

Интерфейс

Интерфейс состоит из меню File, View, Preference, Help

панели инструментов, может отображаться отдельным окном.

Три графика положения инструмента по проекциям. В четвертом квадрате может отображаться 3D модель, если руки дойдут.

В текущей версии реализовано только прямолинейное движение.

Введение

Программа предназначена для отладки программы перемещений обрабатывающего центра. Предусмотрено управление в системе 6 координат, из которых 3 поступательные и 3 вращательные. Предусмотрено управление вращением шпинделя, двумя потоками охлаждения или вытяжки.

Программа имеет два основных режима работы: режим эмуляции работы обрабатывающего центра и режим взаимодействия с контроллером обрабатывающего центра. В режиме эмуляции осуществляется пошаговая отладка программы.

Модель обрабатывающего центра

Управление позиционированием

Позиционирование осуществляется шаговыми двигателями. Предполагается возможность управления шестью координатами: тремя координатами позиционирования и тремя вращательными координатами. Вращательные координаты, как правило, отвечают за позиционирование шпинделя. Для позиционирования оси шпинделя относительно заготовки достаточно двух осей вращения: в вертикальной и горизонтальной плоскостях. Шести осевое позиционирование может использоваться в задачах заточки инструмента и для точной обработки трехмерных поверхностей. Контроллер должен содержать управление позиционированием в 2-6 координатном пространстве, иметь возможность параллельного включения двигателей, иметь возможность подключения датчиков ограничения хода (концевых выключателей).

Управление шпинделем

Продвинутый высокоточный шпиндель требует высокоточного управления. Предполагается использование контроллера шпинделя с управлением по линии RS-485 и возможностью программного и ручного включения/выключения. Шпинделю можно задавать обороты вращения, направление вращения, отслеживать текущую фазу и обороты, отслеживать давление жидкостей и газов, отслеживать температуру теплоносителей и корпуса. Шпиндель может требовать внутреннего водяного и/или воздушного охлаждения и продува подшипников. Управление со стороны контроллера может быть выражено в поддержке протокола общения с внешним контроллером шпинделя (по интерфейсу RS-485) и управление клапанами теплоносителей. Для управления подачей теплоносителей предусмотрены команды в формате G-code. Аппаратно должны быть предусмотрены два канала управления электромагнитными клапанами или реле и поддержка интерфейса RS-485.

Управление столом

Столom тоже надо управлять. Стол у нас тоже не прост. В столе прокручены пазы для механического и отверстия для вакуумного прижима заготовки. В крайнем случае может быть встроен электромагнит для притягивания заготовки к поверхности. Контроллер должен предусматривать управление клапаном вакуумного прижима или реле электромагнитного прижима.

Система смены инструмента

За основу была взята система пневматического высвобождения инструмента.

Высвобождение инструмента происходит путем открывания воздушного клапана. Для целей управления воздушным или электромагнитным клапаном предусмотрено использование одного из выходов реле, который может использоваться для прямого управления клапаном.

Держатель инструмента может быть организован как линейка или поворотная карусель. Мы предпочитаем организацию в виде линейки. В линейке устанавливаются подготовленные инструменты с держателями для автоматического захвата. Фрезы зажимаются в держатель (рис.1.1.). В настройках контроллера должно содержаться общее число инструментов. Про каждый инструмент задается диаметр и относительная длина. Длина мерится относительно захвата.

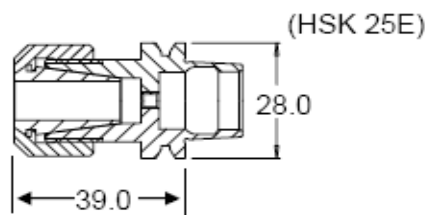


Рис.1.1 Держатель для колет.

Управление

Графический интерфейс пользователя (выполнен на GTK+).

Отладочный режим выполнения осуществляется интерпретатором команд, который пошагово эмулирует работу контроллера.

Конфигурация станка, файл stend.xml

Определения инструментов,

Каждый инструмент характеризуется длиной и радиусом, имеет название, геометрический тип.

Определения Моторов

моторы имеют название, электрические характеристики

Конфигурация станка

инструменты

номер, тип из таблицы

моторы

номер, название оси, тип из таблицы

оси

название оси, длина оси, разрешение по оси (шагов на мм)
названия стандартные XYZABC

Структура команд

HP-GL Hewlett-Packard Graphics Language AutoCAD HPGL Vector Graphic Plotter File

Формат плоттера (расширение файла .plt) стандартный выходной формат **AutoCAD** и **CorelDraw** для плоттеров HP. Подходит для управления двумерным позиционированием. Может использоваться в задачах раскроя материала, нанесения изображений, гравировальные работы, фрезерование контура. Разрешение плоттера устанавливается в минимальных единица, определяющих разрешение. Единица измерения 25 мкм или 1/1016 дюйма.

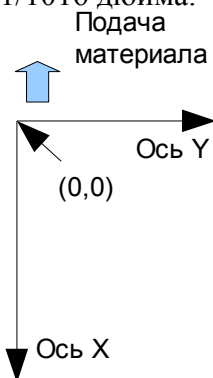


Рис. 1.1 Система координат плоттера

Таблица 1.1. Команды языка HP-GL. Подмножество команд (красным – не реализованное).

<i>Код</i>	<i>Описание работы</i>
IN	Инициализация параметров
DF	Настройки по умолчанию
IP $[x1,y1[, x2,y2];$	Задать точки привязки P1 и P2 в абсолютных единицах
SC $x1,y1, x2,y2;$	Привязка масштабирования по точкам привязки. Использование команды без параметров отменяет масштабирование.
SP n	Выбор инструмента на карусели
RO q	Поворот координатной сетки на угол q (градусов по часовой стрелке). Значения 0 или 90.
PG	Подача материала при раскрое
PT d	Диаметр инструмента в мм. (расстояние между линиями при обработке поверхности)
PU x, y	Поднять инструмент. Быстро переместить инструмент в точку x, y ; инструмента поднимается над заготовкой и позиционируется на в заданную точку. Абсолютное или относительное позиционирование в зависимости от последней инструкции PA или PR
PD $x, y, ...$	Опустить инструмент. Переместить инструмент в точку x, y линейная интерполяция. Абсолютное или относительное позиционирование в зависимости от последней инструкции PA или PR

<i>Код</i>	<i>Описание работы</i>
PA x, y, \dots	Абсолютное позиционирование
PR x, y, \dots	Относительное перемещение
AA	Движение по дуге абсолютное позиционирование
AR	Движение по дуге относительное позиционирование
CI	Движение по окружности
EA x, y	Прямоугольник. Абсолютное позиционирование
ER x, y	Прямоугольник. Относительное позиционирование. Указывается противоположный угол.
FT $n[, d[, q]]$	Способ обработки поверхности. n – тип обработки: 0 – в одну сторону, 1 – в обе стороны, 2 – параллельные линии, 3 – крестом. d – расстояние между линиями. q – угол наклона. При обработке учитывается размер инструмента, заданный командой PT
RA x, y	Обработка прямоугольной поверхности. Абсолютное позиционирование. x, y – абсолютные координаты противоположного угла.
RR x, y	Обработка прямоугольной поверхности. Относительное позиционирование. x, y – относительные координаты противоположного угла.

ПО управления обрабатывающим центром не поддерживает команды шрифтов, поддержка шрифтов не планируется (где это видно, чтобы станок вместо принтера использовали).

IN Команда инициализации

Порядок обработки команды.

1. Устанавливается режим абсолютного позиционирования.
2. Масштабирование 1:1 (SC;)
3. Угол прорисовки окружностей 5градусов
4. Инструмент поднят. Размер инструмента 0.3мм
5. Способ обработки поверхности: двунаправленный, под углом 0 град.(вдоль оси X), расстояние между линиями 1% от (P2-P1)
6. Угол поворота системы координат 0.
7. Инициализация точек привязки P1 и P2 в соответствии с размером рабочей области.

DF Команда возврата к установкам по-умолчанию

Порядок обработки команды.

1. Устанавливается режим абсолютного позиционирования.
2. Угол прорисовки окружностей 5градусов
3. Размер инструмента 0.3мм
4. Способ обработки поверхности: двунаправленный, под углом 0 град.(вдоль оси X), расстояние между линиями 1% от (P2-P1)

Таблица 1.2 Дополнительные настраиваемые параметры (параметры настраиваются в диалоговом окне перед загрузкой инструкций)

<i>параметр</i>	<i>назначение</i>
Скорость подачи	Скорость подачи при обработке в положении «инструмент опущен»(мм/с)
Скорость перемещения	Скорость перемещения инструмента в поднятом состоянии (мм/с)
Обороты	Скорость вращения шпинделя Об/мин

<i>параметр</i>	<i>назначение</i>
шпинделя	
Подъем Z	Разница между поднятым и опущенным положением.
Z	Абсолютное положение над поверхностью в поднятом состоянии.
Unit	Единица измерения 25мкм =1/1016 дюйма

Формат команд G-codes

Номер строки – не более 5 десятичных цифр (необязательный).

Буквы – название параметров при разборе и цифры (значение параметра).

Лексический анализатор

Игнорирует все пробелы. Разбор по строкам. Каждый аргумент сопровождается буквой, после которой следует значение – вещественное число. Возвращает код ошибки и заполненную структуру.

Таблица 1. Буквенные коды аргументов

<i>Буква</i>	<i>Назначение параметра</i>
A,B,C	Названия вращательных осей
X,Y,Z	Оси поступательные
G	G-код команды (инструкции позиционирования)
M	M-код (дополнительные инструкции)
N	Номер строки
D	компенсация радиуса инструмента
F	Скорость подачи
H	Относительна длина инструмента
I, J, K	Смещения по осям XYZ для обработки дуг
L	Число повторов в цикле
P	Раскручивание шпинделя
R	Радиус окружности
S	Скорость вращения инструмента
T	Выбор инструмента

Таблица 2. G-коды (красным выделены команды, которые в первой версии не реализованы)

<i>G-код</i>	<i>Описание команды</i>
G0	Быстрое позиционирование
G1	Линейная интерполяция
G2	Движение по окружности по часовой стрелке
G3	Движение по окружности против часовой стрелки
G4	Раскручивание шпинделя

G-код	Описание команды
G10	Выбор координатной системы
G17	Обработка в плоскости XY
G18	Обработка в плоскости XZ
G19	Обработка в плоскости YZ
G20	Дюймовая система
G21	Метрическая система
G28	Парковка
G30	Парковка в другом месте
G38.2	Ощупывание поверхности
G40	Окончание компенсации радиуса режущего инструмента
G41	Начало компенсации радиуса инструмента слева
G42	Начало компенсации радиуса инструмента справа
G43	Относительная длина инструмента
G49	Отменить учет длины инструмента
G90	Режим абсолютного перемещения
G91	Режим относительного перемещения
G94	
G	

Таблица 3. М-коды

М-код	Описание команды
M0	Временная остановка программы, продолжить выполнение можно кнопкой «старт»
M1	Временная приостановка выполнения команды, остановка происходит при условии выбора состояние переключателя «стоп».
M2	Завершение программы
M3	Направление шпинделя по часовой стрелке
M4	Направление шпинделя против часовой стрелки
M5	Остановка вращения шпинделя
M6	Смена инструмента
M7	Включение реле 1 (охлаждение)
M8	Включение реле 2 (пылесос)
M9	Выключить реле 1 и 2
M	
M	

M2 Команда завершения программы программы
Поведение/ Последовательность операций инициализации.

1. (G92.2) Установка настроек осей в ноль,
2. (G54) установка начальных значений смещений .
3. (G17) Выбор плоскости XY по умолчанию
4. (G90) Режим абсолютного позиционирования
5. (G94) Установка режима подачи «штуки/сек»
6. (M48) Отмена
7. (G40) Отменить поправку на размер инструмента
8. (M5) Остановка шпинделя
9. (G1) установить режим подачи
10. (M9) Отключить реле

M6 Смена инструмента

Последовательность действий при смене

1. (M5) Остановка шпинделя
2. перемещение портала к карусели смены инструмента
3. Возврат инструмента, Поворот карусели, выбор инструмента T{номер}, берется текущее значение параметра T. Ориентация шпинделя при смене инструмента может быть нарушена.
4. Перемещение портала в абсолютное положение, при котором началось выполнение команды смены инструмента.

Параметры команд

F – установить скорость подачи. Скорость подачи измеряется в мм/мин или дюймах/мин вдоль траектории движения. При использовании только вращательных координат скорость подачи измеряется в градусах/мин.

При использовании сложного движения скорость по вращательным координатам определяется как перемещение

$$D = \sqrt{dA^2 + dB^2 + dC^2}$$

за время. Время берется без учета циклов разгона и торможения.

Имеется возможность управления скоростью подачи в процессе отработки программы, увеличение и уменьшение скорости в два раза.

S – скорость вращения шпинделя, оборотов/мин (rpm)

T – выбор номера инструмента

Функции контроллера

Обмен данными между контроллером и приложением происходит путем последовательной отсылки сообщений. Каждое сообщение должно сопровождаться подтверждением со стороны контроллера. Состояние контроллера опрашивается с заданной периодичностью.

Функции контроллера

Команды контроллера EMC

1. Быстрое позиционирование в точку x,y,z ... абсолютное позиционирование
2. Переместить инструмент в точку t, x,y,z ... координаты задаются в виде смещений относительно текущего положения. Время перемещения.
3. Включить/выключить реле
4. Изменить скорость вращения шпинделя
5. Опрос состояния контроллера. номер команды, процентное выполнение команды, положение двигателей, скорость вращения шпинделя

6. Изменить тактовую частоту обработки команд (используется для ускорения или замедления процесса обработки) (применяется немедленно)
7. Задержка, ms (реализуется как отработка команды перемещения)
8. Опрос состояния датчиков (клавиатура, концевики, и пр)

Программный интерфейс контроллера:

Работу с этим интерфейсом должны поддерживать минимум два модуля. Драйвер контроллера и эмулятор работы контроллера

`CNC_device * cnc_init(CNC_device * device, «имя драйвера»)` инициализация работы драйвера устройства

`cnc_close(CNC_device * device)` завершение работы с устройством.

Работа контроллера может происходить в автономном режиме. Подключение и отключение от драйвера устройства не должно вызывать нарушений в работе контроллера.

`CNC_err cnc_get_status(CNC_device * device, CNC_status * status)` опрос состояния устройства

`CNC_err cnc_get_position(CNC_device *)` возвращает текущее положение инструмента, скорость перемещения по осям и номер команды.

`CNC_err cnc_load_cmd(CNC_device * device, CNC_block * block)` загрузка управляющей команды в очередь команд.

`CNC_err cnc_get_cmd(CNC_device * device, CNC_block * block)` устройство может не поддерживать эту команду, тогда возвращаемое значение -1

`CNC_block` – структура содержащая внутренне представление строки программы обработки.

Struct {

```
    int    line;    // номер строки в программе
    uchar  code;    // код инструкции
    int    mode;    // настройки и модификаторы команды
    double X,Y,Z,A,B,C; // абсолютное или относительное значение координат
```

};