

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ КОМПАНИИ HEIDENHAIN: СИСТЕМА ЧПУ iTNC 530

А.П. Кутьев, Е.И. Фомин (ООО "ХАЙДЕНХАЙН")

Рассматриваются характеристики, особенности, функциональные возможности и преимущества системы числового программного управления iTNC 530 производства компании HEIDENHAIN. Приводится описание основных компонентов системы управления как элементов архитектуры. Представлены вспомогательные функции и прикладные программы системы ЧПУ, упрощающие работу оператора станка.

Ключевые слова: ЧПУ, фрезерная обработка, удаленное программирование, центральный блок логики, блок управления цифровыми приводами, устройство ввода и отображения информации, высокоскоростное фрезерование, динамический контроль столкновений, программная станция.

Введение

Системы ЧПУ компании HEIDENHAIN — это многосторонние системы управления, предусматривающие как обслуживание в цеху, так и удаленное программирование, что делает их подходящими для широкого спектра задач автоматизированного производства. Контурные системы ЧПУ компании HEIDENHAIN для фрезерных и сверлильных станков, а также для обрабатывающих центров представляют собой широкий ряд изделий от простой и компактной системы управления TNC 320 до мощной iTNC 530. Новейшее поколение контурных систем управления для фрезерной обработки представлено системой ЧПУ TNC 620, выполненной на новой платформе NC-Kernel. Но именно iTNC 530 является на сегодняшний день передовой и самой мощной системой управления компании HEIDENHAIN.

Система ЧПУ iTNC 530 позволяет выполнять высокоскоростное фрезерование так же надежно, как и простую обработку. Ориентированность на работу в цеху делает возможным программирование оператором непосредственно на станке. Универсальность системы iTNC 530 подтверждает широкий спектр различных областей применения:

- высокоскоростное фрезерование;
- пятиосевая обработка с помощью поворотной шпиндельной головки и поворотного стола;
- горизонтально-расточные станки;
- обрабатываемые центры и автоматизированная обработка.

Оператор может обойтись без знания специального языка программирования или G-функций, используя разработанный компанией HEIDENHAIN язык "диалог открытым текстом". Написание программы сопровождается простыми вопросами и подсказками для оператора. Оператору также помогают ясные и однозначные символы клавиш и их обозначения, двойное назначение клавиш не используется. Альтернативный режим программирования smarT.NC намного облегчает процесс написания управляющих программ. Наглядные формы ввода данных, предварительная инициализация глобальных параметров, возможность выбора, а также однозначная графическая помощь гарантируют быстрое и дружелюбное управление. Наглядное изображение на экране отображает подсказки, диалоги, шаги программы, графи-

ку и назначение многофункциональных клавиш Softkey. Все тексты доступны на различных иностранных языках.

iTNC 530 может управлять 13 осями и шпинделем. Время обработки кадра составляет 0,5 мс. Для хранения программ используется жесткий диск. Программы для систем ЧПУ HEIDENHAIN iTNC 530 можно создавать как непосредственно на станке, так и удаленно, например, в системе CAD/CAM или используя программную станцию. Для подключения к информационной сети в системе ЧПУ iTNC 530 предусмотрен сетевой интерфейс 100 BaseT (витая пара Ethernet), гарантирующий минимальное время передачи данных даже в случае объемных программ. iTNC 530 позволяет открывать непосредственно в системе ЧПУ DXF-файлы, созданные в CAD-системе, и извлекать из них контуры и позиции обработки. Таким образом, экономится не только время программирования и отладки, но и обеспечивается точное соответствие изготовленного контура требованиям конструктора.

Аппаратное обеспечение

Аппаратная составляющая системы ЧПУ iTNC 530 включает центральный блок логики, блок управления цифровыми приводами, устройства отображения и ввода информации, а также дополнительное оборудование в виде модулей ввода/вывода, станочных пультов, электронных маховичков и т.д. Все компоненты системы ЧПУ выбираются и комбинируются в зависимости от конкретных задач применения.

Центральный блок логики MC (основной компьютер) включает процессор, ОЗУ, ПЛК, интерфейсы для подключения устройств, в том числе Ethernet и USB. Основной компьютер содержит также устройство хранения информации — жесткий диск HDR и так называемый ключ идентификации пользователя системы SIK (System Identification Key). Жесткий диск является сменным. На нем записано соответствующее ПО системы ЧПУ и предусмотрен слот для SIK-модуля, который содержит лицензию на использование ПО для активации контуров регулирования и опций системы. Центральный блок логики MC существует в двух вариантах исполнения — MC 420 и MC 422C (рис. 1). Они отличаются предлагаемым числом входов для подключения датчиков обратной связи



Рис. 1. Центральный блок логики MC 422C

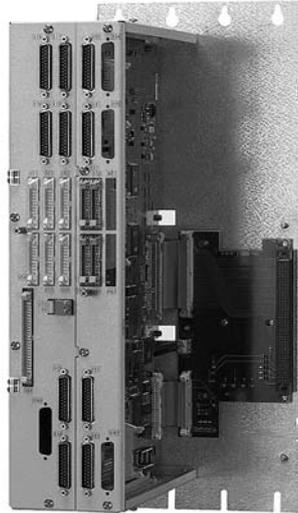


Рис. 2. СС 422 – устройство управления цифровыми приводами с 10 контурами управления

(5 ед. для MC 420 и 5/10 ед. для MC 422C) и возможным числом используемых контуров регулирования (максимум 6 ед. для MC 420 и 14 ед. для MC 422C). Стандартно для работы предлагается ОС PB HEROS. На базе MC 422C существует двухпроцессорная версия системы ЧПУ iTNC 530 (таблица), один из процессоров которой оснащен ОС Windows XP в качестве интерфейса пользователя и дает возможность запуска стандартных прикладных программ, а другой процессор занимается исключительно выполнением задач в реальном времени.

Блоки управления цифровыми приводами СС 422 (рис. 2) и СС 424В предлагаются в различных вариантах исполнения. Использовать блоки управления цифровыми приводами и основные компьютеры можно в любых сочетаниях (исключение составляет компьютер модели MC 420, к которому подключается только блок СС 422 с 6 контурами управления).

Блоки управления цифровыми приводами включают: регуляторы скорости вращения, тока, положения (только у модели СС 424В); интерфейсы подключения к силовым частям схемы, к датчикам вращения, положения (только у модели СС 424В), а также интерфейс для связи с блоком основного компьютера. Для обыч-

Таблица. Сравнительная таблица характеристик центральных блоков логики

Вариант исполнения	MC 420	MC 422C 1-процессорная версия	MC 422C 2-процессорная версия
Параметры			
Число входов датчиков обратной связи	5	0 5 10	
ОС PB HEROS	Celeron 400 МГц	Pentium III 800 МГц	
ОС Windows XP		–	Pentium M 1,8 ГГц

ных цифровых осей используются блоки серий СС 422 и СС 424В, для прямых приводов (линейных или моментных электродвигателей) используется блок СС 424В, так как имеет в своем составе регуляторы с очень коротким временем цикла. Число активированных контуров регулирования зависит от используемого СИК-модуля и соответственно от дополнительно активированных контуров регулирования, которые можно заказать отдельно.

Блок СС 422 поставляется с 6, 10 или 12 контурами регулирования. Так как блок СС 422 не имеет регулятора положения, его рекомендуется использовать с вариантами основного компьютера, имеющими входы для датчиков обратной связи. В этом случае регуляторы положения находятся на основном компьютере MC 422C (5/10 входов для датчиков обратной связи) или MC 420 (5 входов для датчиков обратной связи).

Блок СС 424В также поставляется с 6...14 контурами регулирования, имеет входы для датчиков обратной связи по скорости и положению. Совместно с данным блоком рекомендуется применять основной компьютер MC 422C, не имеющий входов подключения датчиков положения.

Отличительными особенностями блока управления цифровыми приводами СС 424В являются:

- возможность использования для электронно-цифрового регулирования прямых или обычных приводов;
- объединение в одном модуле регуляторов положения, скорости вращения и тока;
- очень короткое время цикла у регуляторов положения, скорости вращения и тока;
- минимальное время задержки внутри регулятора (отсутствие внешних интерфейсов);
- значительное усиление контура регулирования;
- высокие точность контура и качество поверхности;
- быстрая реакция на меняющиеся усилия обработки.

Устройства ввода информации в систему ЧПУ iTNC 530 представляют собой семейство клавиатур ТЕ и станочный пульт МВ 420. Клавиатуры существуют в трех вариантах исполнения ТЕ 530В, ТЕ 520В и ТЕ 535Q, которые отличаются друг от друга наличием/отсутствием сенсорной площадки ввода (touchpad) и встроенного станочного пульта. Стандартно все варианты исполнения имеют QWERTY-клавиатуру, клавиши осей, клавиши контурного управления, клавиши выбора режимов и регуляторы ручной коррекции подачи и скорости вращения шпинделя. Станочный пульт МВ 420 помимо стандартных клавиш "Старт", "Стоп" и "Аварийное выключение", имеет 21 сменную клавишу, свободно конфигурируемую с помощью ПЛК.

Устройство отображения информации реализовано на базе жидкокристаллического цветного монитора ВФ 150, имеющего диагональ 15,1 дюйма и разрешение

1024x768 пикселей. Дополнительно монитор оснащен 8 горизонтальными и 6 вертикальными многофункциональными клавишами ПЛК (рис. 3).

Если число встроенных в основной компьютер входов/выходов (56/31 ед.) недостаточно, то существует возможность расширения их числа за счет модулей PL 510 (интерфейс HEIDENHAIN), PL 550 (интерфейс PROFIBUS-DP), в сочетании с модулями PLD 16-8 с цифровыми входами/выходами и PLA 4-4 с аналоговыми входами/выходами.

К системе ЧПУ iTNC 530 предусмотрено подключение электронных маховичков типов HR 410, HR 420, HR 130 и HR 150. Электронные маховички HR 410 и HR 420 являются переносными и имеют схожую функциональность; HR 420 дополнительно оснащен цифровой индикацией, на которой отображается информация о режимах, фактическом положении, подаче, скорости вращения шпинделя и сообщения о сбоях. Электронные маховички типов HR 130 и HR 150 являются встраиваемыми и оснащены эргономичной вращающейся ручкой управления. Через дополнительный адаптер возможно подключение до трех маховичков типа HR 150.

Также дополнительно к системе ЧПУ могут быть подключены измерительные щупы производства HEIDENHAIN для измерения инструмента и заготовок.

Прикладное программное обеспечение

Система ЧПУ iTNC 530 обладает рядом функций, упрощающих работу оператора системы ЧПУ, тем самым ускоряя непосредственно процесс обработки.

Быстрое фрезерование контуров

Время обработки кадра для модели основного компьютера MC 422 составляет 0,5 мс. У модели MC 420 время обработки кадра составляет 3,6 мс. Но при использовании программной опции 9 (приобретается дополнительно) время обработки кадра можно сократить также до 0,5 мс. Это означает, что система ЧПУ за счет работы специального ПО способна фрезеровать даже контуры, аппроксимированные отрезками прямых длиной 0,2 мм, со скоростью подачи до 24 м/мин. Для согласования скорости подачи система ЧПУ iTNC 530 обладает функцией предпросмотра кадра Look Ahead, предварительно рассчитывающей геометрию контура (макс. 1024 точек). Это позволяет своевременно распознавать изменения в направлении перемещения инструмента и своевременно изменять величину подачи.

Слайн-интерполятор в iTNC 530 позволяет обрабатывать полиномы третьего порядка. Используя

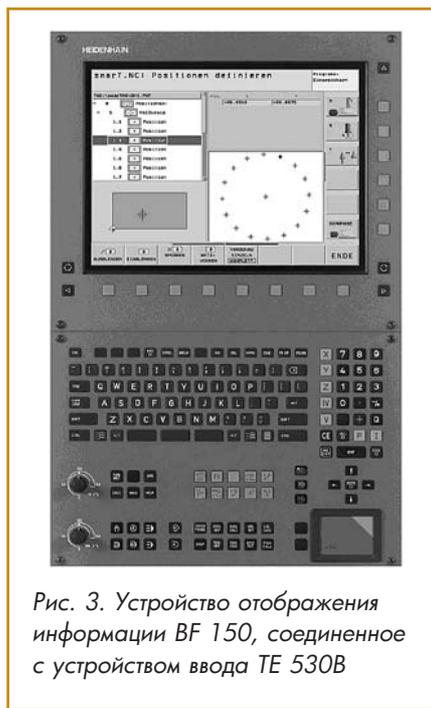


Рис. 3. Устройство отображения информации BF 150, соединенное с устройством ввода TE 530B

функцию адаптивного управления подачей AFC (Adaptive Feed Control), контурное управление регулирует скорость перемещения по траектории контура в зависимости от соответственно используемого процента мощности привода шпинделя. При этом вследствие оптимизации сокращается время обработки цикла и бережнее эксплуатируется механика станка.

Динамический контроль столкновений

Программная опция DCM (Dynamic Collision Monitoring – динамический контроль столкновений) позволяет системе ЧПУ контролировать зону обработки станка на возможность столкновений различных его компонентов. Для этого производитель станка должен определить в зоне обработки те трехмерные объекты столк-

новений, которые должны будут контролироваться системой ЧПУ при всех перемещениях рабочих органов станка, в том числе и его поворотной головки и поворотного стола. Тогда при приближении двух контролируемых на столкновение объектов друг к другу на расстояние меньше определенного интервала ЧПУ будет выдавать сообщение об ошибке. Одновременно соответствующие компоненты станка отмечаются на экране красным цветом (рис. 4). Функция контроля столкновений действует как в ручных, так и в автоматических режимах и отмечается соответствующим символом в строке режима станка. При этом необходимо учитывать следующее:

- определение потенциальных объектов столкновения (включая зажимные приспособления) является исключительной прерогативой фирмы-изготовителя станка;

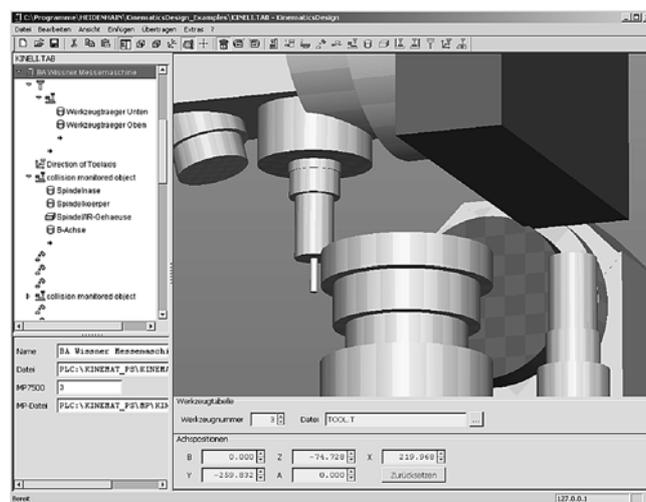


Рис. 4. Динамический контроль столкновений

- возможность столкновения частей станка (например, поворотно-наклоняемой шпиндельной головки) с заготовкой определить невозможно;
- при наличии отставания (без управления с упреждением) необходимо задавать определенный припуск для тех частей, столкновение которых возможно;
- контроль столкновений в режиме тестирования программы невозможен. Программирование трехмерных объектов столкновения производится после запуска ПО KinematicsDesign.

Программное обеспечение KinematicsDesign

ПО KinematicsDesign предназначено для программирования гибких систем кинематики станка и предоставляет удобную возможность конфигурации и внедрения системы DCM для трехмерного контроля столкновений. ПО позволяет в полном объеме составлять таблицы перекрестных ссылок и описания кинематики станка. При связи программы KinematicsDesign с системой ЧПУ в режиме on-line возможно параллельное моделирование перемещений станка и соответственно его зоны обработки в условиях действия динамического контроля столкновений при перемещениях по осям. Возникающие столкновения и подвергающиеся риску таких столкновений части определенных компонентов станка показываются на экране заданным цветом. Обширные возможности визуализации охватывают широкий спектр от показа только цепи трансформации и схематичной модели до полного отображения зоны обработки.

Система ЧПУ iTNC 530 обладает открытой функциональностью на уровне станкопроизводителя, предоставляя возможность реализовывать собственные технологии. Например, используя язык программирования Python реализовывать дополнительные функции станка или при помощи утилиты CycleDesign разрабатывать собственные циклы обработки.

Опция Python OEM Process

Опция Python OEM Process предоставляет в распоряжение изготовителя станков мощный инструмент, позволяющий использовать внутри системы управления (ПЛК) высокоуровневый язык объектно-ориентированного программирования. Легко изучаемый язык скриптов Python содержит все необходимые элементы языка высокого уровня. Опцию Python OEM Process можно универсально использовать для реализации функций станка, проведения комплексных расчетов и вывода на экран специальных интерфейсов пользователя. Благодаря этому становится

возможным эффективно внедрять, в первую очередь, особые решения, применяемые данным пользователем на данном станке. Независимо от того, будет ли пользователь использовать специальные алгоритмы для внедрения особых функций или реализовывать отдельные решения, например, создавать оболочку программы технического обслуживания станка, в его распоряжении большое число уже имеющихся библиотек, составленных на языке Python, и объекты библиотеки GTK.

ПО CycleDesign

Для постоянно повторяющихся задач обработки завод-изготовитель станка может запрограммировать собственные циклы. Пользователь будет использовать циклы фирмы-изготовителя так же, как и стандартные циклы HEIDENHAIN. При помощи устанавливаемой на ПК программы CycleDesign определяется структура управляющих циклами многофункциональных клавиш. Программа позволяет сохранять на жестком диске системы ЧПУ iTNC 530 имеющиеся в формате *.bmp вспомогательные картинки и многофункциональные клавиши.

Производитель станка имеет возможность, используя функцию управления опциями HEIDENHAIN, активировать в меню SIK-модуля системы управления собственные разработки. Для этого в его распоряжении имеется 30 опций, активируемых отдельно при помощи ключевого слова.

ПО TNCremoNT

Устанавливаемый на ПК пакет прикладных программ TNCremoNT помогает оператору станка осуществлять передачу данных между ПК и системой ЧПУ iTNC 530. Это ПО можно бесплатно скачать с сайта компании в разделе Сервис/Документация. Пакет TNCremoPlus наряду с функциями TNCremoNT дополнительно предусматривает возможность передачи содержимого экрана системы управления на ПК (Live Screen). Такая возможность обеспечивает удобный контроль за работой станка.

Программная станция iTNC 530

Программная станция iTNC 530 (рис. 5) предоставляет пользователю возможность удаленного написания и отладки управляющих программ. Программный пакет станции iTNC 530 устанавливается на ПК, монитор которого отображает интерфейс системы ЧПУ как при реальном управлении, и предоставляет привычную графическую среду. Существует два варианта исполнения программной станции: с физической и виртуальной клавиатурой. В первом случае отдельная клавиатура TE 520B подключается через USB-порт ПК. Таким

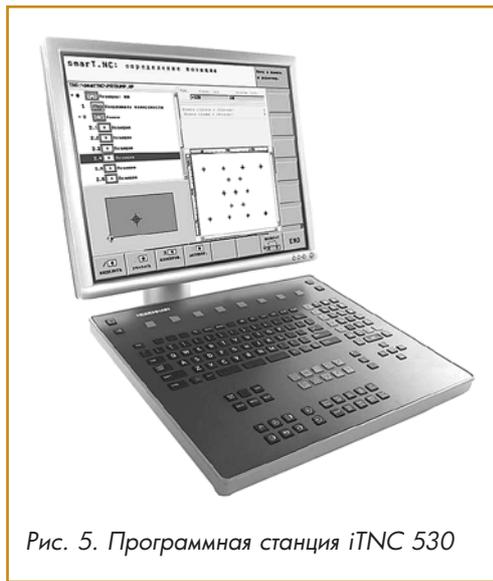


Рис. 5. Программная станция iTNC 530

образом, программирование осуществляется так же, как и на системе ЧПУ. Работа с программной станцией возможна и без физической клавиатуры, управление в этом случае осуществляется при помощи отображающейся на мониторе ПК виртуальной клавиатуры. Демонстрационная версия программной станции доступна на сайте компании, но она ограничена 100 кадрами управляющей программы.

Заключение

Описанная система ЧПУ iTNC 530 является на сегодняшний день самой мощной из систем управле-

Кутьев Анатолий Павлович — ген. директор, Фомин Евгений Игоревич — ведущий специалист отдела продаж ООО "ХАЙДЕНХАЙН".

Контактный телефон (495) 931-96-46.

E-mail: info@heidenhain.ru Http://www.heidenhain.ru

СИСТЕМЫ ЧПУ MITSUBISHI ELECTRIC: ТЕХНОЛОГИИ БУДУЩЕГО СЕГОДНЯ

ООО "ЭНСИ-ТЕХ"

Обозначены три подхода к построению систем ЧПУ, разработанные компанией Mitsubishi Electric. Кратко рассмотрены современные технологии, применяемые в системах ЧПУ, направленные на повышение производительности и качества обработки изделий.

Ключевые слова: системы ЧПУ, ОС, nano, ПК, интеллектуальные алгоритмы оптимизации, компенсация погрешностей, предотвращение столкновений.

Во всем мире компания Mitsubishi Electric широко известна как один из крупнейших производителей систем ЧПУ и электроприводов для станкостроения. Несмотря на то, что большую часть продукции ЧПУ Mitsubishi Electric производит в рамках OEM-контрактов для крупнейших мировых производителей станков, номенклатура систем ЧПУ и электроприводов, выпускаемых под своей торговой маркой, не менее обширна и впечатляет своими техническими показателями.

Вклад компании Mitsubishi Electric в мировое станкостроение характеризуют, в частности, следующие вехи, являющиеся краеугольными в истории развития данного направления:

- 2003 г. — создание системы ЧПУ класса nano;
- 1996 г. — начало продаж серии первой 64-битной серии MELDAS 600 со встроенным ПК и сетевыми возможностями;
- 1986 г. — создание серии MELDAS 300, первая в мире система ЧПУ с 32-битным процессором;
- 1981 г. — создание первой в мире токарной системы ЧПУ с интерактивных автоматическим программированием.

Архитектурные решения систем ЧПУ Mitsubishi

На протяжении многих лет компания Mitsubishi Electric выдерживает определенную стратегическую линию в части архитектуры своих систем ЧПУ, предлагая пользователю три различных подхода, каждый из которых имеет свои особенности.

1. В последнее время многие производители систем ЧПУ предлагают решения на базе промышленного компьютера (PC-based), как правило, с использованием

выпускаемых компанией HEIDENHAIN. Благодаря удобству написания управляющих программ, минимальному времени обработки кадра, высокой производительности, широкому набору вспомогательных функций и прикладных программ область применения данной системы управления достаточно обширна. iTNC 530 обладает эргономичным управлением, что подтверждает ее ориентированность на оператора станка. Таким образом, система ЧПУ HEIDENHAIN iTNC 530 является оптимальным решением в условиях современного автоматизированного производства.

ОС Windows. Не вдаваясь в нюансы данной архитектуры, отметим лишь, что в силу кажущейся доступности данное решение привлекло внимание небольших производителей, для которых компьютер стороннего производителя является аппаратной платформой. Компания Mitsubishi Electric также предлагает такое решение — модель Magic 64. Аппаратно модель выполнена в виде платы формата PCI, устанавливаемой на соответствующую шину компьютера. Плата содержит свое микропрограммное обеспечение с собственной ОС РВ и системой команд. Кроме того, в комплект поставки входит ПО для ПК с системными экранами ЧПУ, позволяющее выполнять ввод и редактирование технологических программ, программы электроавтоматики, настройки приводов, диагностики и т.п. Программа функционирует на базе ОС Windows, возможное зависание которой никак не сказывается на работе ОС РВ самой ЧПУ, выполняющей управление приводами и всеми исполнительными механизмами. ОС Windows используется только для отображения интерфейса оператора и настройки системы. Предусмотрен также набор API библиотек для создания собственных экранов, способных при необходимости полностью заменить или дополнить заводские системные экраны ЧПУ.

2. Вторым подходом, на первый взгляд схожим с описанным выше, является архитектура, которая также предусматривает использование ОС Windows в качестве основы для реализации интерфейса оператора, но не относится при этом к PC-based решениям. Особенность заключается в том, что здесь компьютер интегрирован в систему ЧПУ, а не приобретается отдельно как в предыдущем случае. Сама же система