

СРЕДСТВА ДИАГНОСТИКИ И НАСТРОЙКИ СЧПУ СЕРВОКОН

А.О. Тихонов, П.С. Лиханов (ЗАО "Сервотехника")

Представлена архитектура СЧПУ СервоКон. Описываются особенности используемых интерфейсов управления. Рассматриваются программные средства, предназначенные для составления конфигурации, интерактивной настройки параметров СЧПУ СервоКон, а также приводов, управляемых данным контроллером. Интерактивная настройка предполагает наличие комплекса средств, с помощью которых можно выполнить: параметрирование всех осей системы; анализ качества переходных процессов, проходящих как в СЧПУ, так и в исполнительных приводах системы; оценку комплексной динамической ошибки и быстродействия системы.

Ключевые слова: система числового программного управления, контроллер движения, сервопривод, цифровые интерфейсы, реальное время, переходный процесс, фрезерная обработка.

СЧПУ СервоКон – многофункциональная система общего применения [1], способная успешно управлять станками и манипуляторами с кинематикой исполнительного механизма простой и средней сложности (рис. 1).

СЧПУ СервоКон имеет ряд стандартных широко распространенных интерфейсов: $\pm 10V$ для управления скоростью привода; Шаг/Направление (Step/Dir), предназначенный для управления позицией преимущественно шаговых двигателей, а также ряд перспективных цифровых интерфейсов, ориентированных на управление современными сервоприводами – CAN и Ethernet PowerLink (EPL).

Основные характеристики цифровых интерфейсов

1. Высокая надежность связи. Если взять для сравнения морально устаревший интерфейс $\pm 10V$, то в условиях помех на линии связи будут присутствовать электрические, электромагнитные помехи, которые напрямую будут влиять на отклонение органа управления от заданной траектории, и влияние это тем больше, чем больше длина линии связи. Аналогично интерфейс Шаг/Направление при появлении помех получит "лишние" шаги перемещения. В результате возможна остановка системы в процессе обработки по ошибке или отбраковке обрабатываемых деталей. При использовании любой цифровой шины протокол связи за счет использования контрольных сумм и выполнения автоматических ретрансмиссий и других механизмов гарантирует доставку данных в исходном виде.

2. Широчайший диапазон регулирования. При использовании интерфейса $\pm 10V$ из заявленного разрешения ЦАП 14 бит на практике, в лучшем случае, удастся получить лишь 10 бит. При использовании же цифрового интерфейса управляемый сигнал может быть практически любого размера, что позволяет в полной мере раскрыть возможности современных прецизионных сервоприводов, глубина регулирования которых достигает 16 бит.

3. Принципиальное изменение качества управления. В рамках цикла управления появляется возможность, помимо непосредственно задания, передавать дополнительные данные, такие как форсирующие связи, для увеличения динамики работы. В свою очередь приводы при передаче обратной связи могут передавать как текущую позицию, так и текущий развиваемый момент, текущую температуру и пр. Вся полученная информация при грамотном подходе может заметно увеличить надежность работы, придать адаптивные качества обрабатываемому комплексу и обеспечить безопасность и долговечность работы.

4. Наличие различных дополнительных сервисов: в рамках одной шины связи может обеспечиваться взаимодействие между множествами сервисов. Например, параллельно выполнению обработки программы резания, приводы могут передавать отладочную информацию, выполнять настройку параметров привода. Данные возможности позволяют обеспе-

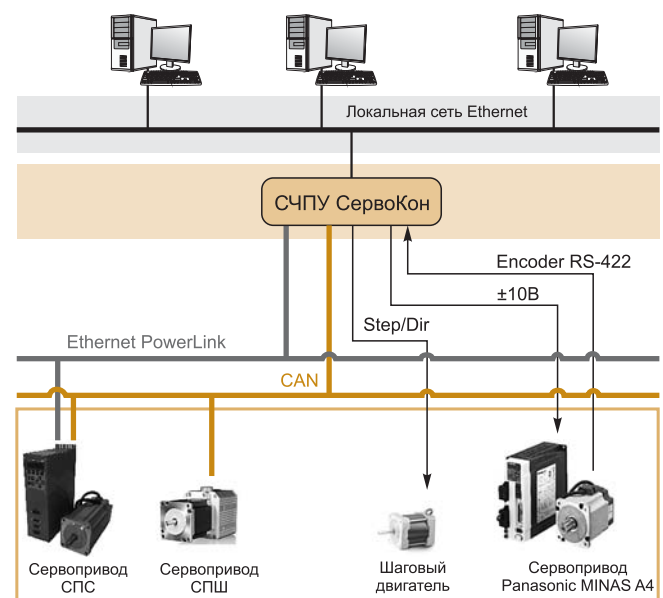


Рис. 1. Общая архитектура СЧПУ СервоКон

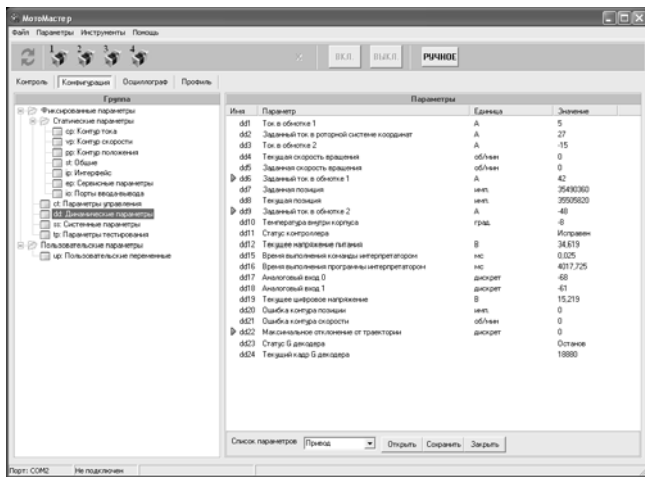


Рис. 2. Программное обеспечение МотоМастер®

чить принципиально новый уровень пусконаладочных и эксплуатационных работ.

5. Простота монтажа. Практически все современные цифровые интерфейсы выполнены по двум топологиям — кольцо и общая шина [2]. Связь выполняется исключительно по одному многожильному кабелю. По этому же кабелю идет как управление от СЧПУ к приводам, так и обратная связь в обратном направлении. В результате монтаж и диагностика целостности линии связи существенно упрощается.

В состав СЧПУ СервоКон входят два цифровых интерфейса управления CAN и EPL.

Интерфейс CAN давно зарекомендовал себя как высоконадежный протокол жесткого PB [3]. Благодаря используемому способу организации арбитража (выявления сообщения с наибольшим приоритетом при возникновении конкуренции), который реализован на аппаратном уровне. Поэтому в интерфейсе CAN удалось полностью исключить появления коллизий в шине. Данная особенность обеспечивает высокий уровень детерминизма в процессе передачи данных. К недостаткам шины CAN можно отнести относительно низкую скорость обмена (не более 1 Мбод). Поэтому максимальная частота сервоциклов управления ограничивается 1,5 кГц. Данный протокол подходит для управления станком с небольшой и средней скоростью обработки. Интерфейс CAN включен в состав СЧПУ СервоКон и реализует управление сервоприводами серии СПШ производства компании ЗАО "Сервотехника", построенными на базе шаговых двигателей [4, 5].

Протокол EPL построен на базе стандартного интерфейса Ethernet и в отличие от CAN построен по схеме мастер/слейв, при этом ЧПУ выступает в роли синхронизатора сети. EPL представляет собой перспективный интерфейс, также широко используемый в промышленности [6]. Данный протокол обеспечивает управление большим числом приводов и обеспечивает частоту следования сервоциклов до 5кГц, достаточную в подавляющем большинстве приложений высокоскоростной обработки. Протокол ориентирован

для применения СЧПУ в быстродействующих станках, таких как лазерная, плазменная резка. Применяется как в быстродействующих сервоприводах серии СПС производства компании ЗАО "Сервотехника", так и в приводах множества других производителей.

В СЧПУ СервоКон предусмотрен также второй порт Ethernet, работающий в обычном режиме и использующийся для подключения СЧПУ в локальную сеть предприятия по стандартным протоколам обмена TCP/IP для выполнения задач, связанных с настройкой и диагностикой всей системы.

Какой бы интерфейс не выбрал пользователь при настройке станка, он столкнется с рядом схожих проблем, связанных как с введением в эксплуатацию системы, так и с ее повседневным использованием.

Современная СЧПУ — это сложное и комплексное устройство, поэтому залогом успешной и эффективной эксплуатации является наличие средств диагностики и настройки. С помощью данных средств инженер-эксплуатационщик сможет составить и отладить конфигурацию СЧПУ для своего оборудования, а также быстро локализовать и устранить неисправность, возникшую в процессе эксплуатации. К числу таких неисправностей могут относиться: потеря связи с одним из приводов, перегрузка привода по моменту и т.п.

Поэтому неотъемлемой частью современной системы управления является комплекс ПО, предназначенный для настройки и анализа характеристик всех узлов, входящих в состав комплекса. В комплекте СервоКон поставляется ряд программных продуктов, позволяющих быстро и эффективно выполнить настройку и введение в эксплуатацию — ПО Мотомастер® и Сервомастер®.

Программа Мотомастер® предназначена для конфигурирования и настройки отдельных сервоприводов серий СПШ и СПС, подключенных к системе СервоКон. При этом настройка и анализ выполняются индивидуально для каждого привода (рис. 2). При этом физически достаточно подключиться только к СЧПУ, которая будет ретранслировать запросы в приводы.

ПО МотоМастер® позволяет выполнить следующие основные задачи:

- настройка режимов работы привода и анализ статистической информации (приводы имеет > 150 параметров);
- настройка ПИД-регуляторов контуров тока, скорости, позиции с помощью встроенного многофункционального осциллографа;
- разработка и отладка подпрограммы как в тестовом, так и в графическом виде. Примером программ привода могут выступить программы: специфического выхода в нулевую позицию оси станка при включении; обработки аварийных ситуаций; автономного управления каким-либо оборудованием (управление внешним реле, опрос цифровых и аналоговых датчиков, реализация технологического ПИД-регулятора).

• обновление ПО сервопривода. Приводы построены на современных и высокоскоростных DSP процессорах, которые обладают множеством ресурсов, поэтому их ПО постоянно развивается. Весь процесс обновления занимает 3 мин и выполняется по тем же шинам управления, по которым они подключены к СЧПУ.

Встроенный осциллограф имеет множество режимов работы. С его помощью можно проанализировать как быстротечные процессы (изменение токов в обмотках двигателя), так и относительно медленные процессы (переходный процесс по скорости и позиции). Осциллограф имеет несколько режимов, связанных с заданием тестовых воздействий на любой из контуров управления двигателем: ступенька (рис. 3), синус, треугольник.

Используя инженерные методы настройки ПИД-регуляторов по характеру переходных процессов, наладчик может корректно настроить работу привода.

В свою очередь ПО СервоМастер® предназначено для комплексной настройки всей системы в целом. Концепция конфигуратора СервоМастер основана на графическом представлении по аналогии с таким широко распространенными пакетами, как MathLab/Simulink и LabView, поэтому она интуитивно понятна современным инженерам. Такой подход позволяет хорошо воспринимать конфигурацию, легко выявлять допущенные ошибки, а также выполнять отладку системы (рис. 4).

В левом поле программы представлены доступные для конкретной версии ЧПУ ресурсы: контроллера движения, плат ввода/вывода, а также арифметические и логические блоки, которые могут использоваться при составлении конфигурации системы. В правой части представлен сам проект конфигурации, который для удобства восприятия может быть разбит на несколько независимых вкладок. На рис. 4 показана конфигурация оси X, привод которой управляется по скорости аналоговым сигналом $\pm 10В$. Обратная связь по текущей позиции поступает в СЧПУ через квадратурный вход. Контур позиции реализован на ПИД-регуляторе.

Конфигуратор системы является интерактивным, что позволяет подключиться к СЧПУ на лету и анализировать работу системы на всех этапах прохождения сигналов с помощью осциллографа, плottера, индикаторов и других элементов отображения. Все данные собираются и синхронизируются между собой в режиме РВ. Поэтому полученные данные могут использоваться для выполнения точного определения качества работы системы.

Для примера рассмотрим задачу уменьшения траекторной ошибки при обработке детали на портальном фрезерном станке.

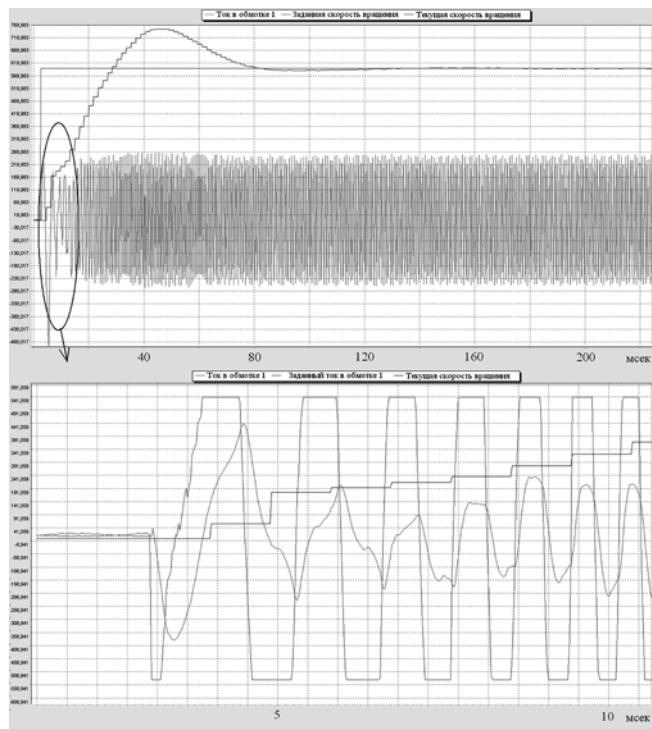


Рис. 3. Пример работы осциллографа: обработка приводом тестового воздействия ступенька

Имеем фрезерный станок, предназначенный для обработки алюминиевых и стальных деталей, построенный на базе линейных модулей STM, серийно выпускающихся компанией ЗАО "ЗМИ", укомплектованных многофункциональными сервоприводами СПШ. Одной из особенностей данного станка является использование двух модулей для перемещения оси Y, что обеспечивает высокую жесткость конструкции и точность обработки. Управление всеми осями станка выполняется по цифровой шине CAN.

На рис. 5 представлена плоттер диаграмма, снятая в плоскости XY в процессе обработки задания "Тест окружности" [7].

Сопоставив заданную траекторию с реально отрабатанной, а также возникшую траекторную ошибку

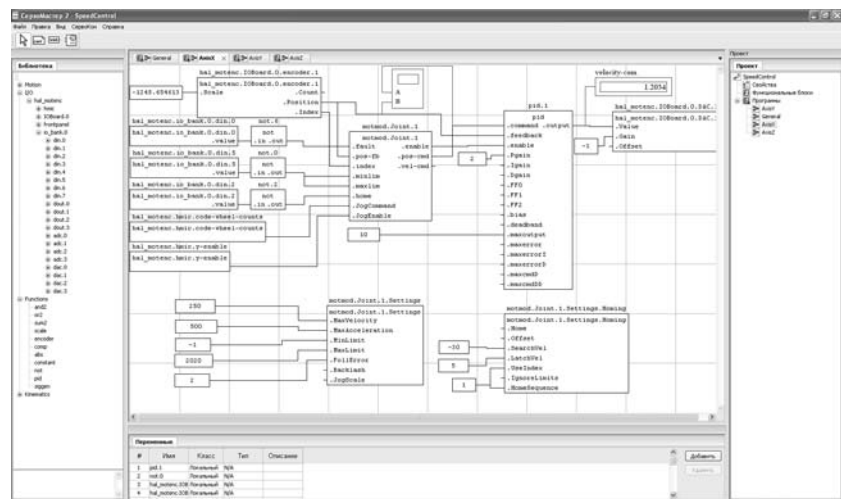


Рис. 4. Программное обеспечение СервоМастер®

(рис. 6, а) со скоростью движения по осям можно сделать вывод, что в данном случае ошибка зависит линейно от скорости. Поэтому причиной появления данной ошибки может быть неправильно настроенная форсирующая связь по скорости.

В данной конфигурации СервоКон формирует задание для приводов по позиции, все контуры управления при этом рассчитываются непосредственно в приводах. Однако для увеличения качества обработки СЧПУ формирует также и задание по скорости, которое в качестве форсирующей связи "подмешивается" к заданию контура скорости. В результате прохождение по заданной траектории осуществляется с меньшей динамической ошибкой.

После настройки коэффициента форсирующей связи по скорости оси траекторная ошибка существенно уменьшилась (рис. 5, б и рис. 6, б).

Помимо составления конфигурации и выполнения диагностики контроллера движения и всей системы в целом, программа СервоМастер® реализует множество дополнительных функций: создание резервных копий конфигурации, восстановление системы, разработка программ электроавтоматики станка, используя доступные блоки.

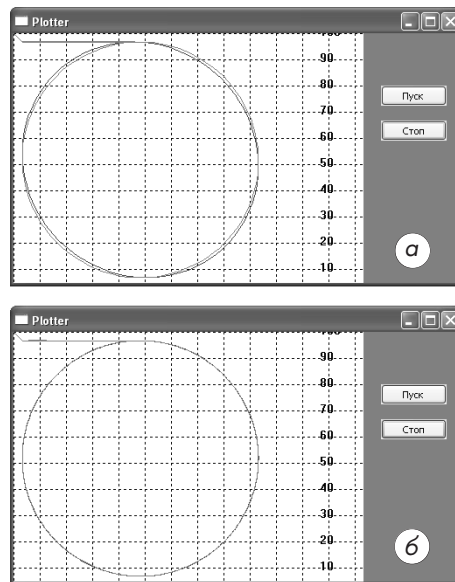


Рис. 5. Плоттер диаграмма, отображающая заданную и отработанную траектории движения в плоскости XY до (а) и после (б) настройки системы

Заключение

Современная система управления характеризуется не только реализацией эффективных алгоритмов управления исполнительными устройствами, но и наличием развитых средств настройки, анализа и

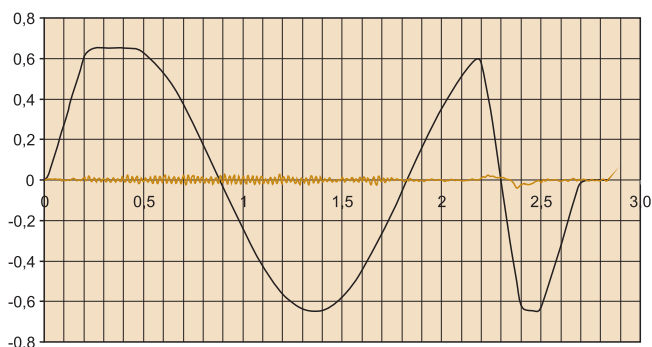


Рис. 6. Траекторная ошибка оси X до (а) и после (б) настройки системы

отладки системы. Качество работы станка не редко снижается из-за отсутствия возможности обнаружить и локализовать ошибки и неточности настройки. Наличие графического конфигуратора, развитых средств анализа, работающих в режиме РВ, заметно облегчают пусконаладочные работы и сервисное обслуживание оборудования под управлением современных СЧПУ.

За счет использования цифровых интерфейсов управления современные приводы могут оперативно передавать в СЧПУ не только основные данные, такие как текущая позиция и скорость, но и дополнительную информацию, например, развиваемый приводом момент, температуру двигателя и силовых ключей, напряжение питания, значение портов ввода и др. Наличие по-

добной информации позволяет проанализировать работу приводов во всех режимах работы системы и выявить узкие места, продлив тем самым срок службы исполнительных устройств. Помимо этого наличие подобной информации помогают СЧПУ повысить безопасность работы системы за счет выдачи соответствующих предупреждений или выполнения аварийного останова при выходе параметров привода на предельные значения, а также реализовать в СЧПУ дополнительные алгоритмы адаптивного управления.

Список литературы

1. Тихонов А.О. Система ЧПУ СервоКон – экономичное решение для управления портальными станками // Автоматизация в промышленности. 2010. №5.
2. Любашин А.Н. Промышленные сети // Мир компьютерной автоматизации. 1999. №1.
3. Третьяков С.А. CAN – локальная сеть контроллеров // Электроника. Минск. 1998. №9.
4. Тихонов А.О., Цывинский М.М. Эволюция приводов на базе шаговых двигателей // Control Engineering. 2007. №7.
5. Щербаков В.Л., Тихонов А.О. Универсальный сервопривод СПШ10 // Автоматизация в промышленности. 2009. №1.
6. Доплингер А.Н. Протоколы промышленных сетей. // Электронные компоненты. 2008. №5.
7. Мартинов Г. М., Трофимов Е.С. Модульная компоновка и построение прикладных приложений диагностики систем управления // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. 2008. №7.

Тихонов Андрей Олегович – канд. техн. наук, руководитель отдела исследований и разработок,
Лиханов Павел Сергеевич – ведущий программист ЗАО "Сервотехника".

Контактный телефон (495) 984-25-64.

E-mail: tikhonov@servotechnica.ru, lihanov@servotechnica.ru