

СИСТЕМЫ ЧПУ ОТ ЗАРУБЕЖНЫХ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ

РЕШЕНИЯ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ МЕТАЛЛООБРАБАТЫВАЮЩИХ СТАНКОВ НА ОСНОВЕ ИННОВАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ЧПУ

Дж. Бретшнайдер (Siemens AG)

Представлены возможности новейших разработок компании Siemens в области систем с ЧПУ семейства Sinumerik: функции пространственной компенсации (Volumetric Compensation System) для повышения точности при работе станка, контроля переднего положения (Advanced Position Control) для повышения производительности, инструменты Sinumerik Ctrl-Energy для снижения энергопотребления станка и Sinumerik MDynamics для отличных результатов фрезерования. Описана услуга Mechatronic Support, позволяющая средствами компьютерного моделирования анализировать и оптимизировать характеристики обрабатываемого станка.

Ключевые слова: ЧПУ, станок, виртуальная модель, точность, динамика обработки, производительность, энергопотребление.

Для разработки станков, удовлетворяющих современным требованиям в отношении производительности, точности и экономичности, недостаточно автоматизировать заданную механической конструкцией концепцию станка и оптимизировать ее посредством приведения в соответствие функций управления и привода. Напротив, инновационный, экономически эффективный станок может возникнуть лишь тогда, когда вся мехатронная система, состоящая из механических компонентов станка, двигателей, приводов, систем измерения, а также систем управления и регулировки, моделируется, испытывается, анализируется и оптимизируется уже на этапе конструирования с помощью компьютера. С помощью услуги Mechatronic Support компания Siemens оказывает поддержку станкостроителям путем осуществления моделирования работы станков и предложений по оптимизации их конструкций, в результате чего на рынке появляются станки с большей производительностью, сокращаются сроки их создания и внедрения.

Компания Siemens продолжает развивать автоматизированную систему с ЧПУ семейства Sinumerik. В ее новых версиях появляются функции и технологии для повышения производительности, точности, энергоэффективности и коэффициента использования станков. В настоящей статье последовательно пред-

ставлены: функции пространственной компенсации (Volumetric Compensation System) для повышения точности при работе станка, контроля переднего положения (Advanced Position Control) для повышения производительности, инструменты Sinumerik Ctrl-Energy для снижения энергопотребления станка и Sinumerik MDynamics для отличных результатов фрезерования.

Siemens Mechatronic Support – мехатронная оптимизация станка на этапе конструирования

Производители металлообрабатывающих станков должны последовательно выполнять требования заказчиков в отношении прецизионности станков, их динамики, гибкости и снижения стоимости жизненного цикла. Один из секретов успеха производителей станков заключается в модельной оптимизации уже на этапе конструирования, когда станок существует еще только на компьютере в программе CAD.

Компания Siemens предлагает своим заказчикам услугу Mechatronic Support для моделирования работы разрабатываемого станка. Типовые характеристики станка могут быть протестированы экспертами компании Siemens на виртуальной модели перед началом фактической постройки станка, а также модифицированы и оптимизированы вместе с производителем станков. Этот процесс может даже полностью вытеснить за ненадобностью этап создания реального опытного образца, требующий больших затрат времени и средств. Виртуальная модель состоит из динамической модели станка (например, из модели, созданной методом конечных элементов), электронной системы управления и привода, а также модели процесса для технологии фрезерования. Виртуальная модель делает возможным выполнение анализа и совершенствования основных характеристик нового станка. В качестве сервисной услуги в рамках Mechatronic Support создается виртуальная модель станка, разрабатываемая заказчиком. Для этого про-



Рис. 1. Автоматизированная система с ЧПУ Sinumerik 840D sl

Лучший способ создать новые идеи - выйти за пределы человеческого воображения.

Б.Вербер

изводитель станков предоставляет компании Siemens данные для автоматизированного проектирования станка. В идеальном случае это происходит на раннем этапе конструирования, когда существует возможность сравнить и оценить варианты с минимальными издержками в процессе моделирования.

Любые виды анализа, проведение которых обычно возможно только на реальном опытном образце нового станка, теперь проводятся с помощью компьютера на виртуальной модели. Целью является улучшение технических характеристик, ожидаемых от нового станка.

Показания, которые выдает Siemens Mechatronic Support на основе виртуальной модели станка:

- максимальное ускорение оси станка (важен для времени обработки);
- режим позиционирования;
- поведение при задающем воздействии/поведение при возмущающем воздействии;
- возможный коэффициент усиления регулятора;
- статическая и динамическая (частотная характеристика упругости) жесткость;
- точность геометрической формы окружности;
- анализ важных видов собственных колебаний;
- влияние монтажа станка и его фундамента;
- влияние средств коммуникации к измерительной системе станка;
- карты стабильности для фрезерования (определение глубины резания);
- время обработки тестовых заготовок и качество их поверхностей.

Функция Volumetric Compensation – повышение точности при работе станка

Требование к точности позиционирования металлообрабатывающих станков во всей рабочей зоне (или объемная точность) постоянно возрастает и уже не может быть удовлетворено классической компенсацией погрешности шага шпинделя или прогиба. Для достижения более высоких классов точности сначала необходимо добиться очень высокого качества механического изготовления компонентов станка и монтажа самого станка. Однако, если высокая объемная точность достижима при наличии экономически целесообразных затрат, то использование новейших методов компенсации с точки зрения техники автоматического управления является неременным условием. С помощью функции Volumetric Compensation System (VCS) системы управления Sinumerik 840D sl можно ощутимо сократить число остаточных погрешностей при позиционировании в рабочей зоне.

Каждая ось подачи координатного металлообрабатывающего станка в соответствии со стандартом ISO

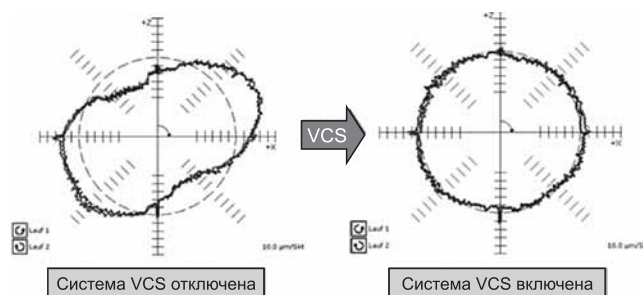


Рис. 2. Повышение объемной точности благодаря системе VCS – тест на круговую сходимость

230—1 имеет шесть типов отклонений, влияющих на отклонение позиции от центра инструмента (Tool Center Point) и ориентированное отклонение инструмента: линейная погрешность позиционирования; вертикальная погрешность прямизны; горизонтальная погрешность прямизны; погрешность качения; погрешность ныряния; погрешность рыскания.

У координатных станков сюда же относятся три вида погрешностей ортогональности осей, так что в полноценной реальной модели погрешностей у станка с тремя осями на центр инструмента (TCP) влияет 21 вид погрешностей. Эти погрешности центра инструмента у станка с тремя осями создают как смещение положения упорного центра инструмента, так и ориентированное отклонение закрепленного инструмента.

У станка с тремя осями объемные погрешности центра инструмента исправляются с помощью функции VCS. У двухстоечных продольно-фрезерных станков с пятью осями с вращающейся качающейся головкой также есть возможность уменьшить погрешность ориентирования инструмента. Благодаря применению системы VCS производитель станков может достичь высокой объемной точности позиционирования во всей рабочей зоне своего станка. Тест на круговую сходимость может проводиться с помощью системы VCS в любой точке рабочей зоны, а также в различных плоскостях с постоянно растущей точностью контура (рис. 2).

Функция Advanced Position Control – увеличение динамики обработки

Секрет станков большой производительности заключается преимущественно в способности осей подачи выполнять движения с высокой динамикой и точностью. Система Advanced Position Control (APC) от Siemens позволяет значительно увеличить динамику осей подачи за счет гашения колебаний. Новый метод APC представляет собой ошутимое расширение классического ступенчатого регулирования – положение/число оборотов (рис. 3).

С помощью APC можно, прежде всего, значительно увеличить максимальный темп ускорения оси (максимально допустимое изменение ускорения). Традиционные регулировки ограничены резонансными колебаниями металлорежущего станка, то есть если на станок действует нежелательное резонанс-



Без APS	С APS
Ось X: $K_v = 1,5$ м/мин/мм	Ось X: $K_v = 5$ м/мин/мм
Ось Z: $K_v = 1,5$ м/мин/мм	Ось Z: $K_v = 5$ м/мин/мм

Рис. 3. Наличие системы APS позволяет увеличивать значение коэффициента K_v и, как следствие, повышать динамику обработки и темп ускорения оси

ное колебание его механической части, то с помощью снижения значения темпа ускорения в системе управления уменьшается ее возбуждение. Снижение происходит так долго, как это необходимо для достижения требуемой точности.

Благодаря целенаправленному демпфированию резонансных колебаний с помощью системы APC может быть установлено как более высокое значение темпа ускорения при чистовой обработке, так и более высокая подача инструмента к материалу при черновой обработке, что одновременно приводит к увеличению производительности. Кроме этого, система APC, как правило, делает возможным значительное увеличение значения усиления позиционного регулятора (коэффициент K_v), что влечет за собой преимущества в качестве обработки и производительности именно для металлообрабатывающих станков (рис. 3).

Система APC функционирует за счет того, что частоты, подлежащие гашению, отфильтровываются из измеряемых значений скорости к массе нагрузки и накладываются на заданное значение скорости с отрицательной обратной связью.

Система Sinumerik Ctrl-Energy – снижение потребления энергии машины

Самые различные исследования по энергопотреблению металлообрабатывающих станков делают заключение: имеющаяся на рынке приводная техника позволяет достигать высокого уровня экономии энергии у осей подачи и шпинделей. Однако многие машины, особенно универсальные обрабатывающие центры имеют большую мощность привода, чем это требуется для конкретной обработки на предприятии

заказчика. Вспомогательные агрегаты, такие как кондиционер приборного шкафа, блок смазки, насос для охлаждающей жидкости, установка аспирации воздуха, стружечный транспортер, узел подготовки сжатого воздуха и т. д. приводят к увеличению основной нагрузки примерно на 50 % от суммарной потребляемой мощности станка и вместе с тем делают станок очень неэкономичным, особенно из-за простоев. При более внимательном рассмотрении видно, что вспомогательные агрегаты в интересах низкой покупной цены редко имеют управление от двигателей высоких классов эффективности, а кроме того, лишь в редких случаях имеют преобразователь частот (рис. 4).

Для разработки будущих энергосберегающих металлообрабатывающих станков с системой Sinumerik Ctrl-Energy компания Siemens предлагает заказчику не отдельную систему, а широкий спектр решений для энергоэффективной эксплуатации таких станков, состоящий из компонентов привода и двигателя, функций ЧПУ и привода, программных решений для компьютера, а также услуг Sinumerik Manufacturing Excellence.

С помощью простой и легко запоминающейся комбинации клавиш "Ctrl+E" на панели управления система Sinumerik позволяет быстро оценить энергопотребление станка, а также управлять энергопотреблением во время простоя. Системы привода Sinamics S120 делают возможным динамическое управление энергопотреблением в промежуточном

контуре и высокоэффективную рекуперацию энергии в сеть. Благодаря этому полученная энергия торможения не преобразуется в тепло с помощью тормозных сопротивлений, а сохраняется, прежде всего, в промежуточном контуре и по желанию возвращается в сеть. Приводы Sinamics и двигатели Siemens последовательно разработаны с соблюдением аспектов энергосбережения. Таким образом, встроенные приводные модули Siemens достигают очень высокого КПД – 97...99 %. При наличии КПД до 94 %

у синхронной и до 91 % у асинхронной техники спектр электродвигателей Siemens является базой для особо энергосберегающих концепций станков.

Системы привода Sinamics S120 делают возможным автоматическое уменьшение потока в режиме частичной нагрузки асинхронных шпинделей и за счет этого сокращают бесполезные тепловые потери. С помощью интеллектуальных модулей питания и рекуперации преобразователей Sinamics S120 реактивная мощность всего станка может быть полностью компенсирована, так что конечному пользователю не понадобятся дополнительные дорогостоящие устройства компенсации реактивного тока.

Модуль Active Line (ALM) системы Sinamics позволяет компенсировать весь реактивный ток метал-



Рис. 4. Система Sinumerik Ctrl-Energy – основа для энергосберегающих металлообрабатывающих станков

лообработывающего станка. Таким образом улучшается качество электроустановки с точки зрения экономии электроэнергии.

Система Sinumerik MDynamics – отличные результаты фрезерования

Sinumerik MDynamics объединяют все опции и функции системы управления Sinumerik для фрезерной обработки. Важнейшей составной частью является функция Advanced Surface, базирующаяся на инновационном управлении движением, которое самостоятельно снижает негативные динамические эффекты, обычно ухудшающие качество поверхности или точность контура при фрезеровании. Традиционными способами эти негативные эффекты могут быть снижены только с помощью дорогостоящей, специфической для определенных деталей оптимизации программы ЧПУ и подбором параметров изготовления. Применяя функцию Advanced Surface, можно отказаться от потерь качества и трудоемкой специфической для определенных деталей оптимизации. Это будет не в последнюю очередь способствовать экономии времени и повышению производительности – особенно при изготовлении отдельных деталей и небольших серий, так как с помощью такого "интеллектуального" управления движением во многих случаях становится возможным вместе с растущим в целом качеством изготовления сократить время закрепления детали.

Одним из ключевых технологических моментов системы MDynamics является функция ЧПУ Orison (Orientation Smoothing on). Она расширяет движение пяти осей для выравнивания ориентации инструмента, что приводит к очень гармоничному ведению ин-

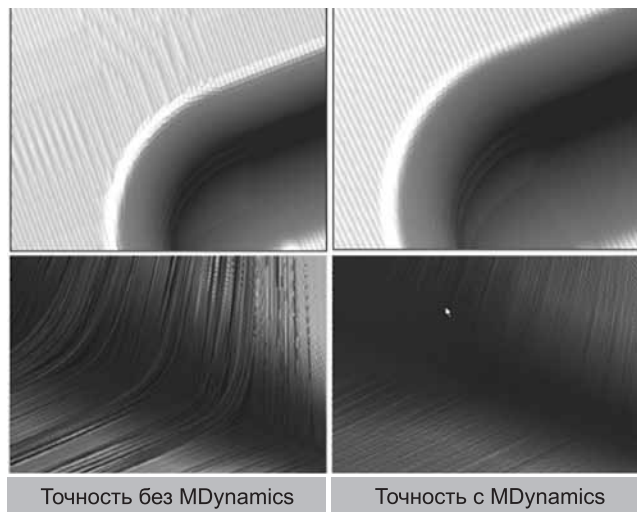


Рис. 5. Повышение точности обработки и производительности с помощью MDynamics

струмента даже при типичных для обработки в пяти осях изменениях положения инструмента. С помощью функции Orison можно избежать движений станка, похожих скорее на рывки, и тем самым возбуждения вследствие резонансных колебаний станка. Благодаря этому качество поверхностей и непрерывность обвода контура возрастает, а благодаря гармонизированному ведению инструмента ставшая свободной динамика станка увеличивает мощность подачи. При заказе ЧПУ с пакетом опций и технологий Sinumerik MDynamics функция ЧПУ Orison подключается и активируется прямо на заводе. Таким образом гарантируется высочайшая динамика уже с первого часа работы станка (рис. 5).

*Бретшнайдер Джон – д-р техн. наук, Siemens AG, Промышленный сектор.
Контактный телефон (495) 737-20-86.
[Http://www.siemens.com/sinumerik](http://www.siemens.com/sinumerik)*

Schindler Escalator создает цифровые прототипы с помощью решений Autodesk для машиностроения

Компания Schindler, один из ведущих мировых производителей лифтов, эскалаторов и бегущих дорожек, применяет технологию цифровых прототипов Autodesk для сокращения расходов и снижения рисков при замене и модернизации эскалаторов в зданиях. Благодаря поддержке специалистов Autodesk по консалтингу компания смогла расширить круг используемых продуктов, развернув в своих подразделениях Autodesk Navisworks и Autodesk Showcase.

Чтобы выполнить расчеты и анализ для эскалатора, устанавливаемого на одном из железнодорожных вокзалов Вены, специалисты Schindler перенесли цифровой прототип механизма из Autodesk Inventor в программный продукт Autodesk Navisworks, который предназначен для проверки проектов и обеспечивает интеграцию данных различных форматов в единую 3D-модель. Это позволило инженерам совместить данные лазерного сканирования окружающей обстановки с цифровыми моделями эскалатора и создать более точную виртуаль-

ную модель всего вокзала. В Navisworks был смоделирован процесс монтажа эскалатора, произведен расчет требуемого для механизма пространства и определен порядок его разделения на узлы перед монтажом на месте. Чем большей разборке подвергается изделие перед установкой, тем выше дополнительные расходы, поэтому исследование вариантов в цифровом формате значительно снизило стоимость процесса.

Для создания высококачественной презентации по результатам работ, произведенных в Navisworks, проектная группа использовала Autodesk Showcase. Специалисты Schindler продемонстрировали эту презентацию, виртуально отражающую процесс монтажа механизма, партнерам; это позволило сэкономить время, средства и снизить риск повреждения других конструкций. Такие презентации будут ценными и при демонстрации заказчикам: они видят, как будет происходить монтаж, и убеждаются в том, что неудобства сведены к минимуму.

[Http://www.autodesk.ru](http://www.autodesk.ru)