

РАЗРАБОТКА КИНЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ СТАНКОВ С ЧИСЛОВЫМ ПРОГРАММНЫМ УПРАВЛЕНИЕМ С ПОМОЩЬЮ СИСТЕМЫ SIEMENS NX8

© 2012 О.С. Сергеев, А.Р. Гисметулин

Ульяновский государственный университет

Поступила в редакцию 02.11.2012

В статье рассказывается об актуальной задаче контроля качества управляющих программ для станков с ЧПУ. Описана технология создания кинематических моделей станков с ЧПУ. Представлены примеры разработанных кинематических моделей станков.

Ключевые слова: механообработка, числовое программное управление, Machine Configurator, Siemens NX.

Формирование и реализация современных концепций механообрабатывающего производства на основе применения автоматизированных систем технологической подготовки производства является одним из ключевых элементов модернизации отечественной промышленности, которая выражается в существенном повышении производительности обработки, повышении качества обработанных деталей, снижении процента брака. Внедрение современных методов механообработки особо актуально для высокотехнологичных отраслей промышленности и прежде всего авиастроительной.

Особенности механообрабатывающего производства в авиационной промышленности обусловлены сложностью геометрии деталей авиационной техники, используемых материалов, способов обработки. Современные станки с ЧПУ позволяют решать данные проблемы. Однако остро встает вопрос качества и технологичности разработки управляющих программ для станков с ЧПУ, того насколько эффективно при этом используются возможности собственно станка, управляющей стойки, алгоритм обработки деталей, возможности систем управления производством. Учёт указанных параметров позволяет сформировать управляющую программу, оптимизированную по ряду параметров: качеству обработанной детали, времени разработки программы, времени обработки детали, износу инструмента и т.д.

Технологическая подготовка механообработки нуждается в средствах верификации управляющих программ для станков с ЧПУ в целях исключения брака, проверки корректности траектории движения инструмента, контроля стол-

кновений компонентов станка между собой и с заготовкой. В частности такие задачи встали перед предприятием ЗАО «Авиастар-СП» в процессе переоснащения парка механообрабатывающего оборудования.

Симуляция обработки деталей на станках с ЧПУ также может использоваться в процессе подготовки специалистов в рамках направления «Автоматизация технологической подготовки производства», по которому ведется подготовка на кафедре математического моделирования технических систем Ульяновского государственного университета. Благодаря этому будущие технологи-программисты могут получить навык работы со станком без использования реального оборудования.

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

Выходом из данной ситуации является использование интегрированных в САД/САМ системы средств проверки управляющих программ для станков с ЧПУ.

Разнообразие операций механообработки обуславливается широкой номенклатурой обрабатываемых авиационных деталей, что в свою очередь вызывает необходимость в разработке кинематических моделей станков различной конфигурации. Также необходима проверка корректности моделей с учетом опций стоек станков с числовым программным управлением с учетом унификации деталей, применяемых в авиастроении и требуемого качества обработки.

Обобщенное содержание разработанной методики по созданию кинематических моделей станков с помощью модуля Machine Tool Builder системы Siemens NX включает в себя следующие пункты:

Сергеев Олег Сергеевич, стажер-исследователь Управления научных исследований. E-mail: sergeevos@mail.ru
Гисметулин Альберт Растемович, кандидат технических наук, доцент кафедры математического моделирования технических систем.
E-mail: gismetulinar@yandex.ru

1. При подготовке электронной модели станка необходимо соблюдать ряд правил:

- имя папки для новой кинематической модели и имя файла сборки должны быть одинаковыми. Например, если название папки «*simXX (порядковый номер кинематической модели 01,02,...) _mill_X (число координат станка)ax*», тогда название файла сборки выглядит следующим образом «*simXX_mill_Xax.prt*»;

- файл сборки станка и входящие в него детали хранятся в папке *graphics* в папке кинематической модели станка (*simXX_mill_Xax\graphics*);

- в папке *graphics* должно содержаться два файла сборки, на один из которых будут наложены кинематические связи. Соответственно он должен иметь имя, отличное от основного файла сборки;

- для грамотной организации структуры компонентов станка рекомендуется придерживаться единого порядка именования файлов. Например, неподвижные компоненты станка рекомендуется именовать «*_base_XX», подвижные элементы рекомендуется именовать «*_slide_XX»;

- каждый компонент станка должен иметь уникальное имя, не повторяющееся в других кинематических моделях станков;

- для избегания ошибок рекомендуется хранить пользовательские кинематические модели станков вместе со стандартными моделями, поставляемыми с NX. (... \MACH\resource\library\machine\installed_machines).

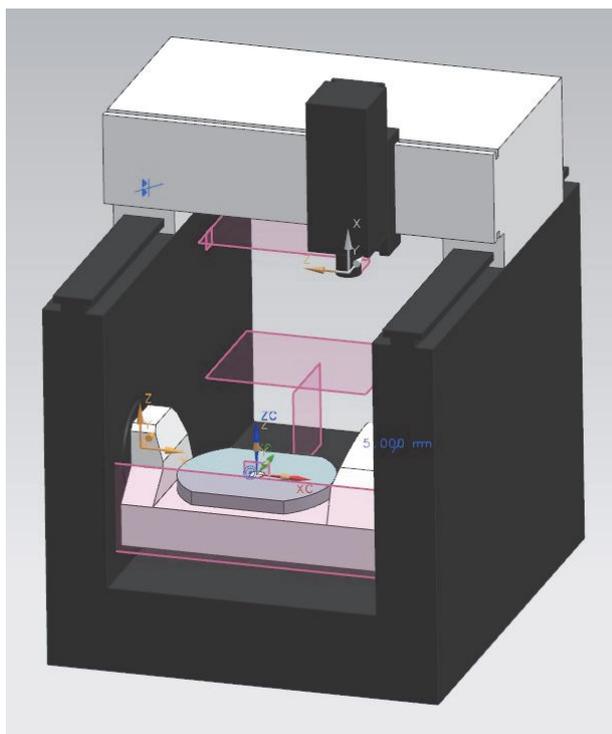


Рис. 1. Электронная модель станка

2. Для процесса задания компонентов станка на примере базового компонента:

- имя задается произвольно (рекомендуется оставить имя «*MACHINE_BASE*»);

- в качестве базового компонента выбрать неподвижное основание станка;

- если компонент, связанный с задаваемым, движется вращательно, то необходимо заполнить поле *Junction* («Переход»). Переход определяет центр вращения каждого вращательного элемента станка;

- далее необходимо задать систему координат. Систему координат следует разместить так, чтобы ее центр находился на оси вращения компонента, а направление осей должно совпадать с направлением базовых осей станка, как показано на рис. 2;

- название рекомендуется формировать из обозначения оси, вокруг которой будет происходить вращение (в нашем случае ось *A*) и сокращения *ROT* для обозначения типа движения. Поле *Junction* не заполняется;

- поле *Classify Junction* не заполняется.

3. При создании перемещений компонентов следует придерживаться следующих пунктов:

- в поле *Axis Name* вводится имя оси, относительно которой происходит движение;

- в поле *Junction Axis* необходимо выбрать базовую ось, которая соответствует создаваемой оси перемещения;

- в поле *Axis Motion* необходимо выбрать тип движения;

- поля *Upper Limit* и *Lower Limit* определяют границы перемещения компонента.

4. Создание постпроцессора для кинематической модели станка представляет собой отдельную самостоятельную задачу.

5. Для связи постпроцессора с конкретной моделью станка необходимо создать файл драйвера станка. Он необходим для корректной интерпретации команд управляющей программы в ходе симуляции. Драйвер станка состоит из двух файлов. Первый файл с расширением *.ccf* – файл конфигурации контроллера, который содержит в себе базовую информацию, используемую для симуляции обработки на станке с соответствующим контроллером. Набор *CCF*-файлов для некоторых систем ЧПУ предоставляется фирмой Siemens вместе с приложением *Machine Configurator*, см. рис. 4. Данное приложение позволяет создавать и редактировать второй файл драйвера станка с расширением *.mcf*. Данный файл позволяет пользователю производить настройку драйвера для корректной симуляции при создании новых кинематических моделей станков.

6. При добавлении кинематической модели станка в библиотеку станков NX расположен-

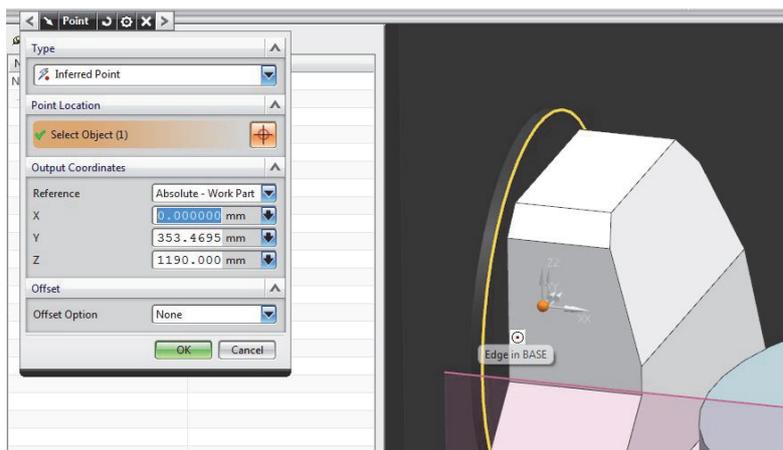


Рис. 2. Определение системы координат

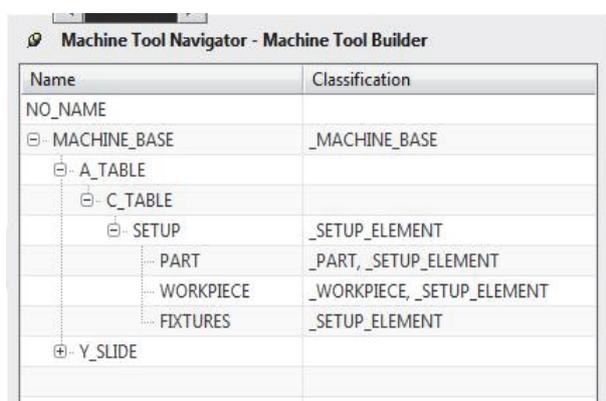


Рис. 3. Пример основного меню модуля Machine Tool Builder CAD/CAM системы NX, отображающего дерево компонентов станка

ную в папке *MACH\resource\library\machine\ascii\machine_database.dat* необходимо придерживаться следующей структуры данных:

DATA(начало новой записи); оригинальное название станка, например, «*sim02_mill_3ax_fanuc_mm*»; тип станка: 1 – фрезерный станок, 2 – токарный станок, 3 – электроэрозионный станок, 4 – токарно-фрезерный станок, 9 – обрабатывающий центр; производитель; короткое описание станка; указание контроллера станка; имя файла конфигурации, содержащего список пост-

процессоров для данного станка; фактор жесткости для обращения к данным из библиотеки станков, должен быть меньше или равен единице; полный путь к файлу кинематической модели станка. Пример заполнения записи в библиотеке:

```
DATA|sim16_mill_3ax_sinumerik_mm1|1|3-AxMillVertical|Mazak|Example|${UGII_CAM_LIBRARY_INSTALLED_MACHINES_DIR}|sim16_mill_3ax_sinumerik_mm.dat|1.000000|${UGII_CAM_LIBRARY_INSTALLED_MACHINES_DIR}|sim16_mill_3ax\graphics\sim16_mill_3ax.
```

На основе анализа деталей, обрабатываемых на предприятии ЗАО «Авиастар-СП», были выделены следующие критерии типизации деталей:

- плоские детали с любой формой контура, детали одной толщины, ступенчатой толщины, плоские детали с карманами, пазами, отверстиями и т.д. Характерной чертой этой группы является простота крепления на станке, применение для обработки только типовых торцевых фрез, плоские траектории инструмента, эффективная круговая интерполяция. Для выполнения обработки таких деталей достаточно трехкоординатного станка;
- условно плоские детали, детали, имеющие кривизну с одной или более сторон, без наличия

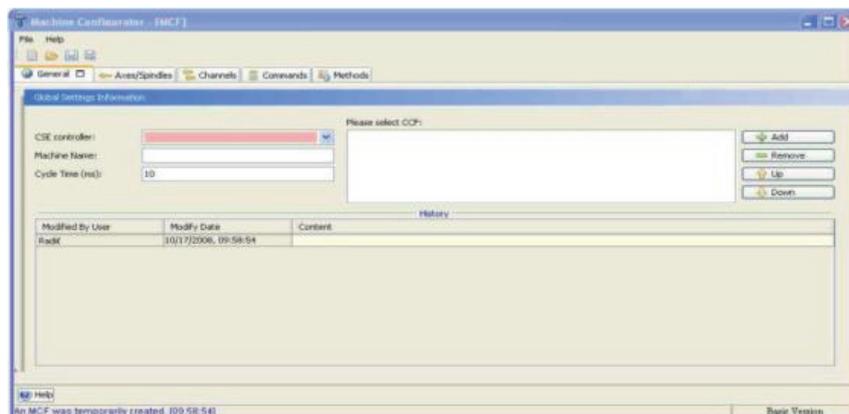


Рис. 4. Machine Configurator

закрытых зон, поднутрений и малок. Для обработки таких деталей применяется торцевой и радиусный фрезерный инструмент. Траектория инструмента при обработке плоских участков имеет массивы 3-х мерных перемещений инструмента. В этом случае обработка криволинейных поверхностей ведется строчкой или зигзагом;

- детали, требующие для обработки 3 и более переустановок. Для таких деталей становится целесообразным применение многоосевого фрезерного оборудования. В общем случае, обработка на 5-ти координатном станке имеет всего 2 переустановки детали. На первом переустановке готовится база. На втором обрабатывается оставшееся пространство. Из этого следует, что перевод обработки на многоосевой станок снижает количество оснастки, увеличивает точность изготовления детали, но при этом значительно

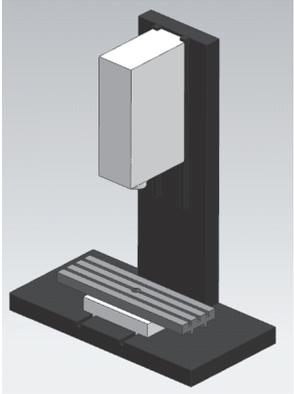
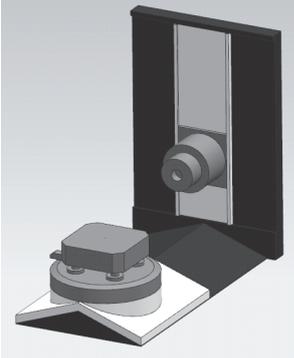
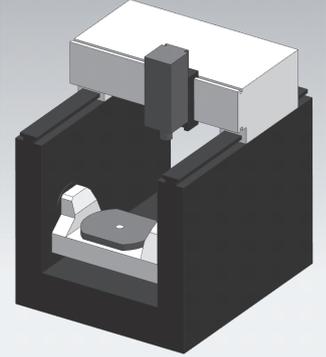
усложняет подготовку оснастки и разработку управляющих программ.

Таким образом, можно сделать вывод, что в рамках авиационного предприятия широко применяются фрезерные станки различной конфигурации от трех до пятикоординатных.

На основе разработанной методики были созданы экспериментальные кинематические модели реальных станков различной компоновки из номенклатуры ЗАО «Авиастар-СП», см. табл. 1.

После подготовки кинематических моделей станков были проведены испытания, которые заключались в проверке соответствия геометрических параметров кинематических моделей станков, в том числе и рабочей зоны и проверке корректности выполнения эталонных управляющих программ, содержащих базовые технологические операции, использующие все возможности стан-

Таблица 1. Фрезерные станки

Модель станка	Изображение	Кинематическая модель
MazakNEXUS 410A-II-вертикальный фрезерный трехкоординатный станок		
MazakHSN 4000 горизонтальный фрезерный четырехкоординатный станок		
MazakVARIAXIS630 вертикальный фрезерный пятикоординатный станок		

ка. Для проведения эксперимента произведен выбор эталонных управляющих программ, соответствующих параметрам типизированных деталей. В ходе выполнения эксперимента подлежали оценке следующие характеристики:

- соответствие геометрических параметров кинематической модели станка геометрическим параметрам реального оборудования;
- соответствие рабочей зоны кинематической модели станка рабочей зоне реального оборудования;
- адекватность выполнения команд эталонной управляющей программы кинематической моделью станка выполнению реальным оборудованием;
- адекватность выполнения команд кинематической моделью станка реальному оборудованию.

В случае соответствия всех характеристик кинематических моделей реальному оборудованию возможно практическое использование полученных моделей при проведении экспериментов, связанных с разработкой управляющих программ, оптимизированных по заданным параметрам и их

верификации на разработанных по предложенной методике кинематических моделях фрезерного оборудования. Также за счет предложенных алгоритмов создания кинематических моделей станков возможно сокращение количества ошибок при подготовке управляющих программ.

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке в рамках Государственного контракта № 07.514.11.4064 «Разработка методики и алгоритмов управления станками с числовым программным управлением с использованием современных CAD\CAM систем с целью оптимизации процессов обработки деталей, применяемых в авиастроении».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Станки и их компоненты (шпиндели, зажимные устройства, поворотные столы и др.) [Электронный ресурс]: Обзор иностранного оборудования/ Станкоинформ. Режим доступа: <http://www.stankoinform.ru/01.Stanki11.htm> (дата обращения 5.09.2012).

DEVELOPMENT KINEMATIC MODEL OF THE MACHINES WITH NUMERICAL CONTROL BY MEANS OF SIEMENS NX8

© 2012 O.S. Sergeev, A.R. Gismetulin

Ulyanovsk State University

In article it is told about an actual problem of quality control of operating programs for CNC machines. The technology of creation of kinematic models of CNC machines is described. Examples of the developed kinematic models of machines are presented.

Keyword: machining, computer numerical control, Machine Configurator, Siemens NX.

*Oleg Sergeev, Trainee Research Office of Scientific Research.
E-mail: sergeevos@mail.ru*

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