



СИСТЕМА ЧПУ: СОВРЕМЕННЫЕ ВЫЗОВЫ, ИНФОРМАЦИОННАЯ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

С.Н. Григорьев, Г.М. Мартинов (МГТУ «СТАНКИН»)

Систематизированы современные вызовы в отношении технологического оборудования с ЧПУ, с которыми сталкивается отечественное машиностроение. Рассмотрена система ЧПУ как объект информационной защиты. Выделены сетевые уровни в современных системах ЧПУ, что позволяет определить меры по обеспечению их технологической и информационной безопасности¹.

Ключевые слова: ЧПУ, информационная и технологическая безопасность, машиностроение.

Специалистам по информационной безопасности приходится сталкиваться с АСУТП, но по большей степени это касается уровня ПЛК и АРМ операторов как элемента SCADA-систем. В основном они сфокусированы на MES и ERP уровнях, где применяются традиционные информационные технологии. Это обуславливает необходимость разработчиков систем управления все чаще заниматься вопросами технологической и информационной безопасности.

В статье сделан акцент на систему ЧПУ как некий собирательный образ систем управления технологическим оборудованием, реализующий подавляющее большинство их функций [1,2]: система ЧПУ управляет контроллерами следящих приводов, часто реализует замыкание обратной связи по положению, коррекции погрешности ходового винта, коррекции люфта и т.д. [3], реализует функции ПЛК через программно-реализованный контроллер электроавтоматики (SioftPLC) [4], а также функции контроллера движения (motion control) и контроллера автоматизации (PAC) [5]. Если сравнить систему ЧПУ с системой управления промышленным роботом, то основные отличия будут в алгоритмах интерполяции и принципах организации интерфейса с оператором.

Современные вызовы

Доля технологического оборудования с импортными системами ЧПУ на отечественных предприятиях стратегического назначения — порядка 95% (<http://izvestia.ru/news/557169>). Проблема обусловлена сложностью экономической ситуации, в которой оказались отечественные станкостроители, многие из которых перестали существовать. Подпрограмма ФЦП "Развитие отечественного станкостроения и инструментальной промышленности" на 2011–2016 гг. позволила создать некоторые современные образцы технологического оборудования, но текущий экономический кризис вновь усугубил проблемы.

Очередной толчок развития дал приход на рынок новых игроков, появившихся в результате выпуска технологического оборудования по лицензиям и его поэтапная локализация.

Ограничения на поставку систем ЧПУ с пятью и более одновременно интерполируемыми осями (требуется экспортная лицензия страны-производителя системы). Ограничения, накладываемые Вассенаарскими соглашениями по ограничению распространения товаров и технологий «двойного применения», как и меры, которые применяют западные партнеры по отношению России — серьезный сдерживающий фактор. Практика показывает, что российские станкостроители способны выпустить на международный рынок конкурентоспособный по соотношению цены и качества продукт — качественные станки с применением импортных систем ЧПУ.

Отсутствуют серийно производимые комплектные отечественные системы ЧПУ класса HiEnd. Представленные на рынке системы ЧПУ используют устаревшие программно-аппаратные решения на базе DOS подобных ОС, либо импортные контроллеры движения (по типу PMAC американской фирмы Delta Tau) [6], либо выпускаются ограниченными партиями для опытных образцов технологического оборудования [7].

Накладываются требования по подключению станка с ЧПУ к Internet для дистанционного проведения регулярных регламентных работ по его обслуживанию. При этом обязательное условие — проведение техобслуживания специалистами производителя или поставщика. В лучшем случае отказ от подключения к Internet-сетям приводит к снятию технологического оборудования с ЧПУ с гарантийного обслуживания.

По информации, снятой с устройства ЧПУ, можно восстановить сведения производственного и технологического характера.

По параметрам настроек и диагностической информации, хранящейся в системе ЧПУ, можно получить сведения о технологическом оборудовании и его

¹ Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки РФ в рамках государственного задания в сфере научной деятельности.

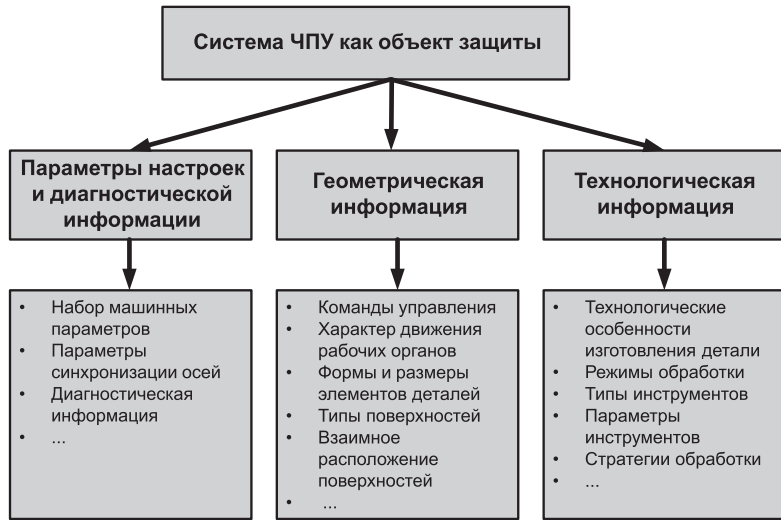


Рис. 1. Система ЧПУ как объект защиты

конфигурации для конкретного производственного процесса (рис. 1).

Параметры настройки и диагностическая информация практически однозначно определяют тип технологического оборудования, его кинематическую схему и конфигурацию под конкретный производственный процесс. Не составляет труда по геометрической информации восстановить вид изготавливаемой детали с ее габаритами, включая допуски. Технологическая информация позволяет проследить технологию изготовления, типы и последовательность использования режущего инструмента, режимы обработки, используемые приспособления и т. д..

Известны случаи, когда на этапе пуско-наладки технологического оборудования специалисты из штаб-квартиры производителя системы ЧПУ осуществляли несанкционированный доступ к системам управления.

Угроза внедрения аппаратных и программных закладок в импортные системы управления и возможности их удаленной активации требуют несоразмерно больших усилий на нейтрализацию их действий.

Внедрение датчиков, определяющих GPS-координаты технологического оборудования, приводящих к блокировке систем ЧПУ при перемещении оборудования, при этом датчик перемещений сбрасывается только специалистами производителя.

Исходный код ядра закрыт, открытость имеет декларативный характер. Производители систем ЧПУ готовы на возмездной основе осуществить интеграцию ноу-хау конечного пользователя в систему управления, но для этого они требуют раскрыть им технологическое решение.

Организация единого информационного пространства и реализация концепция Индустрия 4.0 [8], куда нас в последнее время очень активно направляют.

Информационная и технологическая безопасность в современных системах ЧПУ

Основу компьютеризированной системы управления технологическим оборудованием составляет ядро системы ЧПУ. Сегодня это, как правило, персональный компьютер промышленного исполнения, функционирующий на базе ОС РВ [9]. В системе ЧПУ выделяют несколько уровней сетевого подключения (рис. 2). Сеть реального времени строят, прежде всего, на базе открытых высокоскоростных сетевых протоколов SERCOS III и EtherCAT [10]. В этой сети для управления исполнительными органами технологического

оборудования подключают контроллеры следящих приводов и пассивных входов/выходов электроавтоматики, подключаемые к полевой шине через баскаплер. Сеть терминальных клиентов позволяет подключать несколько терминалов и пультов ручного управления к ядру системы ЧПУ. Функция необходима, если станок имеет более 10 метров рабочего пространства [11].

Сеть цехового уровня обеспечивает доступ к файл-серверу с управляющих программ, интеграцию в SCADA-систему для мониторинга производственного процесса, подключение к системам более высокого уровня управления — MES, ERP.

Современные системы ЧПУ имеют интегрированный Web-сервер для организации через Internet удаленного доступа для настройки, диагностики, контроля и ограниченного управления системой ЧПУ [12].

Исходя из приведенной выше сетевой структуры системы ЧПУ, при организации информационной

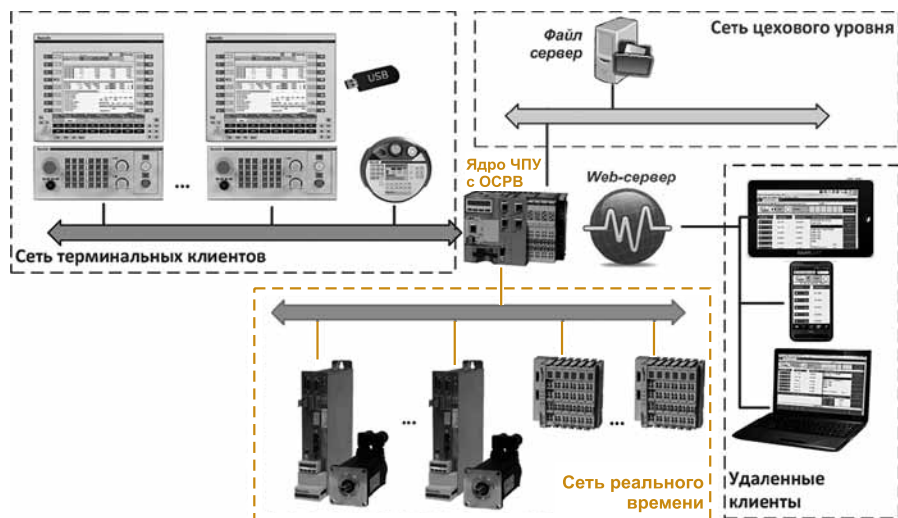


Рис. 2. Сетевые уровни в современных системах ЧПУ

безопасности в первую очередь следует применять стандартные приемы для работы с компьютерами и вычислительными сетями. Ключевые риски заключаются в несанкционированной передаче информации, вмешательстве в технологический процесс, несогласованном использовании разработок в оборудовании других производителей и т. д.

Применяемые в системах ЧПУ методы защиты в большей степени относятся к обеспечению технологической безопасности. Со стороны пользователя эти методы защиты можно разделить условно на видимые и не видимые. К первым относятся — выделение зоны ответственности и обеспечения уровня доступа к функционалу системы по ключу (программному или аппаратному). Это запуск определенных режимов работы станка с системой ЧПУ, редактирование машинных параметров, использования инструментариев настройки и диагностики системы и т. д. Машинные параметры разделены на уровни доступа (оператор, наладчик, системой инженер, инженер службой технической поддержки и др.). В зависимости от уровня доступа конкретный машинный параметр может быть: скрыт для пользователя, доступен только для чтения или доступен для чтения и записи. Станкостроителям и конечным пользователям предоставляется возможность шифрования подпрограмм и станочных циклов, что, в том числе предотвращает отображение программного кода и технологических параметров на экран во время его исполнения. Новые версии встроенного ПО (firmware) поставляются только после предоставления доказательства, что имеющиеся в системе ЧПУ ошибки мешают работе технологического оборудования.

К невидимым для пользователя методам защиты относятся: закрытие определенных портов, безопасная работа с флэш-накопителями и локальной сетью через специализированные утилиты копирования данных, резервирование данных в случае пропадания питания и т. д.

Заключение

В современных системах ЧПУ генерируется вся информация о:

- выпущенной продукции, числе изготовленных деталей, их типах, форме и размерах;
- моточасах работы станка, отдельных его узлов, каждого привода и входов/выходов электроавтоматики;
- типах используемых инструментов, режимах резания, применяемой оснастке.

При необходимости эту информацию можно извлечь из системы ЧПУ и проанализировать с помощью диагностических приложений.

Нейтрализация действий аппаратных и программных закладок в импортных системах ЧПУ требует несоизмеримо больших затрат, чем их установка. Выходом может являться только создание серийно производимых отечественных комплектных систем ЧПУ класса HiEnd.

Список литературы

1. Григорьев С.Н., Мартинов Г.М. Проблемы, тенденции и перспективы развития систем ЧПУ технологических систем и комплексов // Автоматизация в промышленности. 2013. № 5. С. 4-7.
2. Мартинов Г.М., Козак Н.В., Нежметдинов Р.А., Григорьев А.С., Обухов А.И., Мартинова Л.И. Метод декомпозиции и синтеза современных систем с ЧПУ // Автоматизация в промышленности. 2013. № 5. С. 9-15.
3. 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.
4. Мартинов Г. М., Козак Н. В. Декомпозиция и синтез программных компонентов электроавтоматики // Приборы и системы. Управление, контроль, диагностика. 2006. №12. С. 4-11.
5. Мартинов Г.М., Нежметдинов Р.А. Кроссплатформенный программно-реализованный логический контроллер управления электроавтоматики станков с ЧПУ // Автоматизация и современные технологии. 2013. № 1. С. 15-23.
6. Григорьев С.Н., Мартинова Л.И. Подход к построению системы ЧПУ как инновационного продукта-услуги // Инновации. №8, 2015. с.8-13.
7. Мартинов Г.М., Козак Н.В. Построение специализированной системы ЧПУ для пятикоординатного строгально-фрезерного обрабатывающего центра // СТИН, 2015. №8. с.2-6.
8. Григорьев С.Н., Мартинова Л.И. Подход к построению информационно-вычислительных сред виртуальных производственных корпораций // Межотраслевая информационная служба. 2012. № 4. С. 31-37.
9. Мартинова Л.И., Мартинов Г.М. Практические аспекты реализации модулей открытой системы ЧПУ // Авто-тракторное электрооборудование, 2002. №3. С. 31-37.
10. Мартинов Г.М., Мартинова Л.И. Формирование базовой вычислительной платформы ЧПУ для построения специализированных систем управления // Вестник МГТУ "Станкин", №1(24), 2014, с. 92-97.
11. Martinov G.M., Kozak N.V. Numerical control of large precision machining centers by the AxiOMA control system // Russian Engineering Research. July 2015, Volume 35, Issue 7, pp 534-538.
12. Григорьев С. Н., Мартинов Г. М. Настройка и диагностика металлорежущих станков с использованием Web-технологий//Автоматизация в промышленности. 2014. № 6. с. 3-7.

Григорьев Сергей Николаевич — д-р техн. наук, проф., заведующий кафедрой «Высокоэффективные технологии обработки», ректор МГТУ «СТАНКИН»,

Мартинов Георгий Мартинович — д-р техн. наук, проф., заведующий кафедрой «Компьютерные системы управления» МГТУ «СТАНКИН».

Контактный телефон (499) 972-94-40.

E-mail: e-mail@ncsystems.ru