

СИСТЕМА ЧПУ SIEMENS SINUMERIK 840D КАК ОСНОВА АВТОМАТИЗАЦИИ СОВРЕМЕННОГО АВИАСТРОИТЕЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА

В.В. Плихунов, А.В. Коваленко (ОАО «Национальный институт авиационных технологий»)

Рассмотрена возможность использования одной системы ЧПУ на разных видах технологического оборудования. Перечислены основные требования к такой системе. Приведены примеры использования систем ЧПУ Siemens SINUMERIK 840D на современном технологическом оборудовании.

Ключевые слова: система управления, ЧПУ, технологическое оборудование, привод, адаптация.

Авиационная и космическая промышленность являются одними из основных потребителей сложного и высокоточного технологического оборудования, номенклатура которого не ограничивается металлорежущими станками и многокоординатными обрабатывающими центрами. На предприятиях авиационно-космической отрасли широко используются комплексы лазерной резки и сварки, установки электронно-лучевой сварки и пайки, а также ряд других станков и установок, реализующих ТП как с механическим, так и немеханическим воздействием на заготовку. Внедрение многих из этих процессов стало возможным благодаря появлению систем управления и автоматизации производства, поскольку такие процессы являются быстротекущими или имеют большой набор параметров, что делает невозможным ручное управление ими.

Коммерческие системы управления (далее пойдет речь о системах ЧПУ, поскольку они обладают наиболее полным набором функций, необходимых для обеспечения работы сложного технологического оборудования), выпускаемые ведущими фирмами, ориентированы в основном на механообрабатывающие станки. Поэтому производителям других видов технологического оборудования, таких как электронно-лучевые установки, комплексы лазерной и плазменной обработки и т. п., приходится разрабатывать собственные системы управления, зачастую имеющие значительные отличия от коммерческих образцов [1]. Данный факт вызывает определенные неудобства при эксплуатации и обслуживании такого оборудования, что особенно актуально в условиях крупного производства, использующего большое число разных видов технологического оборудования.

Для решения данной проблемы в ОАО «Национальный институт авиационных технологий» (ОАО НИАТ) была предложена концепция использования на всем технологическом оборудовании единой коммерческой системы ЧПУ, адаптируемой при необходимости для использования на конкретном станке или установке [2]. В этом случае управление ТП осуществляется при помощи осей системы ЧПУ — переменных, параметры изменения которых задаются в управляющей программе, а текущие значения рассчитываются при помощи интерполятора (в коммерческих системах ЧПУ этим переменным соответствуют исполнительные органы станка, осуществляющие перемещения инструмента или заготовки). При этом оси системы ЧПУ можно разделить на два типа:

— геометрические, значение которых соответствует положению определенных исполнительных органов, измеренному относительно одной из осей координат пространства, и является его управляющей величиной;

— физические, управляющие определенными параметрами технологического воздействия на обрабатываемую деталь с помощью некоторого физического процесса, применяемого в данном типе технологического оборудования [3].

Синхронное управление всеми осями достигается за счет их одновременной интерполяции в рамках единой системы ЧПУ.

В процессе исследований была выбрана система ЧПУ SINUMERIK 840D производства фирмы Siemens (Германия). Это обусловлено тем, что данная система ЧПУ построена по архитектуре PCNC [4], что позволяет интегрировать в нее дополнительные компоненты, и поддерживает ряд функций, необходимых для высокоточной многокоординатной обработки (пятикоординатная трансформация, геометрическая и температурная коррекция, коррекция инструмента и т. п.). Дополнительным аргументом в пользу такого выбора послужил тот факт, что системы ЧПУ фирмы Siemens давно и широко используются в авиационной и космической промышленности.

Одним из первых станков, на котором была применена концепция «универсальной системы ЧПУ», является опытный образец пятикоординатного об-



Рис. 1. Пятикоординатный обрабатывающий центр MC-300M с магазином инструментов на 24 позиции



Рис. 2. Установка лазерно-плазменной обработки поверхности MC-300 «Лазер»



Рис. 3. Установка электронно-лучевой сварки ЭЛУ-08КП-ИРЗ

рабатывающего центра MC-300, разработанный совместно ОАО НИАТ, ОАО НИПТИ «Микрон» и ОАО «Красный пролетарий» [5], а также его модернизированная версия MC-300 М, усовершенствованная специалистами ОАО НИАТ (рис. 1).

Основное предназначение обрабатывающих центров MC-300 М — высокоскоростная механическая обработка деталей сложной формы (лопаток турбин,



Рис. 4. Установка дробеударного формообразования УДФ-4 на сборочном участке ОАО НИАТ

моноколес, корпусных деталей, пресс-форм, штампов и т.п.) из алюминиевых и титановых сплавов, а также конструкционных сталей.

Обрабатывающие центры MC-300 М выполнены по схеме с вертикальным расположением шпинделя консольного типа, способного перемещаться по трем линейным осям (X, Y, Z), при этом обе поворотные оси (B, C) реализованы на глобусном столе также консольного типа. Данные обрабатывающие центры укомплектованы магазином инструментов на 16 или 24 позиции.

На обрабатывающих центрах MC-300 М установлена система ЧПУ Siemens SINUMERIK 840D линейки power line в совокупности с набором приводов SIMODRIVE 611D. На данном технологическом оборудовании SINUMERIK 840D используется полностью в заводской комплектации. Для обеспечения работы многокоординатного центра в системе активированы такие функции, как: пятиосевая трансформация, сплайновая интерполяция, интерполяционная коррекция и коррекция прогиба, температурная коррекция, коррекция радиуса и длины инструмента, а также ряд других.

На базе MC-300 М в ОАО НИАТ был создан экспериментальный образец установки лазерно-плазменной обработки поверхности MC-300 «Лазер» (рис. 2) [6]. Кинематически он полностью аналогичен MC-300 М за исключением того, что шпиндель был заменен на источник лазерного излучения, а магазин инструментов исключен из конструкции. На MC-300 «Лазер» также установлена система управления SINUMERIK 840D линейки power line и привода SIMODRIVE 611D, однако в отличие от MC-300 М в данную версию системы ЧПУ были внесены значительные изменения. В частности, специалистами ОАО НИАТ был разработан блок управления параметрами лазерного излучения, который был интегрирован в систему ЧПУ. Также в интерпретатор управляющих программ системы ЧПУ был добавлен ряд M-команд, предназначенных для управления работой вышеописанного блока.

Другим видом технологического оборудования являются установки электронно-лучевой сварки и пайки, в частности, коммерческие установки ЭЛУ-08 КП [7] и ЭЛУ-08 КП-ИРЗ (рис. 3), созданные в ОАО НИАТ по заказу предприятий ракетно-космической отрасли в 2010–2012 гг.

Основное назначение данных установок — сварка деталей из алюминиевых и титановых сплавов, при этом сварной шов может иметь сложную форму, а толщина свариваемых деталей варьируется от нескольких десятых до нескольких десятков миллиметров.

На установках используются системы ЧПУ SINUMERIK 840Di (ЭЛУ-08 КП) и SINUMERIK 840D (ЭЛУ-08 КП-ИРЗ) обновленной линейки solution line, а также привода SINAMICS

Таблица. Конфигурации систем управления для технологического оборудования производства ОАО НИАТ

Модель оборудования	Система ЧПУ	Привода	Оси системы ЧПУ		Реализация физических осей
			Геометрические	Физические	
МС-300М	SINUMERIK 840D power line	SIMODRIVE 611D	8	0	–
МС-300 «Лазер»	SINUMERIK 840D power line	SIMODRIVE 611D	5	4	Программно-аппаратная
ЭЛУ-08КП	SINUMERIK 840Di solution line	SINAMICS S120	2	4	Программная
ЭЛУ-08КП-ИРЗ	SINUMERIK 840D solution line	SINAMICS S120	2	4	Программно-аппаратная
УДФ-4	SINUMERIK 840D solution line	SINAMICS S120	5	0	–

S120, пришедшие на замену снятым с производства SIMODRIVE 611D. Обе системы ЧПУ были адаптированы для использования на данном виде технологического оборудования, в частности, для ЭЛУ-08 КП специалистами ОАО НИАТ разработан и изготовлен блок управления параметрами электронно-лучевой пушки. В ЭЛУ-08 КП-ИРЗ используется аналогичный блок, базирующийся на оборудовании фирмы Pro-Beam Systems GmbH и имеющий ряд отличий от примененного в ЭЛУ-08 КП.

Помимо этого, в ОАО НИАТ была разработана и изготовлена установка дробеударного формообразования УДФ-4 (рис. 4), поставленная на Иркутский авиационный завод — филиал ОАО «Корпорация «Иркут»» в 2012 г. Основные рабочие органы установки — дробеметный аппарат контактного типа ЗД400 М и зачистная головка ЗГ-3 были разработаны и изготовлены сотрудниками ФГБОУ ВПО «Национальный исследовательский Иркутский государственный технический университет» (ФГБОУ ВПО НИ ИрГТУ).

Установка УДФ-4 предназначена для обработки панелей крыла современных самолетов, при этом максимальная длина панелей может достигать 30 м.

На установке используется система ЧПУ SINUMERIK 840D линейки solution line и приводы SINAMICS S120. Для управления дробеметным аппаратом и зачистной головкой не потребовалось внесения значительных изменений в систему ЧПУ, поэтому на данном технологическом оборудовании SINUMERIK 840D используется в заводской комплектации.

Проведенный специалистами ОАО НИАТ комплекс работ по расширению возможностей SINUMERIK 840D для применения на вышеперечисленном технологическом оборудовании (общие сведения о конфигурациях систем ЧПУ приведены в таблице) позволил значительно упростить его дальнейшую эксплуатацию и обслуживание. Это обусловлено тем, что все версии SINUMERIK 840D имеют схожую структуру и для их настройки используется один и тот же пакет ПО — STEP-7 SIMATIC Manager. Благодаря этому, во-первых, отпадает необходимость покупки нескольких дорогостоящих пакетов ПО для обслуживания систем ЧПУ разных производителей, а во-вторых, достаточно одного или нескольких (в зависимости от объема станочного парка) специалистов, сертифицированных для обслуживания данной системы ЧПУ, что является экономически выгодным. Также применение систем

ЧПУ одного типа позволило упростить процесс подготовки операторов технологического оборудования благодаря практически полному сходству основных элементов человеко-машинного интерфейса.

Следует отметить, что система ЧПУ SINUMERIK 840D также применена на создаваемом в настоящее время в ОАО НИАТ новом технологическом оборудовании — пятикоординатном обрабатывающем центре МС-700, отличающемся от МС-300 большими размерами рабочей зоны и большей мощностью шпинделя, а также увеличенным до 40 позиций магазином инструментов, многокоординатном токарно-фрезерном центре МС-600, установке лазерного полирования ЛПК-700, вакуумной ионно-плазменной установке «Радуга-2», предназначенной для нанесения многокомпонентных и многослойных внешних, внутренних и комбинированных покрытий, а также на модернизированной версии специализированного правильного пресса СПП-250, предназначенного для формообразования панелей крыла современной авиационной техники.

Список литературы

1. Плихунов В.В., Шлесберг И.С., Коваленко А.В., Омельченко И.С. Перспективы развития систем управления установками электронно-лучевой сварки // Авиационная промышленность. 2008. №4. С. 16-20.
2. Коваленко А.В. Концепция универсальной системы ЧПУ для современного технологического оборудования // Авиационная промышленность. 2011. № 4. С. 36-41.
3. Плихунов В.В., Коваленко А.В., Шлесберг И.С., Орешкин О.М. Исследование и обоснование выбора конфигурации системы управления для установки лазерно-плазменной обработки поверхности // Автоматизация в промышленности. 2011. №5. С. 45-48.
4. Мартинов Г. М., Мартинова Л.И. Современные тенденции в области числового программного управления станочными комплексами // СТИН. 2010. №7. С. 7-10.
5. Плихунов В.В., Шлесберг И.С., Коваленко А.В. Функциональные возможности систем ЧПУ и перспективы их применения на современном машиностроительном производстве // Авиационная промышленность. 2007. №1. С. 42-46.
6. Коваленко А.В., Орешкин О.М. Реализация системы управления технологическим процессом лазерного полирования на базе системы ЧПУ Siemens SINUMERIK 840D // Автоматизация в промышленности. 2013. №5. С. 41-43.
7. Плихунов В.В., Коваленко А.В. Адаптация стандартных систем ЧПУ для управления установками электронно-лучевой сварки // Автоматизация в промышленности. 2010. №5. С. 43-45.

*Плихунов Виталий Валентинович — д-р техн. наук, профессор, первый заместитель генерального директора;
Коваленко Артем Валерьевич — канд. техн. наук, начальник научно-исследовательского сектора ОАО
«Национальный институт авиационных технологий» (ОАО НИАТ).
Контактный телефон (495) 312-03-81.
E-mail: avk@niat.ru*