

## АДАПТАЦИЯ СТАНДАРТНЫХ СИСТЕМ ЧПУ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ УСТАНОВКАМИ ЭЛЕКТРОННО-ЛУЧЕВОЙ СВАРКИ

В.В. Плихунов, А.В. Коваленко

(ОАО "Национальный институт авиационных технологий")

Перечислены основные особенности электронно-лучевой сварки. Рассмотрен вопрос расширения функциональных возможностей серийно выпускающихся систем ЧПУ с целью их применения на электронно-лучевых установках. Приведены примеры реализации систем управления электронно-лучевыми установками на базе системы ЧПУ Siemens SINUMERIK 840Di sl.

Ключевые слова: сварка, вакуум, электронный луч, ЧПУ, контроллер, управляющая программа.

Системы управления, используемые в настоящее время в электронно-лучевых установках (ЭЛУ) российского производства, по уровню функциональности значительно уступают зарубежным аналогам. Это обусловлено отсутствием у отечественных производителей единой концепции построения систем управления для данного вида технологического оборудования [1]. Системы управления ЭЛУ в значительной мере отличаются от стандартных систем ЧПУ, ориентированных, в первую очередь, на механообрабатывающее технологическое оборудование.

Применение стандартных систем ЧПУ в ЭЛУ невозможно по нескольким причинам [2]. Во-первых, стандартные системы ЧПУ рассчитаны на использование в качестве исполнительного органа электродвигателей и гидроприводов, поэтому быстрдействие таких систем ЧПУ недостаточно велико для управления электронным лучом, обладающим значительно меньшей инерцией, чем любой механизм. Во-вторых, в таких системах не предусмотрено аппаратной или программной возможности приема и обработки высокочастотных сигналов, необходимых для обеспечения работы видеоконтрольного устройства (ВКУ). Помимо этого, существует ряд менее значи-

тельных трудностей, препятствующих применению стандартных систем ЧПУ в ЭЛУ. Большинство этих трудностей индивидуальны и могут различаться в зависимости от модели конкретной системы ЧПУ.

На основании исследований, проводимых в ОАО "Национальный институт авиационных технологий" ("НИАТ"), была разработана концепция построения системы управления ЭЛУ на базе стандартной модели системы ЧПУ [2]. В соответствии с этой концепцией для обеспечения необходимого уровня автоматизации процесса электронно-лучевой сварки (ЭЛС) были сформулированы технические требования к базовой системе ЧПУ.

Учитывая традиционную ориентацию отечественных предприятий аэрокосмической отрасли на продукцию фирмы Siemens, в качестве базовой была выбрана система ЧПУ этой фирмы. Первыми промышленными установками, на которых была применена разработанная система управления, стали ЭЛУ-20А, ЭЛУ-08КП и ЭЛУ-5.

Электронно-лучевая установка ЭЛУ-08КП (рис. 1) предназначена для герметизации корпусов приборов, применяющихся в условиях пониженного атмосферного давления. Герметизация корпуса, имеющего форму куба или параллелепипеда, производится путем сварки основной его части с крышкой прямолинейными торцевыми швами.

### Технические характеристики системы ЧПУ ЭЛУ

Тип архитектуры.....	PCNC [3]
Общее число одновременно интерполируемых осей, ед. ....	12
Число геометрических интерполируемых осей, ед. ....	8
Число виртуальных осей, ед. ....	≥4
Поддержка функций линейной, круговой и сплайновой интерполяции.....	есть
Цифро-аналоговое устройство .....	есть
Система управления перемещением.....	есть

### Технические характеристики система управления перемещением

Диапазон скоростей подачи, мм/мин.....	0.. 10000
Точность позиционирования, мм .....	0,05
Повторяемость, мм .....	0,05
Неравномерность хода, % .....	0,5

### Технические характеристики цифро-аналогового устройства

Число независимых аналоговых входов/выходов, ед. ....	4
Диапазон выходного сигнала, В .....	10
Частота дискретизации аналоговых входов/выходов, МГц .....	≥3

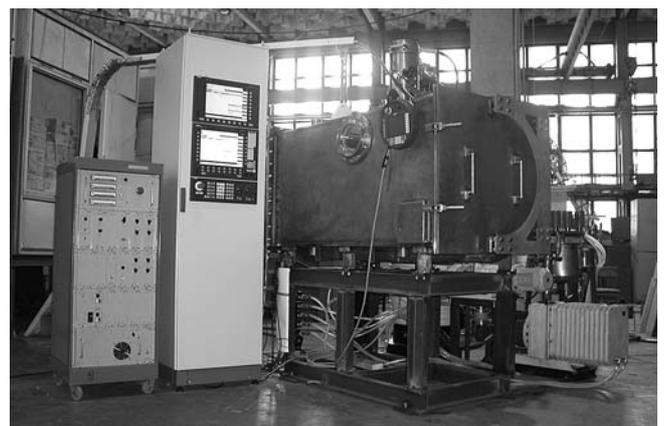


Рис. 1. Установка электронно-лучевой сварки ЭЛУ-08КП

*Есть люди, которые не совершают ошибок. Это те, кому помогают системы ЧПУ.*

Журнал "Автоматизация в промышленности"

В установке использована электронно-лучевая пушка (ЭЛП) производства НПО "Орион" с прямонакальным вольфрамовым катодом, построенная по триодной схеме. Ввиду небольшого объема вакуумной камеры (1,8 м³) ЭЛП закреплена неподвижно на ее верхней стенке, а механические перемещения реализованы на станочном комплексе, установленном внутри камеры.

Система управления установкой ЭЛУ-08КП (рис. 2) базируется на стандартной системе ЧПУ Siemens SINUMERIK 840Di sl, построенной по архитектуре PCNC-4 [3]. Для обеспечения перемещения свариваемых заготовок относительно ЭЛП использована штатная система управления перемещением Siemens SINAMICS S120, двигатели которой были адаптированы специалистами ОАО "НИАТ" для работы в вакууме, и эта доработка согласована с представителями фирмы Siemens.

Модуль управления ЭЛП, генерирующий аналоговые управляющие сигналы для силового блока, также изготовленного НПО "Орион", выполнен на базе быстродействующего функционального модуля FM 458-1 DP, являющегося частью линейки Siemens SIMATIC S7-400 и объединяющего набор высокочастотных цифро-аналоговых (ЦАП) и аналогово-цифровых (АЦП) преобразователей. Модуль FM 458-1 DP оборудован сетевым интерфейсом PROFIBUS-DP, аналогичным установленному на модулях управления электродвигателями SINAMICS S120 и внешних модулях входов/выходов ПЛК SIMATIC S7-300, интегрированного в базовую систему ЧПУ. Это обеспечило полную совместимость модуля управления ЭЛП с базовой системой ЧПУ.

Применение высокочастотного цифрового модуля управления ЭЛП позволило реализовать не только

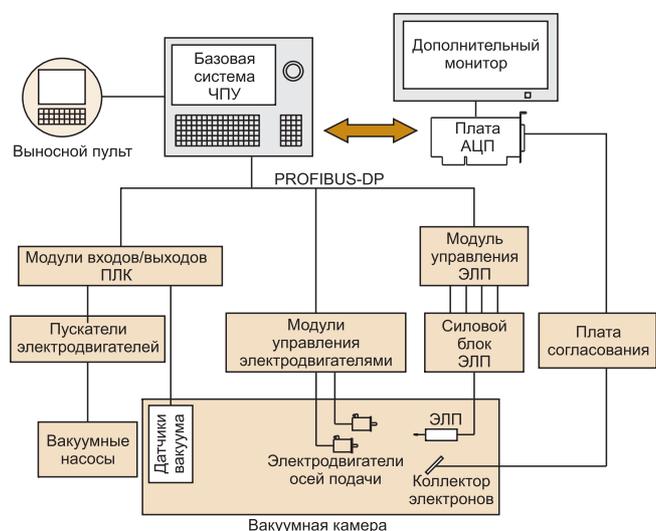


Рис. 2. Структурная схема системы управления установки ЭЛУ-08КП

программируемое плавное изменение параметров электронного луча, но также программируемую развертку и осцилляцию, необходимую для некоторых режимов сварки.

Пульт оперативной откачки, используемый для управления вакуумной системой в ручном (наладочном) режиме, и выносной пульт оператора, необходимый для быстрого управления основными параметрами технологического процесса ЭЛС, объединены в переносной пульт Siemens NT8, стыкующийся с базовой системой ЧПУ по принципу "тонкого" клиента [4]. Это несколько упростило схему установки в целом и значительно повысило удобство управления ей.

Для получения изображения рабочей зоны в систему управления интегрировано ВКУ, принцип действия которого заимствован у электронных растровых микроскопов. Он заключается в сканировании свариваемой зоны электронным лучом с малым током и дальнейшем построении видеоизображения по интенсивности излучения заготовками вторичных электронов [5]. С целью упрощения устройства системы управления изображение с ВКУ выводится на отдельный монитор, расположенный рядом с панелью оператора, что позволяет одновременно наблюдать изображение из зоны сварки и контролировать основные параметры осей подачи и ЭЛП.

Сбор информации с коллектора вторичных электронов осуществляется платой АЦП L-Card L783, установленной в PCI-слот базовой системы ЧПУ, а последующая обработка – пакетом ПО, разработанным специалистами ОАО "НИАТ".

Управление вакуумной системой производится при помощи интерактивной мнемосхемы, интегрированной в интерфейс панели оператора. На схеме наглядно отображается состояние всех вакуумных насосов и клапанов, а также давление в каждом трубопроводе. Помимо ручного в системе предусмотрен автоматизированный режим откачки воздуха из вакуумной камеры, реализованный при помощи ПЛК SIMATIC S7-300, интегрированного в базовую систему ЧПУ.

Для написания управляющих программ в системе ЧПУ используется единый стандартизированный язык программирования ISO-7bit [6], дополненный

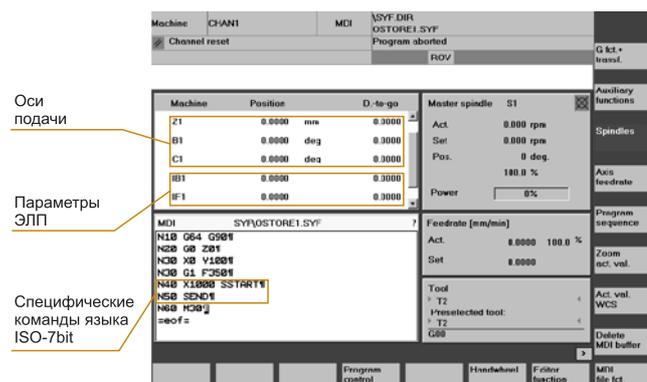


Рис. 3. Интерфейс оператора системы управления ЭЛУ-08КП

набором команд для управления параметрами ЭЛС (рис. 3). Это заметно ускоряет подготовку операторов для работы на установке и облегчает работу с установкой для операторов, уже имеющих опыт программирования на ISO-7bit.

Аналогичная система управления была применена при модернизации установки ЭЛУ-5 (рис. 4), используемой в опытном производстве ОАО "НИАТ".

Электронно-лучевая установка ЭЛУ-5 предназначена для сварки в лабораторных условиях экспериментальных образцов цилиндрической формы продольными и кольцевыми швами. В установке предусмотрено устройство для подачи присадочной проволоки под электронный луч.

Схожесть конструкции этой установки с конструкцией ЭЛУ-08КП позволила установить на нее описанную выше систему управления без кардинальных изменений. Основное отличие ЭЛУ-5 заключается в схеме ЭЛП – в ЭЛУ-5 лучевая пушка построена по диодной схеме. В связи с этим некоторые изменения претерпел алгоритм работы модуля управления ЭЛП.

В настоящее время ведутся исследования по совершенствованию описанной системы управления ЭЛУ. В частности, рассматривается возможность отказа от дополнительного монитора с целью вывода изображения с ВКУ в отдельное окно, интегрированное в основной интерфейс оператора. Это повысит удобство управления установкой, так как изображение с ВКУ будет транслироваться на переносной пульт Siemens NT8, а также снизит общую стоимость системы управления.

Область применения разработанной системы управления не ограничивается только вышеописанными установками. Данная система может быть применена на других моделях ЭЛУ, имеющих другую конфигурацию вакуумной системы, кинематическую схему станочного комплекса или даже несколько ЭЛП. Также разработанная система может быть адаптирована для примене-

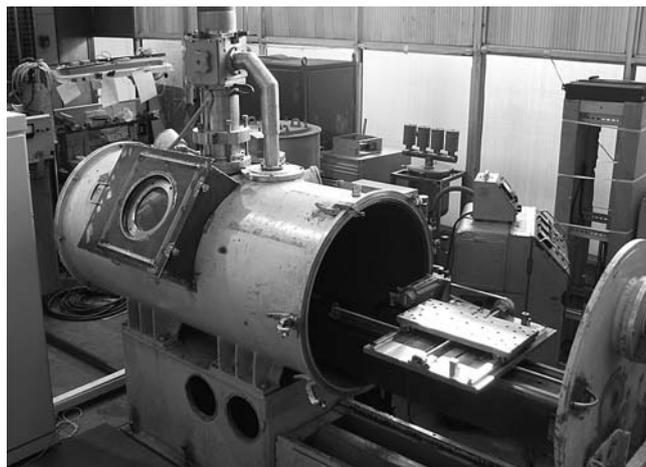


Рис. 4. Установка электронно-лучевой сварки ЭЛУ-5

ния на установках электронно-лучевой пайки, термообработки и любом другом технологическом оборудовании, реализующем электронно-лучевую обработку.

#### 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.
2. Мартинов Г.М., Плихунов В.В., Коваленко А.В. Расширение функциональных возможностей системы ЧПУ для управления установкой электронно-лучевой сварки // Там же. 2009. №1.
3. Сосонкин В.Л., Мартинов Г.М. Концепция числового программного управления мехатронными системами: архитектура систем типа PCNC // *Мехатроника*. 2000. №1.
4. Карташев И. Тонкий клиент // *Компьютерра online*. 2004. <http://www.computerra.ru/hitech/35748/>.
5. Кайдалов А.А. Электронно-лучевая сварка и смежные технологии. Киев: Экотехнология. 2004.
6. Сосонкин В.Л., Мартинов Г.М. Концепция геометрического ISO-процессора для систем ЧПУ // *СТИН*. 1994. №7.

**Плихунов Виталий Валентинович** – канд. техн. наук, первый зам. ген. директора, **Коваленко Артем Валерьевич** – канд. техн. наук, ведущий инженер-программист ОАО "Национальный институт авиационных технологий". Контактный телефон (495) 312-03-81 E-mail: avk@niat.ru

#### QNX Software Systems переходит в Research In Motion

Компании Harman International (США) и Research In Motion (RIM) (Канада) объявили о достижении соглашения по приобретению компанией RIM компании QNX Software Systems, входящей в семейство Harman. Ожидается, что этот стратегический ход дополнительно усилит позиции QNX на автомобильном рынке, а также будет способствовать появлению новых решений для рынков, обслуживаемых всеми сторонами.

Анонсированное соглашение свидетельствует о том, что развитие технологий QNX за последние 6 лет вышло на качественно новый уровень. Оно доказывает высокую привлекательность и востребованность инновационных продуктов QNX как для разработчиков современных систем, так и для создателей решений следующего поколения. Кроме того, приобретение QNX компанией RIM еще раз подтверждает, что технологии QNX могут найти применение в любой отрасли, и их использование позволяет компаниям в кратчайшие сроки до-

стигать лидирующих позиций в целых отраслях, как это доказал успешный опыт компании Harman International на мировом автомобильном рынке.

По мнению руководителя SWD Software, переход компании QNX Software Systems к новому собственнику значительно отразится и на российском рынке, способствуя укреплению позиций технологий QNX как на традиционных, так и на относительно новых для компании рынках, прежде всего, на рынке телекоммуникационного оборудования и мобильных устройств. Для SWD Software как платинового дистрибьютора QNX, а также для партнеров и клиентов компании важным факторами в условиях смены владельца QNX являются, с одной стороны, сохранение текущего порядка работы дистрибьюторского канала, а с другой – дальнейшее усиление основного партнера и поставщика за счет финансовых и кадровых инвестиций компании RIM, на которые серьезно настроен ее президент.

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