

УДК 681.513.2

ПРИМЕНЕНИЕ CSE-ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ВЕРИФИКАЦИИ УПРАВЛЯЮЩИХ ПРОГРАММ В СРЕДЕ NX 8.0

© 2013 А.В. Маданов, А.Р. Гисметулин

Ульяновский государственный университет

Поступила в редакции. 26.09.2013

Статья посвящена проблеме повышения качества управляющих программ для станков с ЧПУ путем использования программ-верификаторов. Разработана методика создания CSE-драйверов для кинематических моделей станков с ЧПУ с использованием программы Tecnomatix Machine Configurator. Ключевые слова: CSE технология, кинематическая модель станка, симуляция обработки, верификация управляющих программ, CAD/CAM система, станок с ЧПУ, система ЧПУ.

ВВЕДЕНИЕ

Авиастроительные предприятия характеризуются широкой номенклатурой деталей, а также большим количеством деталей со сложной геометрией. Для обработки авиационных деталей на производстве применяют различные станки с числовым программным управлением (ЧПУ).

Эффективность технологической подготовки производства на станках с ЧПУ определяется в основном качеством управляющих программ (УП).

Для обработки авиационных деталей зачастую используются 5-ти координатные станки, а управляющие программы для них характеризуются использованием большого числа функций стоек ЧПУ. Кроме того, стоимость заготовок для таких деталей очень высока. В связи с этим предъявляются высокие требования к качеству УП и квалификации технолога-программиста.

ЭТАП ВЕРИФИКАЦИИ УПРАВЛЯЮЩИХ ПРОГРАММ

Таким образом, 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. Многие САМ-системы позволяют выполнять симуляцию обработки детали на основе внутреннего представления траектории. При такой симуляции модель режущего инструмента перемещается относительно

3D-модели заготовки с целью проверки траектории обработки. Такая симуляция не учитывает ошибок постпроцессора, возможные соударения рабочих органов станка и требует дополнительной проверки на станке или с помощью специализированной верификационной программы.

Целесообразно использовать программные продукты, которые позволяют производить симуляцию обработки на основе кода УП (G-кода) с использованием кинематической модели станка, что гарантирует идентичность работы симулятора и реального станка. Этот факт требует изменения в существующей методике разработки технологии изготовления деталей, добавляя стадию верификации УП с использованием кинематической модели станка (см. рис. 1).

В настоящее время существуют специализированные программные продукты (внешние по отношению к САМ-системе верификаторы УП), предназначенные для визуализации процесса обработки деталей на станках с ЧПУ. Они позволяют выявить ошибки в УП, произвести контроль столкновений рабочих органов станка с заготовкой, оснасткой, выявить превышения пределов перемещения по осям и отследить непроизводительные движения до передачи УП в производство.

К таким программным продуктам относятся система симуляции VERICUT компании CGTech, редактор управляющих программ CIMCO Edit компании CIMCO Integration и др.

Однако, внедряя подобную программу, предприятие несет затраты на ее приобретение, наладку взаимодействия с действующей на предприятии CAD/CAM системой, обучение персонала, дублирование библиотек моделей инструментов и деталей [1]. Кроме того, программистам приходится постоянно переключаться между САМ-системой и верификатором, что ведёт к потерям времени и вызывает неудобства в работе.

Маданов Александр Владимирович, аспирант кафедры математического моделирования технических систем, младший научный сотрудник центра CALS-технологий. E-mail: madanov.alexandr@yandex.ru

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



Рис. 1. Схема подготовки производства

Данные недостатки отсутствуют у встроенных в САМ-систему верификаторов, но, на сегодняшний день, таких систем на рынке немного и вопрос использования встроенных верификаторов в таких системах часто не проработан на предприятиях в виду нехватки высококвалифицированных специалистов, которые способны правильно настроить и использовать такие верификаторы.

ВЕРИФИКАЦИЯ УПРАВЛЯЮЩИХ ПРОГРАММ СРЕДСТВАМИ СИСТЕМЫ NX 8.0

Одной из широко распространённых в мире САД/САМ систем, используемых для разработки управляющих программ, является Siemens NX. Данная система имеет в своём составе, помимо САМ-модуля, подсистему симуляции и верификации (Integrated Simulation and Verification), которая позволяет производить симуляцию не только управляющей траектории, но и симуляцию процесса обработки с использованием кинематической модели станка в кодах управляющей программы (G-код).

Верификационная схема NX 8.0 требует наличия трёх компонентов: кинематической модели станка, виртуального контроллера системы управления (драйвер системы ЧПУ) и встроенного постпроцессора NX. Кинематическая модель станка представляет собой сборочную модель с наложенными кинематическими связями, ограничивающими перемещения по осям компонентов станка. Постпроцессор служит для трансляции внутреннего представления траектории инструмента в управляющую программу. Виртуальный контроллер системы управления используется в модуле NX ISV для управления

движениями кинематической модели станка по кадрам управляющей программы.

NX САМ поставляется с ограниченным количеством примеров моделей кинематических схем станков с постпроцессорами и драйверами для различных производителей ЧПУ. Однако механикообрабатывающее производство предприятия обладает своим парком станков, и эти станки характеризуются различными кинематическими схемами (различной конструкцией) и системами управления (стойками ЧПУ). Эффективность процессов верификации во многом будет определяться использованием кинематических моделей станков точно описывающих реальное металло-режущее оборудование, поэтому часто возникает необходимость переделать стандартную верификационную схему или создать новую под конкретную комбинацию станок / система ЧПУ.

Для разработки кинематических моделей станков в составе системы NX имеется специальный модуль - Machine Tool Builder. Он позволяет наложить кинематические ограничения на компоненты сборки станка в заранее подготовленном сборочном файле. К созданной модели станка следует добавить постпроцессор, который можно создать с помощью входящего в состав NX редактора постпроцессоров Post Builder.

Кроме самой кинематической модели и постпроцессора для симуляции на основе машинного кода (Machine Code Simulate) в NX необходим специальный виртуальный контроллер (или драйвер) системы управления станком, т.е. драйвер стойки ЧПУ, настроенный под конкретный станок. Процесс создания и настройки такого драйвера представляет определённую сложность и мало освещён в технической документации и других источниках.

Встроенная симуляция и верификация NX поддерживает две модели таких драйверов: стандартную модель драйвера станка - Machine Tool Driver (MTD) и модуль общего ядра симуляции - Common Simulation Engine (CSE). Кроме того, MTD – это дополнение к постпроцессору NX, которое представляет собой набор настроек для управления кинематической моделью на языке программирования TCL в файле вида «имя_постпроцессора_vnc.tcl». MTD необходимо создавать и настраивать с помощью редактора постпроцессоров NX Post Builder на специальной вкладке «Виртуальная система ЧПУ». Зачастую для симуляции работы станка в системе NX пользователи применяют технологию MTD, однако симуляция на основе такого драйвера имеет ряд существенных недостатков. Такой драйвер связан с постпроцессором, и верификация УП на его основе не сможет выявить возможные ошибки в постпроцессоре и обеспечить полную идентичность работы симулятора и реального станка. CSE не имеет указанного недостатка, так как не является дополнением к постпроцессору NX и позволяет производить симуляцию файла УП от любой другой САМ-системы.

CSE состоит из 4 основных компонентов[1]:

- контроллер DLL - представляет собой синтаксический анализатор, который воспринимает язык конкретного контроллера;
- файл конфигурации контроллера Controller Configuration File (CCF) - это двоичный XML-файл, определяющий действия, которые будут выполнены моделью станка (распознает G-коды, задает скорость подачи и др.);
- файл конфигурации станка Machine Configuration Files (MCF) - это XML-файл для определения конфигурации осей станка и настроек многоканального станка. Позволяет использовать CCF-библиотеки и дополнять их функционал;
- модуль подпрограмм - позволяет обеспечить циклы смены инструмента, циклы сверления, подпрограммы определяемые пользователем и т.д.
- CSE-драйвер поставляется с примерами кинематических моделей станков NX для Siemens 840D, Heidenhain TNC и Fanuc. Файлы подпрограмм пользователь может настроить под свой станок (см. рис. 2), а файлы MCF и CCF закрыты от редактирования.

Однако стандартные CSE-драйверы не всегда позволяют задействовать все G-функции реализованные в современных стойках ЧПУ, поэтому возникает необходимость переделать существующий или даже создать новый MCF файл под конкретную комбинацию станок / система ЧПУ. Поэтому для создания полнофункциональных CSE-драйверов в линейке программного обеспечения фирмы Siemens есть приложение

```

DOOR.SPF
1  PROC DOOR (INT OPEN)
2
3  ##LANGUAGE AC
4
5  // Define motion of the Door
6
7  INT nDoorOpenFlag;
8  nDoorOpenFlag = getVariable("OPEN");
9
10 IF (nDoorOpenFlag);
11     // Open Door
12     move (AXIS,"DOOR_AXIS", 700, 1.0);
13 ELSE;
14     // Close Door
15     move (AXIS,"DOOR_AXIS", 0, 0.1);
16 ENDIF;
17
18 ##LANGUAGE NATIVE
19
20 ret
    
```

Рис. 2. Пример кода подпрограммы

Tecnomatix Machine Configurator (см. рис. 3), которое позволяет создавать и редактировать MCF и CCF файлы.

В результате изучения принципов работы CSE-драйвера станка и возможностей программного продукта Machine Configurator была разработана методика создания CSE-драйвера станка, которая включает несколько основных этапов:

- а) сбор данных о конкретной комбинации станок / система ЧПУ;
- б) настройка общих параметров MCF-файла;
- в) подбор и подключение подходящего для данной системы ЧПУ CCF-файла (или создание своего CCF-файла при необходимости);
- г) настройка рабочих осей станка, шпинделей и каналов;
- д) программное описание необходимого для симуляции работы станка функционала стойки ЧПУ (G-кодов) с использованием CSE Documentation;
- е) создание файлов подпрограмм и подключение к MCF-файлу;
- ж) подключение CSE-драйвера к кинематической модели станка;
- з) проверка и отладка функционала разработанного CSE-драйвера с использованием эталонной модели детали и управляющих программ, отработанных на реальном оборудовании.

Под эталонной моделью детали понимается файл САМ-системы, предназначенный для проверки кинематических моделей станков или постпроцессоров и содержащий деталь с определённым набором конструктивных элементов и операции

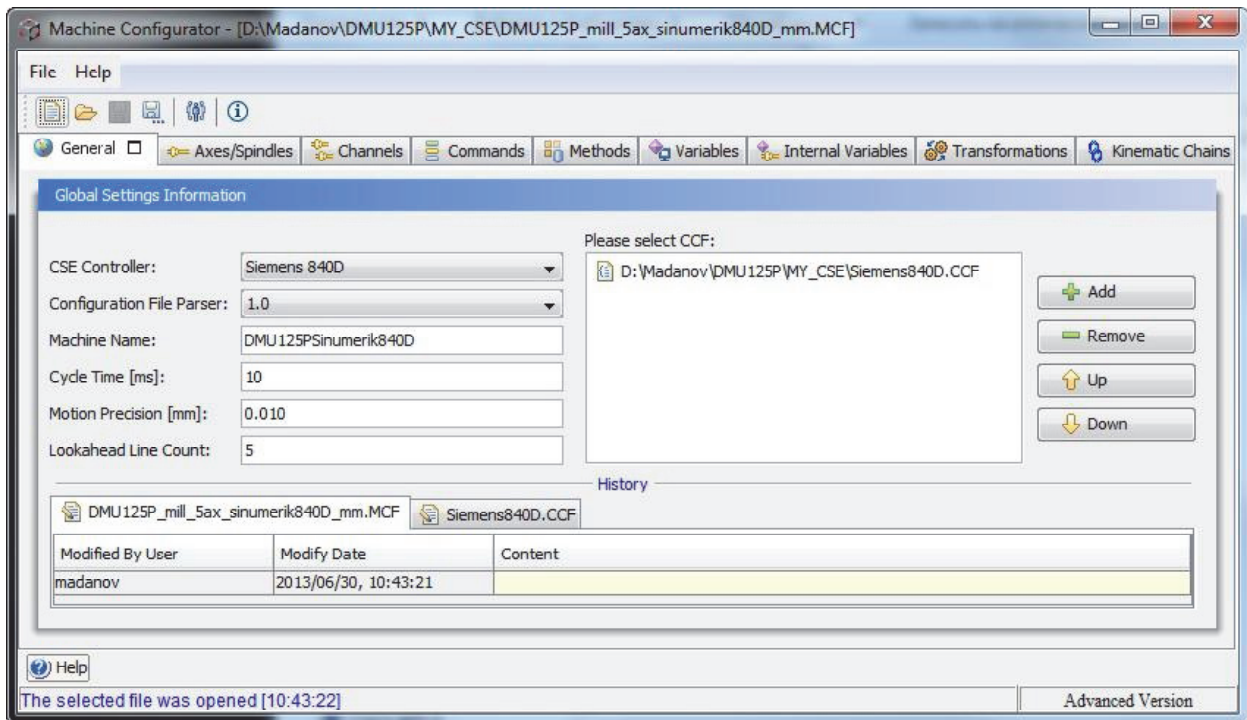


Рис. 3. Интерфейс программы Tescnomatic Machine Configurator

механообработки этих конструктивных элементов. Модель детали должна содержать конструктивные элементы для проверки как 3-х координатных операций, так и 3+2 и 5-ти координатных операций. В структуре обработки эталонной детали также должны быть предусмотрены группы операций для проверки межоперационных переходов, станочных циклов и т.п.

Была разработана верификационная схема (кинематическая модель станка, CSE-драйвер, постпроцессор) на примере 5-ти координатного

станка «DMU125P» с ЧПУ «Sinumerik 840D» (см. рис. 4).

С использованием программы Tescnomatic Machine Configurator была проведена работа по настройке корректной работы CSE-драйвера для данного станка. Отладка CSE-драйвера осуществлялась с помощью производственной эталонной модели детали и тестовых управляющих программ.

При сравнении MTD и CSE технологии было экспериментально подтверждено, что CSE тех-

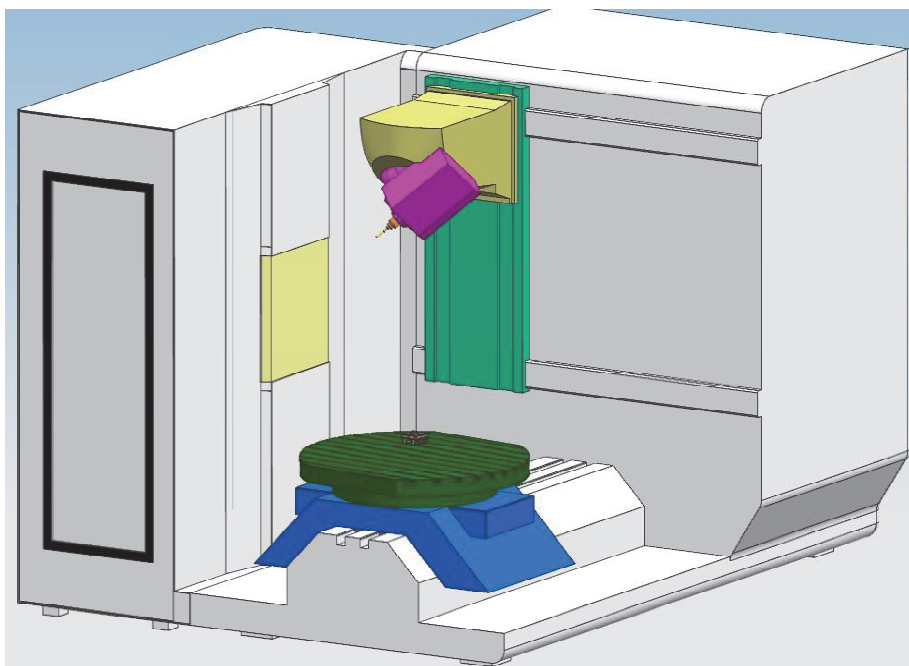


Рис. 4. Кинематическая модель станка «DMU125P» с ЧПУ «Sinumerik 840D»

нология позволяет смоделировать максимально приближенные к реальности реакции на G-коды кинематические модели станка.

ВЫВОДЫ

Анализ возможностей системы NX показал, что входящая в состав системы NX 8.0 подсистема ISV может служить для верификации УП на основе G-кода. Однако верификационная схема NX требует наличия трёх компонентов: кинематической модели станка, встроенного постпроцессора NX и виртуального контроллера системы управления (драйвера станка). Для того чтобы создать или изменить эти компоненты необходимо использовать специальные программные продукты: NX Machine Tool Builder позволяет создавать кинематические модели станков, NX Post Builder позволяет создавать постпроцессоры. В NX возможно использование двух технологий драйверов станков – традиционной модели контроллера MTD и модуль общего ядра симуляции CSE. В работе выяснено, что технология CSE не дублирует ошибки постпроцессора и является более прогрессивной технологией, чем MTD. Так же в работе предложена методика создания CSE-драйвера

станка с использованием программы Tecnomatix Machine Configurator. Данная методика была успешно применена при создании CSE-драйвера для станка «DMU125P» с системой ЧПУ «Sinumerik 840D».

К основным итогам внедрения верификации управляющих программ можно отнести: повышение качества УП, обеспечение точности и доступности данных, сокращение времени на разработку УП за счет оптимизации, исключение аварийных случаев на производстве, ускорение процесса внедрения управляющих программ на 15-20%. Это возможно благодаря визуализации процесса обработки с использованием 3D-модели детали, заготовки, оснастки, инструмента и станка.

Работа выполнена в рамках государственного задания Министерства образования и науки Российской Федерации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Сергеев О.С., Гисметулин А.Р., Маданов А.В.* Автоматизация подготовки управляющих программ для станков с числовым программным управлением // Известия Самарского научного центра РАН. 2012. Т. 14. № 4(2). С. 399 – 402.

THE USE OF CSE-TECHNOLOGY FOR NC PROGRAM VERIFICATION IN NX 8.0

© 2013 A.V. Madanov, A.R. Gismetulin

Ulyanovsk State University

This article is devoted to a problem of NC program quality improvement by using of the NC program verification software. The article suggests the CSE-drivers for kinematic models of CNC machines creation technology using Tecnomatix Machine Configurator.

Keywords: CSE technology, kinematic model, machining simulation, NC program verification, CAD/CAM system, CNC machine, CNC system.

Aleksandr Madanov, Post-Graduate Student at the Mathematical Modeling of Technical Systems Department, Associate Research Fellow at the Scientific Research Centre of CALS-technologies. E-mail: madanov.alexandr@yandex.ru
Albert Gismetulin, Candidate of Technics, Associate Professor at the Mathematical Modeling of Technical Systems Department, E-mail: gismetulinar@yandex.ru