

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПОДГОТОВКИ УПРАВЛЯЮЩИХ ПРОГРАММ ДЛЯ СТАНКОВ С ЧИСЛОВЫМ ПРОГРАММНЫМ УПРАВЛЕНИЕМ

© 2012 О.С. Сергеев, А.Р. Гисметулин, А.В. Маданов

Ульяновский государственный университет

Поступила в редакцию 05.10.2012

Статья посвящена проблеме повышения эффективности технологической подготовки механообработки. Рассказывается о новой технологии FBM, которая позволяет создавать управляющие программы автоматически, используя правила распознавания и обработки для различных конструктивных элементов детали. Также был разработан классификатор деталей на основе конструктивных элементов. Представлена технология создания кинематических моделей станков с ЧПУ. Эти решения позволяют использовать кинематические модели для верификации управляющих программ для станков с ЧПУ перед отправкой на реальный станок

Ключевые слова: станок с ЧПУ, кинематическая модель станка, симуляция обработки, верификация управляющих программ, CAD/CAM система, система ЧПУ, классификатор деталей, feature-based machining.

Применение систем автоматизации проектирования в процессе подготовки производства способствует повышению технического уровня и качества проектируемых объектов, сокращению сроков их разработки и освоения в производстве.

Тем не менее, зачастую производство сталкивается с проблемой эффективности технологической подготовки производства, в частности на этапе подготовки управляющих программ для станков с ЧПУ. Качество разработки конкретной управляющей программы зачастую связано с навыками технолога-программиста. Снижение квалификации возможно за счет внедрения типовых решений при подготовке управляющих программ. Повысить качество процесса разработки управляющих программ возможно за счет:

- повышения уровня автоматизации процесса подготовки управляющих программ;
- совершенствования процедур отладки и верификации управляющих программ, в том числе и с привлечением специализированных средств автоматизации с расширенными возможностями.

Новизна проделанной работы заключается в:

- в установлении связей между технологическими ограничениями в виде требований к точности изготавливаемой детали и правилами формирования операционной технологии, способствующей сокращению затрат времени и повышению качества подготовки управляющих программ для оборудования с ЧПУ;

Сергеев Олег Сергеевич, стажер-исследователь центра CALS-технологий. E-mail: sergeevos@mail.ru

Гисметулин Альберт Растемович, кандидат технических наук, доцент кафедры математического моделирования технических систем. E-mail: gismetulinar@yandex.ru

Маданов Александр Владимирович, стажер-исследователь центра CALS-технологий. E-mail: madanov.alexandr@yandex.ru

- в выявлении геометрических и технологических показателей, позволяющих представить деталь в виде набора параметрических элементов форм и определить их влияние на типовые технологические схемы обработки, используемые при формировании операционной технологии изготовления детали.

Эти результаты были достигнуты путем разработки следующих методик:

- методики автоматизированной подготовки управляющих программ на основе технологии FBM системы Siemens NX;
- методики классификации деталей на основе параметрических элементов форм;
- методики создания кинематической модели станка с помощью программ Machine Tool Builder и Siemens Machine Configurator.

Автоматизированная подготовка управляющих программ возможна благодаря новой технологии на основе распознавания элементов – технологии FBM NX. В рамках данной технологии деталь рассматривается не как единое целое, а как набор конструктивных элементов. Каждому такому элементу в библиотеке NX соответствует технологический переход. Таким образом, чтобы сформировать управляющую программу необходимо использовать функцию распознавания конструктивных элементов, а затем для найденных программой элементов сформировать набор технологических переходов. Однако набор стандартных элементов предлагаемой фирмой Siemens весьма ограничен и не учитывает специфику конкретного производства. В ранних версиях NX были доступны только конструктивные элементы, получаемые в ходе операций центровки, сверления, нарезания резьбы. Далее появились также элементы фрезерования, такие

как стандартные прямоугольные карманы и поверхности. Наконец в восьмой версии NX появилась возможность создавать собственные конструктивные элементы и технологические переходы для их обработки. Для того чтобы обеспечить работоспособность технологии FVM в условиях конкретного производства, необходимо наполнить базы данных конструктивных элементов и технологических переходов по их обработке. Для этого была разработана методика создания базы данных конструктивных элементов деталей и технологических переходов.

Основные этапы методики:

- обучение программы новым конструктивным элементам с помощью функции Teach Feature;
- обучение программы технологии обработки вновь созданного конструктивного элемента с помощью функции Teach Operation;
- поиск конструктивных элементов в модели обрабатываемой детали с помощью функции Find feature;
- формирование технологических переходов по обработке конструктивных элементов детали с помощью функции Create feature process;

Для правильного определения новых типов конструктивных элементов деталей, необходимо произвести группировку деталей по геометрическим признакам, на основе какого-либо классификатора.

Для решения поставленных задач классификационные признаки, заложенные в классификаторе должны давать четкое представление о присутствующих в детали конструктивных элементах. Также должна быть установлена связь между параметрами классификации и параметрами конструктивных элементов при моделировании в NX.

Была разработана методика классификация деталей, в ходе которой каждой детали присваивается код следующего формата: **Fa-Hb-Pcdef-Wgh-Li-Wij-Ck-Bl-Gm-PMIn**, где заглавные буквы обозначают различные конструктивные элементы, а прописные - переменные числовые индексы, отвечающие за наличие или отсутствие данного элемента, а также некоторые его характеристики.

Таким образом, признаками классификации деталей являются присутствующие конструктивные элементы и их характер.

Например, конструктивный элемент карман содержит ряд характеристик таких, как:

- замкнутость контура кармана;
- форма кармана;
- наклон боковых стенок кармана;
- характеристика ребер между стенками и дном кармана.

Технологическая подготовка механообработки нуждается в средствах верификации управляющих программ для станков с ЧПУ в целях исключения брака, проверки корректности траектории движения инструмента, контроля столкновений компонентов станка между собой и с заготовкой.

В настоящее время существуют специализированные программные продукты, для визуализации процесса обработки деталей на станках с ЧПУ. Однако, внедряя подобную программу, предприятию несет затраты на ее приобретение, наладку взаимодействия с действующей на предприятии CAD/CAM системой, обучение персонала.

Одной из наиболее широко распространенных мировых CAD/CAM систем, используемых для разработки управляющих программ, является Siemens NX. В тоже время данная система позволяет производить верификацию управляющих программ собственными средствами, используя симуляцию процесса обработки на кинематических моделях станков. Встроенная библиотека станков системы NX весьма ограничена. Эффективность процессов верификации во многом будет определяться использованием кинематических схем точно описывающих реальное металлорежущее оборудование. Система NX имеет в своем составе инструмент для разработки кинематических моделей станков – **Machine Tool Builder**.

Для создания кинематических моделей станков различной конфигурации была разработана методика, включающая в себя следующие пункты:

1. С помощью CAD-модуля системы NX подготовить электронную модель станка, см. рис. 1. Модель должна представлять собой файл сборки компонентов станка: станину, стол, салазки, шпиндель и др. Модель должна иметь максимально упрощенный вид, однако элементы, непосредственно относящиеся к кинематике станка, должны соответствовать оригиналу по форме и размерам. Для максимального соответствия при моделировании рекомендуется использовать чертежи из станочной документации, а также размеры, снятые с реальных станков путем измерений.

2. Для того чтобы наложить на модель кинематические связи необходимо воспользоваться модулем **Machine Tool Builder** системы NX. Вначале с помощью функции **Insert → Machine Base Component** необходимо задать базовый компонент станка - неподвижный компонент, к которому крепятся все остальные компоненты, которые задаются с помощью функции **Insert → Machine Component**, см. рис. 2.

3. Также следует создать компонент **SETUP**, отвечающий за автоматическое базирование де-

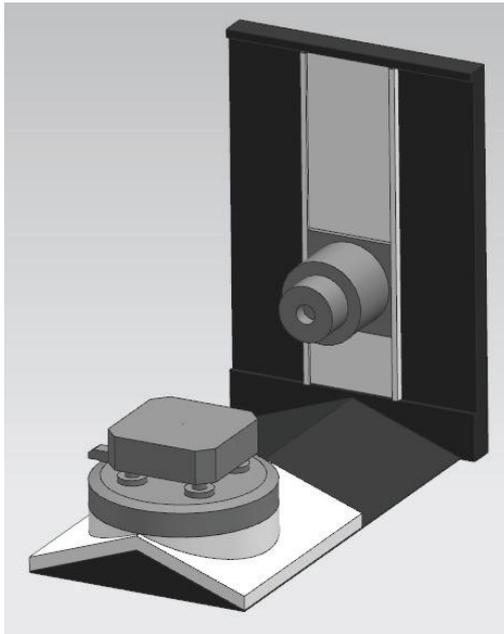


Рис. 1. Электронная модель станка

тали при добавлении модели станка в режиме обработки детали, а также компонент **SPINDLE**, который необходим для точной установки инструмента в патроне станка.

4. Далее необходимо описать все существующие перемещения компонентов станка с помощью функции **Insert** → **Axis**, см. рис. 3.

5. К созданной модели станка следует добавить постпроцессор, который можно создать с помощью приложения **PostBuilder**, идущего в составе NX.

6. Разрабатываемые с помощью **MachineToolBuilder** кинематические модели не позволяют задействовать все G-функции реализованные в современных стойках ЧПУ. По-

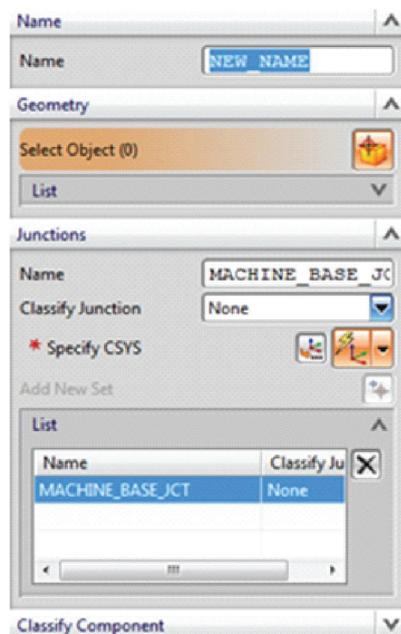


Рис. 3. Окно создания оси перемещения станка

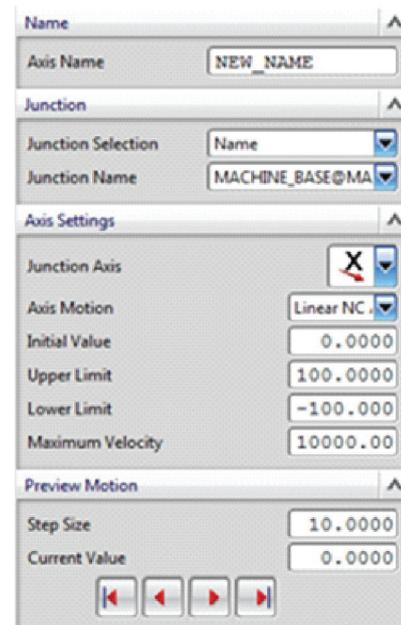


Рис. 2. Окно создания компонента станка

этому для создания полнофункциональных кинематических моделей был использован продукт Siemens Machine Configurator.

NX CAM поставляется с большим количеством примеров моделей кинематических схем станков с постпроцессорами и CSE-драйверами для Siemens 840D, Heidenhain TNC и Fanuc. Однако часто возникает необходимость переделать существующий или создать новый CSE драйвер под конкретный станок. Программный продукт Machine Configurator позволяет создать такой CSE драйвер, который представляет собой виртуальный контроллер движения кинематической модели станка.

В результате работы выявлены следующие особенности CSE технологии:

- использует NC код для управления 3D-моделями кинематических схем станков;
- позволяет осуществить верификацию УП;
- воспринимает конкретные, заранее определенные контроллером языки (Fanuc, Siemens 840D, Heidenhain TNC), производит синтаксическую проверку NC-программ;
- полностью встроена в NX;
- обеспечивает точный расчет времени обработки, основываясь на характеристиках осей станка;
- обеспечивает точное воспроизведение движений органов станка, надежное обнаружение столкновений при симуляции обработки;
- учитывает характеристики станка, а не только его кинематику;

CSE состоит из 4 основных компонентов:

Контроллер DLL. Представляющего собой синтаксический анализатор, который воспринимает язык конкретного контроллера.

Файл конфигурации контроллера (CCF). Это двоичный XML-файл, определяющий действия, которые будут выполнены моделью станка (распознает G-коды, задает скорость подачи и др.).

Machine Configuration Files (MCF). Это XML-файл для определения конфигурации осей станка и настроек многоканального станка. Позволяет использовать CCF-библиотеки.

Модуль подпрограмм. Позволяют обеспечить циклы смены инструмента, циклы сверления, подпрограммы определяемые пользователем и т.д.

С использованием драйвера CSE нами была проведена работа по настройке корректного исполнения команд вращения и остановки активного инструмента, компенсации на длину и радиус инструмента, выбору смещения относительно нуля станка, описанию движения органов станка при смене инструмента и т.д. Экспериментально подтверждено, что эта технология позволяет смоделировать максимально приближенные к реальности реакции на G-коды кинематической модели станка.

При работе с **MCF**-файлом доступны следующие вкладки:

- общее: информация о файле (включает в себя выбор контроллера);

- оси/шпиндели: настройка осей и шпинделей станка;

- каналы: определение принадлежности осей и шпинделей к тем или иным каналам;

- команды: определение поведения модели станка при выполнении команд;

- методы: стандартные функции, описанные в **CCF**-файле, которые могут быть использованы при создании команд.

7. Заключительным этапом при разработке кинематической модели станка является добавления новой кинематической модели в библиотеку станков.

Комплекс разработанных методик позволяет автоматизировать процесс создания управляющих программ для станков с ЧПУ, что в свою очередь ведет к стандартизации стратегий обработки деталей, выбора инструмента, режимов резания и др.

Автоматизация снижает действие человеческого фактора на процесс технологической подготовки, что ведет к снижению количества ошибок программирования.

DEVELOPMENT OF METHODICS OF AUTOMATIC PROGRAMMING FOR COMPUTER NUMERICAL CONTROL MACHINES

© 2012 O.S. Sergeev, A.R. Gismetulin, A.V. Madanov

Ulyanovsk State University

The text is devoted to a problem of increase of efficiency of technological preparation of machining. It tells about new technology FBM, which allows creating CNC programs automatically, using recognition and machining rules for different part's features. The feature-oriented detail's classifier was invented also. The technology of creation of kinematic models of CNC machines is presented. This decision allows using kinematic models for verification of CNC programs with before sending them to real machine.

Key words: CNC machine, kinematic model, machining simulation, program verification, CAD/CAM system, CNC system, detail's classifier, feature-based machining

Oleg Sergeev, Trainee-Researcher of Scientific Research Centre of CALS-Technologies. E-mail: sergeevos@mail.ru

Albert Gismetulin, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor at the of Mathematical Modeling of Technical Systems Department. E-mail: gismetulinar@yandex.ru

Alexandr Madanov, Trainee-Researcher Scientific Research Centre of CALS-Technologies.

E-mail: madanov.alexandr@yandex.ru