



Рис. 20. РТК

Производственные роботизированные линии. Роботизированная линия по производству колесных дисков велосипедов. Манипулятор у каждого места обработки, осуществляющий загрузку-выгрузку заготовок в нужную ячейку технологического процесса. Линия работает по принципу безлюдной производственной технологии.

СОВРЕМЕННЫЕ УСТРОЙСТВА ЧИСЛОВОГО ПРОГРАММНОГО УПРАВЛЕНИЯ НА СЛУЖБЕ ПРОРЫВНЫХ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИХ РАЗРАБОТОК

А. И. Костенко

ООО «Балт-Систем», г. Санкт-Петербург, Российская Федерация

Технический прогресс невозможен без применения современных средств производства. Уже нельзя сложные изделия выполнять на старом оборудовании и с его возможностями. Все более для повышения качества и точности в производстве в небытие уходит влияние человеческого фактора.

Это переход к новым возможностям производства предполагает внедрение многозадачности и многофункциональности к оборудованию, которое можно решить только с помощью УЧПУ. Причем без УЧПУ невозможно научно-техническое развитие в любых отраслях промышленности.



Рис. 1. Структура системы управления

Можно выделить следующие функции программного обеспечения:

1. Режим обучения (Teach In).
2. Компенсация прогиба оси (ось в ось).
3. Измерительные циклы (Ренишоу).
4. Визуальное программирование с использованием постоянных циклов.
5. Создание своих постоянных циклов под технологические процессы и встраивание их в УЧПУ.
6. Графическая отладка технологических программ с прорисовкой контура прохода инструмента и 3-мерная визуализация детали.
7. Возможность использование компенсационного штурвала во время отработки технологических программ.
8. Управление высокоскоростным электрошпинделем.
9. 5-осевое преобразование для станка с вращающимся инструментом.
10. 5-осевое преобразование для станка с вращающимся столом.
11. N-мерная сплайн-интерполяция.
12. N-мерный NURBS + компенсация радиуса инструмента, включая торцовую фрезу.
13. N-мерный C-сплайн + компенсация радиуса инструмента, включая торцовую фрезу.
14. Оконный пользовательский интерфейс.

Управление ускорением/замедлением

Для улучшения динамических характеристик управления системой УЧПУ-Станок дополнительно к уже существующему линейному закону введены S-образный и экспоненциальный законы разгона/торможения.

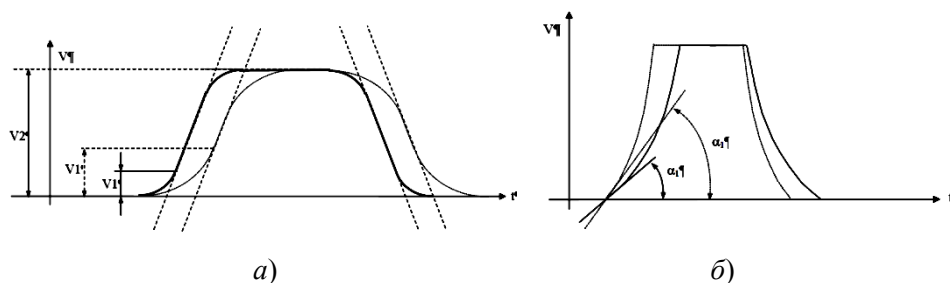


Рис. 2. Параметры S-образного (а) и экспоненциального (б) законов разгона/торможения

Параметры S-образного и экспоненциального законов разгона/торможения определяются на этапе параметризации УЧПУ.

Компенсация трения

При переходе из квадранта в квадрант по круговому контуру оси имеют точки смены направления движения. В этих точках скорость движения оси равна нулю и дальнейшее ее движение потребует преодоления силы трения покоя в механизмах станка (в редукторах, в направляющих осях), что приведет в этот момент к увеличению ошибки.

Правильно подобранная компенсация силы трения покоя уменьшит эту ошибку и улучшит точность кругового контура. Подбор параметров для компенсации трения выполняется с помощью осциллографирования ошибки кругового контура при выполнении кадра круговой интерполяции. Это осуществляется в режиме осциллографа.

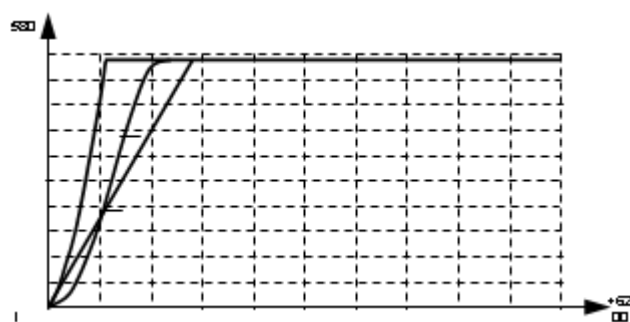


Рис. 3. Технологические характеристики

Сплайн NURBS применяется для создания фигурных контуров, базируясь на трех основных параметрах – номер узла (u), координаты опорной точки (X, Y, Z) и весовой коэффициент (w).

Особенности:

- Сокращение объема программы за счет значительного сокращения количества кадров.
- Отсутствие множества углов между линейными элементами, создаваемыми при аппроксимации кривой, что улучшает динамику станка, защищая его от части износа.
- Отсутствие возможности затормаживания станка при обработке множества линейных элементов с минимальной длиной.
- Возможность обработки прямых и острых углов профиля.
- Описываемый контур не проходит через описываемые координатами опорные точки.

n – порядок сплайна ($n = 2 \div 8$). Определяет порядок кривой как $n - 1$. Таким образом, например, для построения окружности $n = 3$, так как окружность – квадратичная кривая.

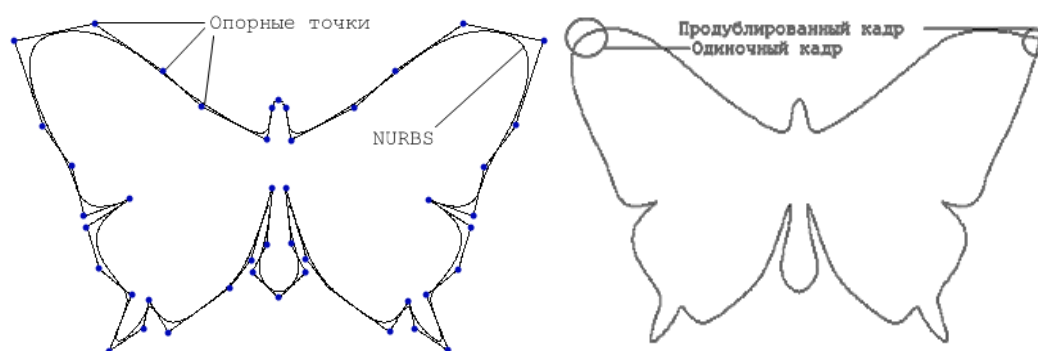


Рис. 4. Сплайны:
а – линейные; б – С-сплайн

Сплайновая интерполяция применяется для объединения последовательности отдельных точек в гладкий непрерывный контур.

Особенности:

- Отсутствие множества углов между линейными элементами, создаваемыми при аппроксимации кривой, что улучшает динамику станка, защищая его от части

- Отсутствие возможности затормаживания станка при обработке множества линейных элементов с минимальной длиной.

- Задаются координаты узлов сплайна.
- Сглаживание позволяет исключить из описываемого контура углы между линейными элементами, формируя плавный контур по заданным координатам.

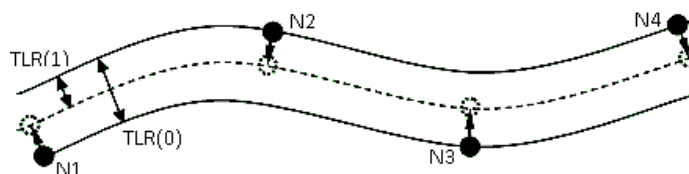


Рис. 5. Параметры сплайна

- X, Y, Z – оси интерполяции.

- S – параметр, определяющий тип интерполяции – сглаживание.

- TLR(0) – при размещении CAD/CAM-системой точек на кривой $TLR(0) = 0$:

– при размещении CAD/CAM-системой точек на границах области допустимой точности равен ширине этой области.

- TLR(1) – точность выполнения сглаживания. Рекомендуется устанавливать более или равной половине ширины области допустимой точности. Если дуга выходит за границы данного параметра – сглаживание не производится, перемещение производится линейно.

- TLR(2) – максимальное число сглаживаемых кадров.

Для сглаживания требуется наличие четырех последовательных линейных кадров, иначе обработка производится линейными элементами. Для сглаживания возможно использование трех осей.

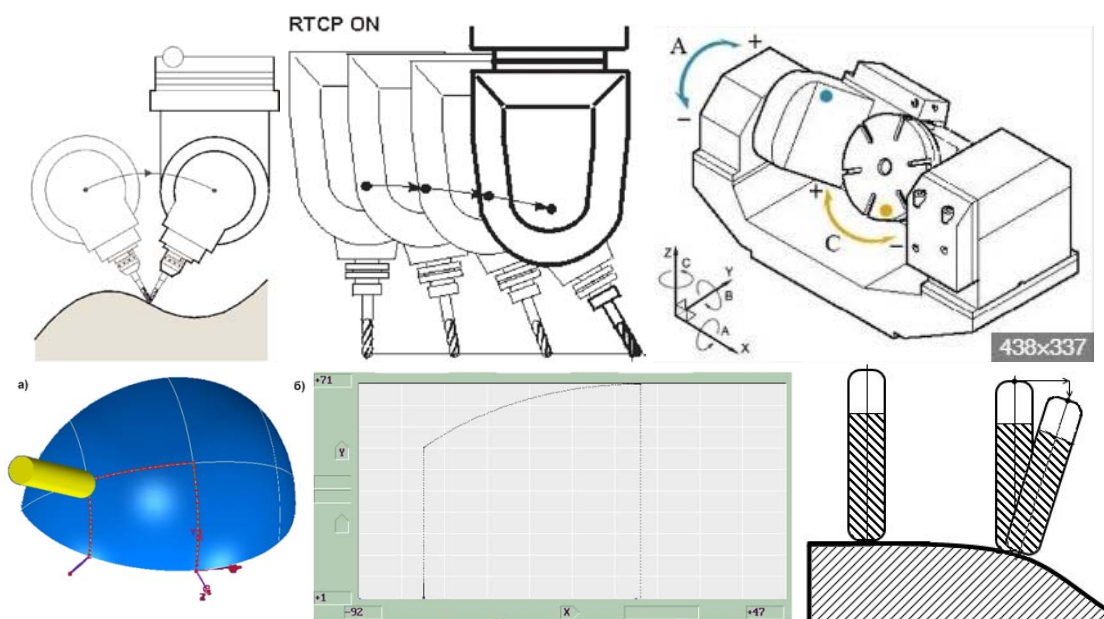


Рис. 6. 5-осевое преобразование

При 6-осевой обработке на станках ИР-1250 (оси XYZWB+S) (Россия) установлены:

- УЧПУ NC-110;
- приводы подачи BSD.

Добавлен:

- поворотный-качающийся стол (оси AC) с возможностью токарной обработки.

Результат:

- 6-осевая обработка с 6-осевой трансформацией.



Рис. 7. Рабочие зоны

НМИ-Интерфейс

Циклы визуального программирования, фрезерования, электроэрозии, токарные измерения

Адаптивные технологии

В настоящее время все более широко применяются адаптивные системы управления с целью оптимизации процессов обработки:

- различных материалов;
- с помощью баз данных;
- роботы и автоматизированные линии.

Автоматическая регистрация с уровнями доступа работников на станках:

- оператор;
- технолог;
- наладчик;
- администратор;

Автоматическое получение задания (в том числе и через штрих-код):

- на изготовление детали;
- технологического процесса;
- привязки инструмента после обработки на измерительной машине;
- выбора альтернативного станка в случае неисправности;
- прочее.

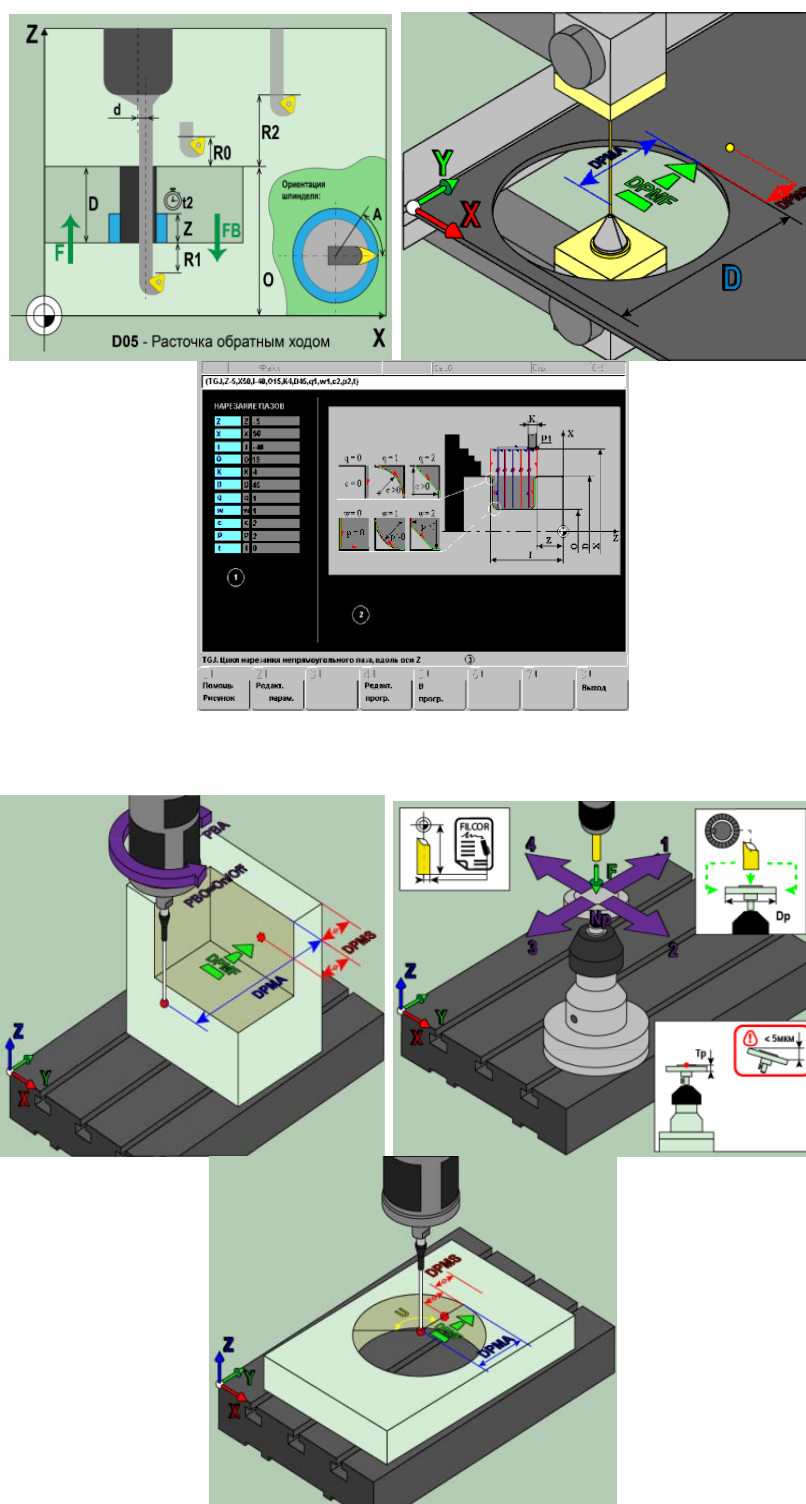


Рис. 8. Технологические циклы

Во всех этих случаях УЧПУ является не только основным исполнительным элементом в этой цепочке, но и элементом, принимающим значительные интеллектуальные решения в управлении производством.

Переход к новым возможностям производства достигается за счет наличия в системе ЧПУ новых функций, а также возможность интеграции УЧПУ с системами

управления и подготовки производства (1C:MES, CAD/CAM, ERP системы и др.).

Планирование производства

- Управление портфелем и структурой заказов.
- Формирование маршрутных карт производства.
- Расчет производственного графика.
- Оперативное, внутрицеховое планирование расписания.
- Учет ремонта производственного оборудования.
- Расчет себестоимости продукции и заработной платы персонала.

Системы оперативного мониторинга станков с ЧПУ

Оперативный мониторинг. Настраиваемая структура автоматической регистрации машинных данных по работе технологического оборудования с автоматическим созданием файлов мониторинга на диск УЧПУ и/или на удаленном сервере в режиме реального времени, позволяющего осуществить:

- контроль и фиксацию нарушения технологии изготовления деталей;
- контроль загрузки оборудования;
- контроль и классификацию простоев оборудования;
- контроль трудовой дисциплины операторов;
- оповещение ответственных работников о нештатных ситуациях;
- оценка реальных потерь рабочего времени;
- выявление узких мест в технологических цепочках;
- оптимизация графика работы персонала;
- отказ от закупки дополнительного оборудования.

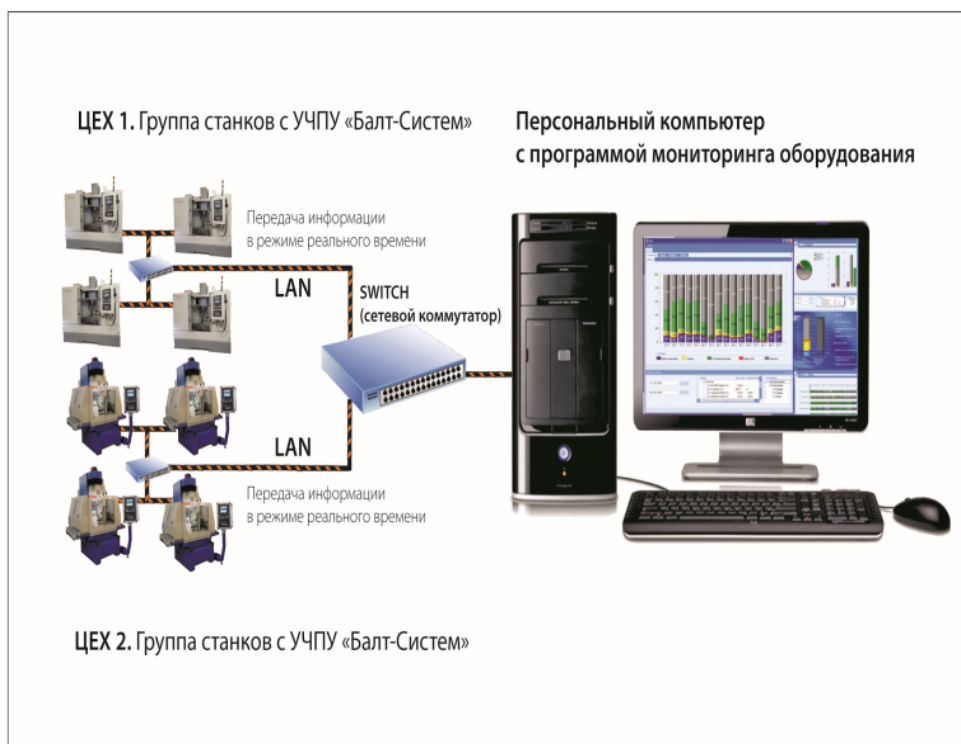


Рис. 9. Структуры систем ЧПУ