

## ЕЩЕ РАЗ О СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ ПЕРЕДАЧИ УПРАВЛЯЮЩИХ ПРОГРАММ МЕЖДУ АРМ ТЕХНОЛОГА- ПРОГРАММИСТА И СТАНКОМ С ЧПУ

Годы, прошедшие со времени наших первых публикаций по этой проблеме [1, 2], полностью подтвердили техническую необходимость и экономическую целесообразность оснащения старых станков с ЧПУ современными средствами ввода-вывода, а также прогнозы относительно тенденций развития технологий передачи управляющих программ (УП).

Современные средства передачи УП, стоимость которых не превышает 1-5% от стоимости станка, позволяют принципиально пересмотреть возможности имеющегося оборудования. К примеру, они обеспечивают изготовление на старом станке с системой ЧПУ N33 сложнейших прессформ методом чистой объемной фрезеровки без последующих слесарных операций — по УП, которая заняла бы не одну бобину перфоленты. Нередко только с помощью этих средств можно восстановить работоспособность станка в отсутствие запасных деталей для ремонта перфоленточных устройств ввода-вывода.

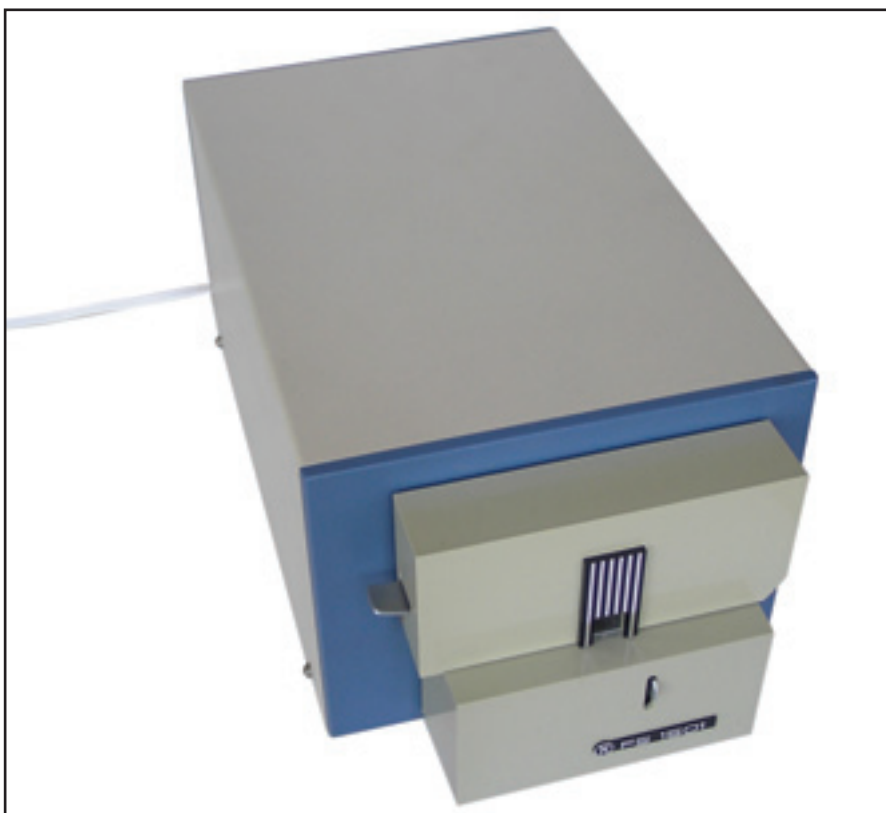
Значительно расширяется номенклатура устройств ЧПУ (УЧПУ), оснащаемых новыми средствами ввода-вывода. Они применяются на станках не только с УЧПУ типа CNC, SNC или NC, но и с более старыми интерполяторами, выполненными на элементах феррит-транзисторной логики. Такие интерполяторы используют как восьми-, так и пятидорожечную

перфоленту, применяют для записи УП не только кодировку КОИ-7 (ISO-7) и различные виды кодировки БЦК-5, но и специальные кодировки: ЛКИ-1, СЦП, КОНТУР-2П, УТК-3, УКПМ-2...

Только с использованием новых технологий передачи управляющих программ обеспечивается эффективное внедрение современных систем подготовки УП, позволяющих решать более сложные задачи и ге-

нерирующих УП объемом, исчисляемым мегабайтами.

Как и предполагалось, на предприятиях всё реже осуществляют самостоятельные стыковки компьютера с одним станком и всё больше используют средства, предлагаемые специализированными компаниями. Это связано с трудностями эксплуатации обычных ПЭВМ в условиях большинства цехов, если же используется компьютер в промыш-



ленном исполнении, следует уже говорить о новой системе ЧПУ на его базе. Впрочем, это отдельная тема.

Расширился круг предложений, касающихся средств передачи УП на дискетах и по кабельным линиям связи, но, как и прогнозировалось, наибольшее распространение получила более дешевая технология передачи УП от АРМ технолога-программиста (АРМ-ТП) на станок с ЧПУ на картридже электронной памяти. Она позволяет отказаться от применения перфоленты, не требует размещения в цеховых помещениях персональных ЭВМ и прокладки кабельных коммуникаций. Устройства, реализующие эту технологию, не предъявляют требований к чистоте производственных помещений, не боятся металлической и абразивной пыли, масляного тумана или загазованности.

С одной стороны, хорошо, что есть конкуренция предложений и возможность выбора, с другой — сам выбор постоянно усложняется. Не бывает средств плохих или хороших, просто дорогих или просто дешевых. Есть те или иные функциональные возможности, каждая из которых имеет определенную цену. Выбор требует набора критериев, всесторонне характеризующих решаемую задачу. В идеальном случае этот выбор должны осуществлять главный инженер, главный технолог и главный механик, каждый из которых формулирует свои требования: задачи и путь их решения, технологические особенности используемых процессов обработки деталей и подготовки УП, а также схемотехнические особенности используемых УЧПУ и вопросы эксплуатации внедряемой техники.

Задачи внедрения современной технологии передачи УП между АРМ-ТП и станками с ЧПУ по-прежнему предлагается классифицировать по количеству станков, оснащаемых новой системой ввода-вывода:

- отдельный станок;



- малая группа станков;
- большая группа станков.

Простейший способ решения задачи — оснащение каждого отдельного станка новыми средствами ввода-вывода. Этот путь имеет одно несомненное преимущество: он позволяет отказаться от использования перфоленты и не предполагает никакого изменения принципов организации производства. Вместо перфоленточных устройств и перфоленты используются другие технические средства и другой носитель информации. Этот вариант практически не требует переподготовки станочников и технологов, отличается высокой надежностью, но не обеспечивает использования достижений современных информационных технологий — данные на носителе приходится носить.

Объединение же станков с ЧПУ и компьютеров в систему значительно повышает скорость информационных потоков, освобождает от хождения с носителями и открывает широкие возможности оперативного управления производством. Предприятие естественно приходит к необходимости более четкой организации производства, строгого соблюдения технологии ведения архива УП, а также подготовки кадров для работы (особенно в различных аварийных ситуациях) на более сложной системе. Этот способ, как правило, несколько дороже. Для эксплуатации сложных и дорогих систем он требует привлечения специалистов-компьютерщиков. Если на предприятии еще недостаточно освоены компьютерные технологии и нет соответствующих специалистов, от сложных систем лучше отказаться. Нетрудно представить ситуацию, которая может возникнуть при отказе компьютера, когда к нему подключены 20-30 станков, а четкой системы ведения архива УП нет.

Для освоения более совершенных технологий можно сначала



воспользоваться средствами для малых групп станков, а затем объединять эти группы средствами локальных компьютерных сетей, которые значительно превосходят специальные системы по производительности и надежности, а стоят заметно дешевле.

Решать эти проблемы можно разными путями:

- комплексно под ключ (участок, цех или предприятие);
- поэтапно, имея в виду последующую интеграцию наличного парка станков в информационную систему той или иной сложности;
- поэтапно, без последующей интеграции наличного парка станков в информационные системы предприятия.

В необходимости отказа от использования перфоленты сегодня не сомневается никто. Цена современных средств ввода УП невысока, в течение года они окупаются только за счет экономии расходов на перфоленту. И всё же широкое внедрение таких средств сдерживают именно финансовые соображения: для предприятия вопрос приобретения актуальность, как правило, только в случае истощения запасов перфоленты или отсутствия запасных частей для ремонта перфораторов и фотосчитывателей.

Ограниченность финансовых возможностей предприятий приводит к тому, что комплексный подход, позволяющий избежать ряда ошибок при выборе внедряемых средств, применяется относительно редко. При постепенном внедрении новых средств ввода-вывода мы настоятельно рекомендуем подготовить и утвердить соответствующую программу или хотя бы составить перечень переоснащаемых станков. Дело в том что средства, эффективно и экономно решающие поставленные задачи на одних типах станков, неприменимы для других. Именно поэтому нередко, вопреки первоначальному замыслу, приходится расширять номенклатуру используемых средств, хотя для станочников, технологов и обслуживающего персонала всегда проще пользоваться единым устройством на всем парке имеющихся станков.

При решении задач технолога, касающихся внедрения новых средств ввода-вывода, необходимо

учитывать два аспекта: используемые в процессе изготовления деталей режимы ввода управляющих программ и применяемую технологию их разработки. Процессы ввода УП можно подразделить на:

- ввод УП в память УЧПУ;
- покадровый ввод УП в процессе обработки детали (подкачка УП).

Первый режим обычно используется на более новых станках с УЧПУ типа CNC, второй — на станках с УЧПУ типа NC. В последнее время режим подкачки всё чаще используется и на станках с УЧПУ типа CNC. Объясняется это применением современных систем подготовки УП [3-5] для решения задач чистовой объемной фрезеровки и художественной гравировки. Объем УП при этом нередко достигает 2-3 Мб, что превышает размер памяти УЧПУ (одному из авторов этих строк довелось столкнуться с программами объемом 40-60 Мб). Если используется первый режим, такую УП необходимо разбивать на части, что не всегда оказывается простой задачей и требует дополнительной работы технолога — как творческой, так и рутинной. Кроме того, несколько усложняется работа станочника.

Эти обстоятельства привели даже к возникновению рынка модернизации систем ЧПУ типа CNC для работы с покадровым вводом УП. Дело в том, что если для УЧПУ FANUC, TOSNUC и отдельных модификаций УЧПУ 2C42-65 такой режим предусмотрен в их технических характеристиках, то HEIDENHAIN, SINUMERIK и MAHO для введения этого режима, как правило, требуют усовершенствований, в процессе которых неплохо бы предусмотреть и реализацию 3D-обработки.

При выборе средств подкачки УП для УЧПУ FANUC, имеющего два интерфейса для подключения фотосчитывателя, полезно учесть, что использовать можно только параллельный интерфейс (интерфейс RS-232 здесь непригоден). При решении той же задачи для 2C42-65 необходимо помнить, что алгоритм ввода УП этой системы использует реверсный ввод данных. Отметим также, что на сверлильных станках SCHMOLL с УЧПУ COMPACT 23.2 реверс используется и при вводе УП в буфер УЧПУ.

Для решения проблем, возникающих при покадровой обработке, устройства ввода должны иметь не только функцию реверсного ввода данных, но и функцию "ручной перемотки". Реальная работа, особенно по большим УП, всегда сопряже-



на с остановками процесса обработки, включая остановки с выключением станка. Для возобновления процесса в этом случае требуется начать ввод УП с заданного кадра. Если при использовании перфоленты начать процесс обработки можно с того кадра, на котором перфолента остановилась, то и электронные средства должны обеспечивать возможность начала передачи с нужного кадра. Средства поиска кадра УЧПУ проблемы не решают: если кадр с порядковым номером, скажем, 123487 и удастся найти, этот поиск на УЧПУ займет не менее часа. Точно так же для начала покадровой обработки на станке с УЧПУ 2C42-65 требуется протянуть перфоленту вперед, так как операция поиска УП начинается с обратной перемотки на начало УП.

Наличие функции "ручной перемотки" бывает полезным, а то и необходимым при использовании одного носителя, на котором записано несколько УП.

Следует также учитывать проблему задиров обрабатываемой поверхности вращающейся фрезой, стоящей на месте. Эта проблема возникает при исполнении быстрых кадров — то есть тех, время отработки которых оказывается меньше времени их ввода. В первую очередь решение этой задачи определяется возможностями УЧПУ, но свою роль могут сыграть и средства ввода. Прежде всего они должны обеспечивать плавную регулировку скорости передачи — для обеспечения максимально допустимой для конкретного УЧПУ скорости устойчивого ввода УП.

Технологии разработки УП можно разделить на локальную и рас-

пределенную. Локальная технология предусматривает проведение всей работы по разработке и отладке УП только на АРМ-ТП. При распределенной часть работы выполняется на АРМ-ТП, а в процессе экспериментальной отладки на станке коррективка программы может производиться средствами системы ЧПУ. Локальная технология позволяет использовать устройства, которые обеспечивают только ввод данных, а распределенная требует также вывода данных со станка для обратной передачи откорректированной УП на АРМ-ТП.

При использовании распределенной технологии разработки больших УП внедряемая система передачи управляющих программ должна обладать средствами редактирования данных. Объясняется это тем, что средствами редактирования УЧПУ типа CNC можно воспользоваться только после записи УП в память. Следовательно, для коррективки УП, которая не умещается в памяти УЧПУ, в процессе ее отладки на станке можно воспользоваться только средствами редактирования, которые предоставляет устройство ввода-вывода.

Задача эксплуатационников — сократить номенклатуру обслуживаемых устройств, обеспечить надежность и устойчивость их работы в условиях предприятия (сторонники самостоятельного сопровождения добавляют к этому списку еще и ремонтпригодность устройств). Для решения этой задачи необходимо произвести анализ номенклатуры имеющегося парка систем ЧПУ, а также условий, в которых они работают, и оценить внедряемые средства по следующим показателям:

- универсальность;
- простота подключения;
- помехоустойчивость.

Большое количество серьезно отличающихся друг от друга типов УЧПУ и устройств ввода-вывода порождает сложности в их эксплуатации, приводит к проблемам, связанным с необходимостью привлечения многочисленного обслуживающего персонала, большой номенклатурой ЗИП, КИП и другого оборудования, используемого при ремонте. Чтобы избежать эксплуатационных проблем, лучше отдать предпочтение тем системам передачи УП, которые обеспе-

чивают возможность их подключения к УЧПУ различных типов и моделей — чтобы использовать единые средства на всем парке станков. Внедряемые средства передачи УП должны быть универсальными, то есть иметь средства настройки технических средств и программного обеспечения на эмуляцию логических протоколов и сигнальных уровней интерфейсов ввода-вывода УП всех имеющихся на предприятии станков.

Обратите внимание, что некоторые УЧПУ имеют "экзотические" интерфейсы фотосчитывателей. Например, УЧПУ TOSNUC, УЧПУ машины термической резки TANAKA и сверлильного станка SCHMOLL COMPACT 10/20 использует два строба, причем если TOSNUC и TANAKA используют два вложенных друг в друга синхроимпульса, то SCHMOLL 10/20, кроме синхроимпульса, еще и сигнал динамической готовности. УЧПУ 2П22-1 и РАЗМЕР-4 требуют обязательного стробирования по шине данных, причем



если первое работает с синхроимпульсом, то второе без него. Амплитуды и полярность сигналов, используемых в интерфейсах ФСУ, нередко отличаются от ТТЛ-уровней. Большинство предлагаемых средств такую "экзотику" не реализует.

Под простотой подключения необходимо понимать не столько простоту установки и коммутации связей, сколько отсутствие необхо-

димости в какой-либо доработке или модернизации аппаратуры или программного обеспечения, входящих в состав УЧПУ. Внешняя безобидность незначительной доработки может обернуться немалыми трудностями при эксплуатации, когда понадобится разобраться, кто же должен обеспечить работоспособность всего комплекса при устранении возникших неисправностей. Специализированная фирма едва ли возьмется ремонтировать УЧПУ, штатные узлы которой претерпели доработки. Другими словами, лучше чтобы средства внедряемой системы передачи УП подключались к существующим разъемам УЧПУ и реализовывали соответствующий протокол и сигнальные уровни передачи данных при вводе и выводе УП.

Системы передачи УП нередко работают в условиях повышенного уровня электромагнитных и сетевых помех, поэтому внедряемые средства должны обладать достаточной помехоустойчивостью, располагая специальными средствами защиты от внешних и взаимных помех, а в отдельных случаях и дополнительными средствами контроля правильности передачи данных. Это особенно важно для кабельных систем.

Эксплуатационникам нужно помнить, что архивы функционального программного обеспечения УЧПУ, программ тестового контроля и станочных констант хранятся у них на перфоленте. Одну из ПЭВМ не помешает оснастить перфоленточной станцией (это обеспечит возможность в любое время переписать нужные данные с перфоленты на используемый носитель). Другой вариант — сразу перенести архив на

используемые носители, прибегнув к услугам поставщиков новых средств ввода-вывода.

В следующем номере журнала мы проиллюстрируем применение описанных здесь критериев на примере средств передачи УП на картриджах электронной памяти с использованием наиболее популярных в России технических средств.

1. Зайцев А. К. Пути и средства повышения эффективности использования станков с ЧПУ, оснащенных только перфоленточными устройствами ввода-вывода. // ИТО. — 1996. — №3 (04). — с. 50-52.
2. Зайцев А. К. Выбор современной технологии передачи управляющих программ от АРМ технолога-программиста к станку с ЧПУ. // ИТО. — 1997. — №3 (08). — с. 58-61.
3. Лихтинов И. О. ТИГРАС — система подготовки управляющих программ. // САПР и графика. — 1998. — №2. — с. 69-75.
4. Быков А., Чекалин О. Еще раз о материализации виртуальной реальности. // САПР и графика. — 2000. — №1. — с. 60-62.
5. Благодаров А. В. Лень — двигатель прогресса, или Съест ли волк поросят. // CADmaster. — 2003. — №2. — с. 10-13.

*Александр Зайцев,  
к. т. н., директор ООО "АзиК"  
Тел.: (095) 440-0024  
E-mail: azik@orc.ru  
Андрей Благодаров,  
Consistent Software  
Тел.: (095) 913-2222  
E-mail: blag@csoft.ru*

