

ПРАКТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРИМЕНЕНИЯ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ КОМПЛЕКТНОЙ СИСТЕМЫ ЧПУ СТАНКИН NC 201

Е.И. Фомин, П.А. Никишечкин (ООО «Станкин-ТПО»)

Обоснована необходимость разработки комплектной отечественной системы ЧПУ, включая программные и аппаратные компоненты. Рассмотрены архитектура и основные компоненты системы ЧПУ СТАНКИН NC 201. Предложен вариант оснащения системой ЧПУ СТАНКИН NC 201 обрабатывающего центра графитовых электродов.

Ключевые слова: комплектная система ЧПУ, архитектура, системы управления, управление обработкой графита.

В современных условиях развития промышленности все больше производителей придерживаются принципов оснащения или модернизации станочного оборудования «под ключ», то есть комплектной поставки полного набора оборудования от единого производителя. Это обуславливается в первую очередь удобством приобретения и сервисного обслуживания оборудования, а также гарантированной совместимостью компонентов между собой. На сегодняшний день существует ограниченное число отечественных предприятий, осуществляющих выпуск как программной части системы управления, так и всей аппаратной составляющей [1]. Вследствие этого актуальной задачей является создание комплектной системы ЧПУ для оснащения или модернизации станочного оборудования [2].

Компания ООО «Станкин-ТПО» является малым инновационным предприятием, деятельность которого направлена на создание и реализацию комплектной системы ЧПУ для управления широкой гаммой механообрабатывающего оборудования. На данный момент основной продукцией компании является комплектная система ЧПУ СТАНКИН NC 201, изготавливаемая в России по лицензионному соглашению с европейским производителем систем ЧПУ NCT IPARI ELEKTRONIKAI KFT (Венгрия). [3] Базовой частью системы являются объекты интеллектуальной собственности, предоставляемые по лицензионному соглашению компанией NCT, однако производство осуществляется с использованием отечественных комплектующих, а также собственных наработок в программном обеспечении. Основной целью компании ООО «Станкин-ТПО» является полное замещение зарубежных комплектующих системы отечественными разработками (в частности, разработками ФГБОУ ВПО МГТУ «СТАНКИН») как на программном, так и аппаратном уровнях системы, а также улучшение ее основных характеристик, расширение функциональных возможностей и гаммы производимого оборудования. СТАНКИН NC 201 представляет собой комплектную однокомпьютерную систему ЧПУ (рис. 1), разработанную на базе ПК промышленного исполнения и предназначенную для управления широкой гаммой механообрабатывающего оборудования.

Таблица. Технические характеристики системы ЧПУ СТАНКИН NC 201

Режимы управления	Автоматический; Ручной ввод; Управление маховиком.
Каналы, оси	Максимальное число каналов – 8 ед.; Максимальное число управляемых осей – 32 ед. (до 16 ед. на канал управления); Максимальное число шпинделей – 8 ед.
Интервалы циклов	125 мкс – периодичность цикла контроля скорости; 1 мс – время расчета интерполяционного цикла; 1 мс – время обработки кадра; 1 мс – время цикла контроля положения; 10 мс – скорость (время) доступа к базе ПЛК; 1 мс – скорость (время) доступа к оперативным функциям ПЛК.
ПЛК	Максимальное число входов – 512 ед.; Максимальное число выходов – 512 ед.; Средства диагностики и мониторинга работы ПЛК.
Интерфейсы передачи данных	EtherCAT – канал связи между ЧПУ и периферийными устройствами; EnDat 2.2 – поддержка абсолютной измерительной системы.
Типы интерполяции	Линейная – позиционирование, подача; Круговая – по секторам; С переменным радиусом – спираль Архимеда; Комплексная – круговая по 2 осям + линейная, максимум – по 14 осям; Специальная – полярные координаты, цилиндр; Нарезание резьбы – с равномерным шагом, с различным шагом; Финишная (сглаживания) – расчет кривой Безье третьей степени.
Разработка УП	G-код; Функции создания УП при помощи touch-функций и диалогов.

Основные технические характеристики системы СТАНКИН NC 201 представлены в таблице.

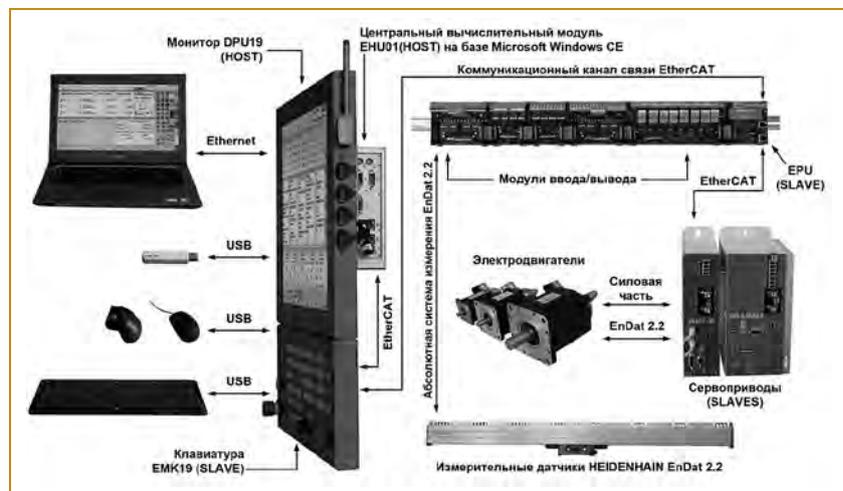


Рис. 1. Архитектура работы комплектной системы ЧПУ СТАНКИН NC 201

Центральный вычислительный модуль системы ЧПУ реализован на базе ОС PV Microsoft Windows CE и содержит терминальную часть и ядро системы управления. Программное обеспечение ЧПУ реализует все системные функции управления Windows, такие как управление файлами, мультимедиа, управление внешними устройствами (устройствами хранения данных, устройствами ввода данных, принтерами и т.д.), подключение сетевых устройств по Ethernet, удаленное управление и т.д. Устройством ввода по умолчанию является сенсорный дисплей, помимо которого по правую сторону от монитора предусмотрены четыре USB-порта произвольного назначения, через которые имеется возможность подключения дополнительных устройств ввода/вывода. На центральном модуле выполнены два разъема Ethernet. Один из них используется для подключения внешних устройств через протокол EtherCAT (сервоприводы, модули ввода/вывода и т.д.), а при помощи другого разъема можно подключить станок к локальной вычислительной сети.

Система ЧПУ СТАНКИН NC 201 использует стандартизованный протокол связи EtherCAT для взаимодействия с периферийными устройствами, такими как модули ввода/вывода, сервоприводы, а также другие стандартные внешние устройства различных производителей [4]. Параметризация EtherCAT устройств производится непосредственно из системы ЧПУ без использования внешних устройств. Система программирования ПЛК также интегрирована в систему ЧПУ и позволяет создавать и отлаживать программы на языке LD (Ladder Diagram) для реализации электроавтоматики станка. Помимо этого для создания станкостроителями собственных интерфейсов с системой поставляется язык программирования высокого уровня (Python).

Абсолютная система измерения EnDat 2.2 реализована в системе как в линейном исполнении, так и с датчиком вращения. Датчик вращения за один оборот может различать до 33554432 позиций, а для 4096 оборотов генерировать абсолютную позицию [5]. Система ЧПУ СТАНКИН NC 201 может получать как абсолютные линейные измерения, так и принимать значения с абсолютного датчика вращения на одном или нескольких оборотах, что значительно упрощает процесс реферирования станка [6].

Сервоусилители СТАНКИН NC вместе с соответствующими им синхронными и асинхронными серводвигателями представляют собой высокоточные устройства, позволяющие осуществлять высокоскоростную и высокоточную обработку, а также реализовывать наноинтерполяцию, поскольку для этих функций необходимы несколько нижних циклов управления и высокоточная быстрая регулиров-

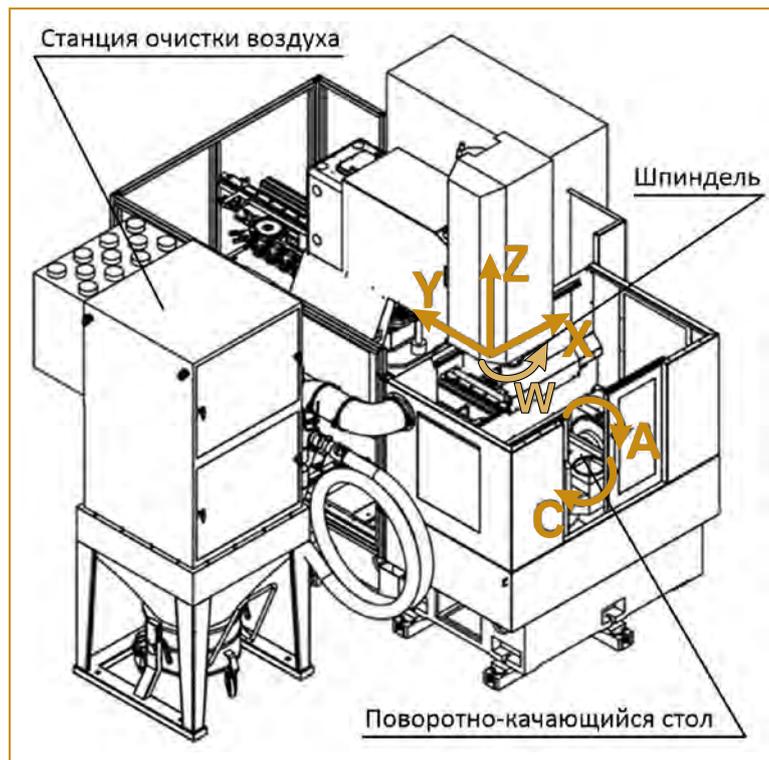


Рис. 2. Модель обрабатывающего центра по обработке графитовых электродов

ка тока и напряжения (HPSC). Короткое время цикла регулирования достигается независимо от большого числа включенных в сеть устройств, что увеличивает число одновременно управляемых осей. В качестве канала связи может использоваться как EtherCAT, так и дополнительно реализованный протокол CAN (для некоторых специальных применений).

Серводвигатели СТАНКИН NC удовлетворяют высоким динамическим требованиям современных инструментальных станков при длительном сроке службы и без потребности в уходе. Синхронные серводвигатели серии A и Ai служат в первую очередь для прецизионных приводов автоматических инструментальных станков, имеют полностью закрытое исполнение с герметично встроенными подшипниками вала, а также электрическими разъемами. Теплоотвод производится путем естественной конвекции, поэтому для двигателей не требуются вентиляторы охлаждения. Двигатели серии Ai идентичны по конструкции двигателям серии «A», однако материалом для постоянных магнитов ротора служит редкоземельный металл (неодимий или самарий-кобальт). Благодаря этому двигатели серии Ai имеют значительно больший крутящий момент, большую мощность и число оборотов, а также меньший момент инерции по сравнению с двигателями серии «A». Асинхронные серводвигатели служат для приводов шпинделей автоматических инструментальных станков и делятся на классические асинхронные двигатели (серия AiS) и компактные мотор-шпиндели (серия AMS), встраиваемые в один узел с головкой шпинделя станка.

Адаптация комплектной системы ЧПУ СТАНКИН NC 201 для обрабатывающего центра графитовых электродов

Специализированный сверлильно-фрезерно-расточной обрабатывающий центр, выпускаемый предприятием ОАО «Стерлитамак – М.Т.Е.» (г. Стерлитамак), предназначен для комплексной пятикоординатной обработки графитовых электродов, электроэрозионных координатно-прошивных станков, а также обработки с высокой точностью деталей сложной формы, выполненных из других полимерных композиционных материалов. Центр обеспечивает возможность пятикоординатной обработки деталей по классу точности А (ГОСТ 8-82 и ГОСТ 30027-93). Обрабатывающий центр может использоваться во всех отраслях промышленности, где имеются электроэрозионные координатно-прошивные станки, в том числе аэрокосмическая и оборонная отрасли, общее машиностроение, судостроение и т.п.

В обрабатывающем центре предусмотрена возможность обработки следующих поверхностей:

- вертикальных плоскостей торцовыми и цилиндрическими фрезами при горизонтальной, вертикальной подаче инструмента, а также при подаче по другой траектории;
- горизонтальных плоскостей и уступов цилиндрическими и концевыми фрезами при горизонтальной подаче инструмента. Обработка поверхностей под крышки производится при повороте стола с заготовкой;
- наклонных (под любым углом к осям координат) поверхностей цилиндрическими или концевыми фрезами;

Основные технические характеристики обрабатывающего центра

Диаметр планшайбы поворотного стола, мм.....	500
Вертикальное перемещение инструмента (Z), мм.....	450
Горизонтальное перемещение инструмента (X), мм.....	600
Горизонтальное перемещение стола (Y), мм.....	500
Поворот стола (C), гр.....	360
Качение стола (A), гр.....	-30/+110
Тип конуса мотор-шпинделя инструмента по ГОСТ Р 51726-2001 и ГОСТ 51547-2000.....	HSK-A63
Максимальная частота вращения главного привода, об/мин.....	24000
Максимальный момент главного привода, Нм.....	70
Мощность двигателя, кВт.....	16
Максимальная скорость координатных перемещений, м/мин.....	30
Предельные ускорения координатных перемещений, м/с ²	≥10
Ёмкость магазина инструментов, ед.....	24
Время автоматической смены инструмента, с.....	≤6
Число управляемых координат, ед.....	5
Максимальный крутящий момент по оси А и С, Нм.....	1500
Производительность устройства удаления пыли из зоны резания, м ³ /ч.....	2760
Эффективность очистки воздуха, %.....	99,5

- обработка торцов бабышек торцовыми цилиндрическими и концевыми фрезами;
- обработка наружных и внутренних цилиндрических поверхностей и их сегментов цилиндрическими или концевыми фрезами, включая поверхности с некруговым профилем;

— обработка наружных конических поверхностей и поверхностей иной формы профильными фрезами;

— обработка глубоких карманов концевыми фрезами при различной траектории подачи инструмента, в том числе: по эквидистанте, по винтовой линии и др.;

— обработка отверстий резцами и инструментом с большим числом режущих кромок (развертками и т.п.) в одной или нескольких стенках, в том числе с поворотом стола;

— обработка сложных поверхностей, требующих согласованных перемещений по пяти координатам (включая винтовые, сферические и т.п.). При этом заготовка закрепляется на глобусном столе.

Механическая обработка графита обрабатывающего центра реализуется посредством управления пятью управляемыми осями и шпинделем главного движения (рис. 2).

Центр имеет главный шпиндель W и пять управляемых осей: X, Y, Z — линейные оси перемещения обрабатыва-

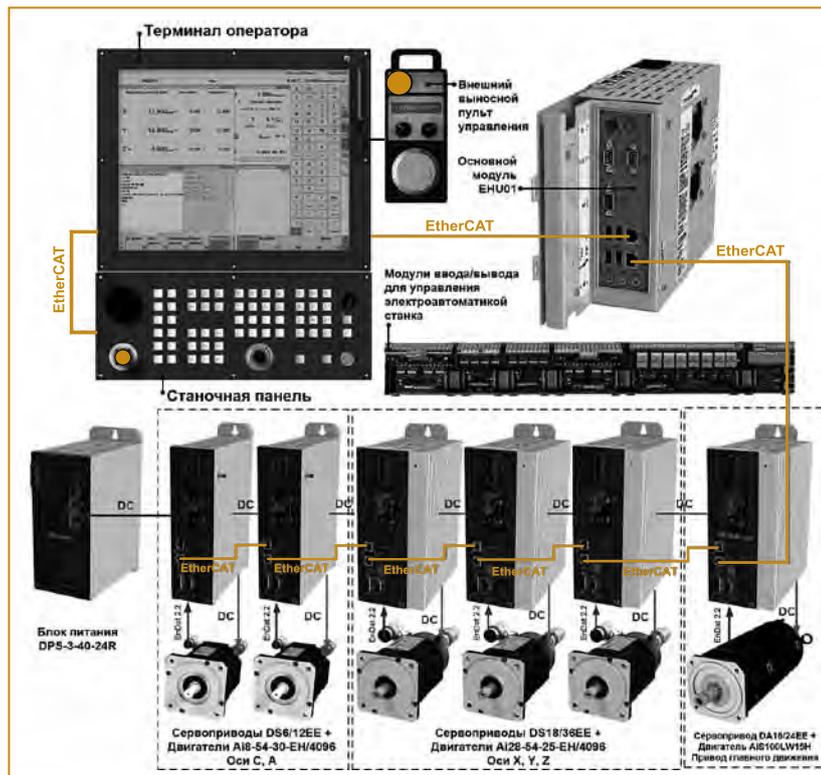


Рис. 3. Комплект оборудования СТАНКИН NC для оснащения обрабатывающего центра



Рис. 4. Опытный образец обрабатывающего центра по обработке графитовых электродов, оснащенный комплектной системой ЧПУ СТАНКИН NC 201

ющего инструмента, А и С — круговые оси, соответственно, поворот и качание стола.

Для достижения представленных технических характеристик обрабатывающего центра предлагается вариант его оснащения оборудованием комплектной системы ЧПУ СТАНКИН NC 201 (рис. 3).

Для решения основных задач мониторинга процессов обработки, выбора режима управления, ввода/редактирования управляющих программ, вызова команд электроавтоматики станка представляется терминал оператора и станочная панель. Предусмотрено подключение внешнего выносного пульта управления, с помощью которого имеется возможность контролировать процесс обработки в непосредственной близости от зоны обработки [7, 8].

Основной вычислительный модуль ЕНУ01 производит управление модулями ввода/вывода для решения задач электроавтоматики, а также реализует управления двигателями, отвечающими за координатные оси, а также главный шпиндель обрабатывающего центра.

Механообработка графита сопровождается интенсивным пылеобразованием, что требует специальных мер по охране труда оператора. Разработанный станок (рис. 4) оборудован герметичным кабинетом и станцией для очистки воздуха внутри кабинета, которые обеспечивают безопасность обслуживающего персонала. Система герметизации и очистки

обеспечивает безопасные условия работы персонала: эффективность очистки 99,5%, производительность устройства удаления пыли 2760 м³/ч. Управляющие сигналы передаются в данные системы посредством установленных модулей ввода/вывода для отработки заложенных алгоритмов.

Заключение

Комплектная система ЧПУ СТАНКИН NC 201 позволяет решать широкий спектр технологических задач, включая сложную многокоординатную обработку полимерных материалов. Технические характеристики системы управления, а также широкая гамма комплектующих позволяет осуществлять оснащение самых различных видов станочного оборудования на предприятиях, упростить процесс наладки оборудования, а также его обслуживания.

Список литературы

1. Григорьев С. Н., Мартинов Г. М. Проблемы, тенденции и перспективы развития систем числового программного управления технологических систем и комплексов // Автоматизация в промышленности. 2013. № 5. С. 4-7.
2. Мартинов Г. М., Мартинова Л. И. Анализ систем ЧПУ, представленных на Международной выставке «Металлообработка-Технофорум-2009», их новизна и особенности // Автоматизация в промышленности. 2009. № 12. С. 59-65.
3. <http://www.nct.hu/Magunk/elerhet.htm>
4. Мартинов Г. М., Нежметдинов Р. А., Никишечкин П. А. Разработка средств визуализации и отладки управляющих программ для электроавтоматики, интегрированных в систему ЧПУ // Вестник МГТУ «Станкин», №4(23). 2012. С. 134-138.
5. Кутьев А. П., Фомин Е. И. Современные технологии компании HEIDENHAIN: система ЧПУ iTNC 530 // Автоматизация в промышленности. 2010. № 5. С. 31-35.
6. Фомин Е. И. Измерительные системы компании HEIDENHAIN // Автоматизация в промышленности. 2011. № 5. С. 14-18.
7. Пушков Р. Л., Евстафиева С. В., Соколов С. В., Абдуллаев Р. А. и др. Практические аспекты построения много-терминального человеко-машинного интерфейса на примере системы ЧПУ «АксиОМА Контрол» // Автоматизация в промышленности. 2013. №5. С. 37-41.
8. Никишечкин П. А., Григорьев А. С. Практические аспекты разработки модуля диагностики и контроля режущего инструмента в системе ЧПУ // Вестник МГТУ «Станкин». №4. 2013. С. 65-70.

Фомин Евгений Игоревич — генеральный директор ООО «Станкин-ТПО»,
Никишечкин Петр Анатольевич — специалист по разработке систем ЧПУ ООО «Станкин-ТПО», аспирант
 ФГБОУ ВПО МГТУ «СТАНКИН».
 Контактный телефон (499) 973-39-58.
 E-mail: info@stankin-tpo.ru

Оформить подписку на журнал "Автоматизация в промышленности" вы можете:

- в России — в любом почтовом отделении по каталогу "Газеты. Журналы" агентства "Роспечать" (подписной индекс **81874**) или по каталогу "Пресса России" (подписной индекс **39206**).
- в странах СНГ и дальнего зарубежья — через редакцию (www.avtprom.ru).

Все желающие, вне зависимости от места расположения, могут оформить подписку, начиная с любого номера, прислав заявку в редакцию или оформив анкету на сайте www.avtprom.ru
 В редакции также имеются экземпляры журналов за прошлые годы.