимо перемещаемого вдоль оси Z исполнительного органа |
| P | Функция прямолинейного перемещения параллельно оси X | Задание координаты конечной точки или величины перемещения исполнительного органа станка параллельно оси X. Символ применяется только при наличии у станка третьего независимо перемещаемого вдоль оси X исполнительного органа |
| Q | Функция прямолинейного перемещения параллельно оси Y | Задание координаты конечной точки или величины перемещения исполнительного органа станка параллельно оси Y. Символ применяется только при наличии у станка третьего независимо перемещаемого вдоль оси Y исполнительного органа |
| R | Функция прямолинейного перемещения параллельно оси Z | Задание координаты конечной точки или величины перемещения исполнительного органа станка параллельно оси Z. Символ применяется только при наличии у станка третьего независимо перемещаемого вдоль оси Z исполнительного органа |
| F | Функция подачи | Задание скорости результирующего прямолинейного перемещения инструмента относительно заготовки |
| E | Функция подачи | Задание скорости результирующего прямолинейного перемещения инструмента относительно заготовки. Символ применяется только при наличии у станка второй автономной шпиндельной головки |
| I | Функция интерполяции по оси X | Задание интерполяции перемещения исполнительного органа станка или шага резьбы вдоль оси X |
| J | Функция интерполяции по оси Y | Задание интерполяции перемещения исполнительного органа станка или шага резьбы вдоль оси Y |
| K | Функция интерполяции по оси Z | Задание интерполяции перемещения исполнительного органа станка или шага резьбы вдоль оси Z |
| T | Функция смены инструмента | Задание команды на автоматическую установку в рабочую позицию сменного инструмента под определенным номером. Символ применяется только при наличии у станка устройства автоматической смены инструмента |
| D | Функция смены инструмента | Задание команды на автоматическую установку в рабочую позицию сменного инструмента под определенным номером. Символ применяется только при наличии у станка второго устройства автоматической смены инструмента |
| S | Функция главного движения | Задание скорости вращения вала шпинделя, если она регулируется программным способом |



Инструмент проверки

**Управляющая программа обработки слова «МАМА»**

| Кадр | Содержание | Комментарий |
| --- | --- | --- |
|  | % | Начало программы |
| N1 | G90 G40 G17 | Система координат абсолютная, компенсация на радиус инструмента выключена, плоскость интерполяции XoY |
| N2 | S500 M3 | Задать скорость вращения шпинделя и включить шпиндель |
| N3 | L014 | Название подпрограммы |
| N4 | G0 X1.5 Y0.5 | Переход в точку начала обработки на холостом ходу |
| N4 | Z1.0 | Подход к заготовке по Z, не доходя 1 мм, на холостом ходу |
| N5 | G1 Z-1.0 F100 | Врезание в заготовку на подаче 100 мм/мин |
| N6 | X1.5 Y 9.5 | Первый штрих буквы М |
| N7 | X2.25 | Продолжение движения |
| N8 | X4.5 Y4.5 | Второй штрих буквы М |
| N9 | Х6.75Y9.5 | Третий штрих буквы М |
| N10 | X7.5 | Продолжение движения |
| N11 | Y0.5 | Четвертый штрих буквы М |
| N12 | G0 Z1 | Отвод инструмента от заготовки на холостом ходу |
| N13 | M99 | Конец подпрограммы |
| N14 | G00 X10 Y00 G92 X00Y00 | Смещение инструмента на холостом ходу и ввод новой системы координат |
| N15 | L01 | Название подпрограммы |
| N16 | G0 X0.5 Y0.5 | Переход в точку начала обработки на холостом ходу |
| N17 | Z1.0 | Подход к заготовке по Z, не доходя 1 мм, на холостом ходу |
| N18 | G1 Z-1.0 F100 | Врезание в заготовку на подаче 100 мм/мин |
| N19 | X3.75 Y 9.5 | Первый штрих буквы А |
| N20 | X4.25 | Продолжение движения |
| N21 | X8.5 Y0.5 | Второй штрих буквы А |
| N22 | G0 Z1 | Ускоренный подъем режущего инструмента на безопасную высоту Z= 1 мм |
| N23 | X2.0 Y3.0 | Перевод инструмента в точку обработки штриха X2.0 Y3.0, на холостом ходу |
| N24 | G1 Z-1.0 F100 | Врезание в заготовку на подаче 100 мм/мин |
| N25 | X6.5 | Обработка штриха буквы А |
| N26 | G0 Z12 | Отвод инструмента от заготовки на холостом ходу |
| N27 | M99 | Конец подпрограммы |
| N28 | G00 X09 Y00 G92 X00Y00 | Смещение инструмента на холостом ходу и ввод новой системы координат |
| N29 | M97 L014 | Вызов подпрограммы буква М |
| N30 | G00 X09 Y00 G92 X00Y00 | Смещение инструмента на холостом ходу и ввод новой системы координат |
| N31 | M97 L01 | Вызов подпрограммы буква A |
| N32 | M5 | Выключить шпиндель |
| N33 | M30 | Конец программы |

*Подсчет баллов*

|  |  |
| --- | --- |
| За каждую верно заполненную строку, следующую в верном порядке\* | 1 балл |
| ***Максимальный балл*** | ***33 балла*** |

\*строка считается следующей в верном порядке, если до нее и после нее имеются те же строки, что и в эталоне.