Бунаков П. Ю., Широких Э. В.

Сквозное проектирование в машиностроении. Основы теории и практикум

Допущено учебно-методическим объединением вузов по образованию в области автоматизированного машиностроения (УМО АМ) в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств», специальности «Автоматизация технологических процессов и производств (машиностроение)» направление подготовки «Автоматизированные технологии и производства»

ДМК Пресс
издательство
Москва, 2010

УДК 32.973.26-018.2
ББК 004.438
Б91

Р е ц е н з е н т ы

Доктор технических наук, профессор, главный специалист
отдела 122 Конструкторского бюро машиностроения *Трушков А. С.*

Кандидат технических наук, доцент, главный инженер
Научно-исследовательского и конструкторско-технологического института
подвижного состава *Огуенко В. Н.*

Б91 Бунаков П. Ю., Широких Э. В.
Сквозное проектирование в машиностроении. Основы теории и практикум.
– М.: ДМК Пресс, 2010. – 120 с.: ил.

ISBN 978-5-94074-620-1

Учебное пособие содержит материалы для выполнения практических занятий по сквозному проектированию изделий машиностроения, начиная от создания математической модели в среде САПР T-FLEX и заканчивая изготовлением опытного образца на фрезерно-гравировальном станке EGX-300.

Для студентов высших учебных заведений, обучающихся по специальности 151001 «Технология машиностроения», специализация «САПР технологических процессов». Будет полезна студентам средних специальных учебных заведений, а также преподавателям, работающим в области автоматизированного проектирования и технологической подготовки производства.

УДК 32.973.26-018.2
ББК 004.438

Все права защищены. Любая часть этой книги не может быть воспроизведена в какой бы то ни было форме и какими бы то ни было средствами без письменного разрешения владельцев авторских прав.

Материал, изложенный в данной книге, многократно проверен. Но поскольку вероятность технических ошибок все равно существует, издательство не может гарантировать абсолютную точность и правильность приводимых сведений. В связи с этим издательство не несет ответственности за возможные ошибки, связанные с использованием книги.

ISBN 978-5-94074-620-1

© Бунаков П. Ю., Широких Э. В., 2010
© Оформление, издание, ДМК Пресс, 2010

Краткое содержание

ПРЕДИСЛОВИЕ 6

ВВЕДЕНИЕ 7

ПЕРЕЧЕНЬ ИСПОЛЬЗУЕМЫХ СОКРАЩЕНИЙ 10

ГЛАВА 1. ФРЕЗЕРНО-ГРАВИРОВАЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС EGX-300 11

ГЛАВА 2. ВСТРОЕННОЕ ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ EGX-300 19

ГЛАВА 3. МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ИЗУЧЕНИЯ ВЫСОКОИНТЕГРИРОВАННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ НА БАЗЕ САПР T-FLEX 31

ГЛАВА 4. СОПРЯЖЕНИЕ КОМПЛЕКСА EGX-300 С САПР T-FLEX 41

ГЛАВА 5. ОСНОВЫ МЕТОДИКИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ОПЕРАЦИОННЫХ ТП ДЛЯ ОБРАБОТКИ ДЕТАЛЕЙ НА СТАНКАХ С ЧПУ 49

ГЛАВА 6. РАЗРАБОТКА УПРАВЛЯЮЩИХ ПРОГРАММ 59

ГЛАВА 7. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОСНАЩЕНИЯ ДЛЯ ОБРАБОТКИ ОБРАЗЦОВ ДЕТАЛЕЙ 71

ГЛАВА 8. МЕТОДИКА ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ НА СТАНКЕ МОД. EGX-300 77

ГЛАВА 9. ПРАКТИКА СКВОЗНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ОБРАЗЦОВ ДЕТАЛЕЙ 83

ЗАКЛЮЧЕНИЕ 118

ЛИТЕРАТУРА 119

Содержание

Предисловие 6

Введение 7

Перечень используемых сокращений 10

Глава 1
Фрезерно-гравировальный комплекс EGX-300 11

1.1. Технические характеристики комплекса 12
1.2. Установка материала и инструмента 13
1.3. Установка начальной точки 14
1.4. Установка параметров обработки 15

Глава 2
Встроенное программное обеспечение EGX-300 19

2.1. Основные характеристики программного обеспечения 20
2.2. Пример формирования геометрической модели 23
2.3. Возможности встроенного программного обеспечения 28

Глава 3
Методические основы изучения высокоинтегрированных технологий на базе САПР T-FLEX 31

3.1. Возможности основных систем комплекса T-FLEX 32
3.2. Система T-FLEX как учебная САПР 35
3.3. Методика параметрического проектирования в системе T-FLEX 37
3.4. 3D-моделирование в системе T-FLEX 38

Глава 4
Сопряжение комплекса EGX-300 с САПР T-FLEX 41

4.1. Краткое описание формата DXF 42
4.2. Написание интерфейсных программ DXF 47

Глава 5
Основы методики проектирования операционных ТП для обработки деталей на станках с ЧПУ 49

Глава 6
Разработка управляющих программ 59

6.1. Методика составления управляющих программ 60
6.2. Основные возможности системы T-FLEX ЧПУ 61
6.3. Имитация обработки со съемом материала 63
6.4. Методика проектирования управляющих программ в T-FLEX ЧПУ 65
6.5. Особенности 3D- и 5D-обработки 67

Глава 7
Разработка технологического оснащения для обработки образцов деталей 71

Глава 8
Методика изготовления деталей на станке мод. EGX-300 77

8.1. Подготовка информации 78
8.2. Управление процессом обработки 80

Глава 9
Практика сквозного моделирования образцов деталей 83

9.1. Методика моделирования детали «Скоба» 84
9.2. Методика моделирования детали «Корпус 1» 88
9.3. Методика моделирования детали «Шатун» 93
9.4. Методика моделирования детали «Колесо турбокомпрессора» 97
9.5. Методика моделирования детали «Крышка» 103
9.6. Методика моделирования детали «Корпус 2» 110
9.7. Методика изготовления деталей на станке EGX-300 115

Заключение 118

Литература 119

Предисловие

Одной из ведущих тенденций информатизации промышленных предприятий является процесс слияния решений для автоматизации проектирования и технологической подготовки производства с решениями для автоматизации производственных процессов. Это связано с необходимостью перехода к более сложным задачам создания автоматизированных систем для управления всеми этапами жизненного цикла изделия, включая управление этапом его изготовления на современном высокопроизводительном оборудовании с числовым программным управлением (ЧПУ) [9, 13].

Проблема интеграции отдельных этапов жизненного цикла изделий в процессе автоматизации возникла достаточно давно, практически одновременно с появлением первых автоматизированных систем. Особую актуальность она приобрела в последние годы, когда предприятия начали активно переходить от автоматизации отдельных задач и подразделений к комплексной автоматизации [15]. Необходимость интеграции определяется прежде всего потребностями самих предприятий: в условиях конкуренции нужно оптимизировать процессы проектирования, технологической подготовки производства и изготовления изделий, оперативно реагировать на быстро меняющиеся условия спроса и предложения на рынке, повышение требований к качеству выпускаемой продукции, срокам исполнения заказов и т. д.

Это диктует необходимость внесения изменений в структуру подготовки инженеров-технологов как специалистов, непосредственно участвующих в подобных интеграционных процессах и, более того, призванных быть их организаторами и непосредственными исполнителями. Преподавание технологий автоматизированного проектирования должно базироваться на самых современных технических и программных решениях и охватывать все этапы производственного отрезка жизненного цикла изделий: конструирование, технологическую подготовку производства и изготовление изделия.

Настоящее издание представляет собой обобщение теоретических разработок и практического опыта, накопленного авторами в Коломенском институте (филиале) Московского государственного открытого университета (КИ (ф) МГОУ). Оно содержит материалы, необходимые для организации занятий по технологиям сквозного проектирования для студентов специальности «Технология машиностроения».

При написании книги с разрешения компании «Топ Системы» использовались материалы из документации по системе T-FLEX.

Авторы надеются, что книга найдет своего читателя среди преподавателей и студентов конструкторских и технологических специальностей высших и средних специальных учебных заведений, и будут признательны за все конструктивные замечания и предложения по ее содержанию.

Введение

Основой подготовки специалистов-технологов является сочетание получаемых теоретических знаний с практическими навыками работы в среде программно-аппаратных комплексов сквозного проектирования и изготовления изделий [3, 7]. Для реализации этой цели на кафедре технологии машиностроения Коломенского института (филиала) Московского государственного открытого университета разработана концепция подготовки современных инженеров-технологов по специализации «САПР технологических процессов» (ТП) в рамках специальности 151001 «Технология машиностроения», в полной мере владеющих компьютерной техникой, коммуникационными технологиями, средствами автоматизации проектирования и технологической подготовки производства [8].

Главным в подготовке таких специалистов является сочетание получаемых теоретических знаний с практическими навыками работы в среде высокоинтегрированных программно-аппаратных комплексов [4]. Для реализации этой цели на кафедре технологии машиностроения создан программно-аппаратный комплекс на базе отечественной системы автоматизированного проектирования (САПР) T-FLEX и фрезерно-гравировального станка модели EGX-300 японской фирмы Roland. Его внедрение в учебный процесс потребовало разработки необходимого учебно-методического обеспечения, которое позволяет студентам изучить все основные практические аспекты организации сквозного проектирования, технологической подготовки и изготовления изделий на современном машиностроительном предприятии:

- понимание структуры, роли и места комплексной САПР в производственной системе, информационной и организационной взаимосвязи систем конструкторско-технологического проектирования с производственными системами;
- знание методов разработки и преобразования математических моделей в ходе решения задач проектирования и изготовления;
- разработка 3D математических моделей деталей представителей, требующих выполнения многокоординатных видов обработки;
- использование возможностей современных САПР по преобразованию информации в процессе выполнения конструкторско-технологических и производственных работ;
- применение виртуального моделирования процессов обработки деталей с целью верификации разработанных управляющих программ (УП);
- изготовление спроектированных деталей на современном оборудовании с ЧПУ по разработанным УП.

Выполнение лабораторных работ и курсовое проектирование по дисциплинам специализации предполагают работу с реальными деталями, выпускаемыми на предприятиях региона, в ходе которой студенты самостоятельно реализуют все операции от разработки 3D-модели до получения физического образца.

Фрезерно-гравировальный станок EGX-300 является профессиональным оборудованием для 2D/3D-обработки заготовок. Его функциональные возможности позволяют обеспечить выполнение широкого круга операций при небольших габаритах станка и легком управлении, что делает применение станка оптимальным в условиях учебного заведения, а небольшие габариты позволяют разместить его на обычном рабочем столе.

В составе программного обеспечения станка имеется встроенная система геометрического моделирования, выходная информация которой может непосредственно использоваться для формирования управляющих программ для последующей обработки. Однако основная ее функциональность ориентирована на выполнение гравировальных работ по созданию объемных художественных надписей. Использование же станка EGX-300 в учебном процессе на кафедре Технологии машиностроения для подготовки специалистов-технологов по специализации САПР ТП требует выполнения работ по моделированию, конструкторской и технологической подготовке изготовления деталей-представителей, имеющих сложную геометрическую форму и требующих фрезерной обработки уровня не ниже 3D. Технологические возможности выбранного оборудования позволяют решить эту задачу. Однако встроенное программное обеспечение ориентировано на решение задач гораздо более низкого уровня сложности.

Таким образом, автономное использование станка EGX-300 в учебном процессе практически не представляет интереса с точки зрения специализации САПР ТП. Это потребовало разработки единого интегрированного комплекса, включающего в свой состав мощные средства геометрического моделирования и аппаратно-программные интерфейсы с данным оборудованием. Традиционной платформой изучения высокоинтегрированных технологий проектирования на кафедре Технологии машиностроения является российская CAD/CAM/CAE/PDM/CAPP система T-FLEX, которая и стала базой для проведения этих работ.

На сегодняшний день система T-FLEX является единственной из отечественных разработок в области САПР, которая в полном объеме реализует концепцию комплексной автоматизации всех проектно-производственных этапов жизненного цикла изделий на единой программно-методической и информационной основе [6]. Широкая функциональность и наличие высокоэффективных средств работы позволяют использовать T-FLEX для решения широкого круга проектных задач. Использование системы в учебном процессе позволяет наглядно, на практических примерах продемонстрировать все преимущества комплексной автоматизации.

В состав T-FLEX входят два модуля для разработки и верификации управляющих программ для станков с ЧПУ: T-FLEX ЧПУ и T-FLEX NC Tracer. Особо следует отметить, что T-FLEX ЧПУ является встраиваемым модулем для T-FLEX CAD и функционирует исключительно совместно с ней, что позволяет получить полноценное CAD/CAM-решение [3]. Это дает возможность реализовать важный методологический момент: студент при выполнении задач технологического проектирования имеет доступ ко всей конструкторской функциональности систе-

мы T-FLEX CAD, позволяющей создавать модели, чертежи и эскизы обрабатываемых деталей, разрабатывать приспособления и инструмент, а также выполнять другие конструкторские работы по мере необходимости. Помимо этого, единая CAD/CAM-система обеспечивает полную ассоциативность конструкторско-технологических данных, при которой однажды созданная траектория обработки будет автоматически перестраиваться после изменения геометрии детали, а также единство интерфейсов конструкторского и технологического проектирования.

Перечень используемых сокращений

CAD – Computer Aided Design (автоматизированное проектирование)
CAE – Computer Aided Engineering (автоматизированная инженерная разработка)
CAM – Computer Aided Manufacturing (автоматизированная подготовка производства)
CAPP – Computer-Aided Process Planning (планирование технологических процессов)
DXF – Drawing eXchange Format (формат передачи рисунков)
NC – Numeric Control (числовое управление)
PDM – Product Data Management (управление данными о продукте)
VRML – Virtual Reality Modeling Language (язык моделирования виртуальной реальности)
ЕСКД – единая система конструкторской документации
ОЦ – обрабатывающий центр
РТК – расчетно-технологическая карта
САПР – система автоматизированного проектирования
ТБ – технологическая база
ТП – технологический процесс
УП – управляющая программа
ЧПУ – числовое программное управление