Бунаков П. Ю.

Сквозное проектирование в T-FLEX

Допущено в качестве учебного пособия для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению «Автоматизация технологических процессов и производств», «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств».

ДМК Пресс
издательство

Москва, 2009

УДК 004.4
ББК 32.973.26-018.2
Б91

Рецензенты:
Доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Теплотехника и автотракторные двигатели» Московского автомобильно-дорожного института (МАДИ ГТУ) Шатров М. Г.
Доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой “Точное приборостроение” Томского политехнического университета Дмитриев В. С.

Бунаков П. Ю.

Б91 Сквозное проектирование в T-FLEX. – М.: ДМК Пресс, 2009. 400 с., ил. (Серия «Проектирование»).

ISBN 978-5-94074-497-9

В книге рассматриваются вопросы сквозного проектирования изделий в системе T-FLEX, которая в максимальной степени отвечает понятию комплексной системы автоматизированного проектирования (САПР) среди всех отечественных разработок в этой области. Она включает в себя полностью интегрированные программные решения для автоматизации проектирования, выполнения инженерно-технических расчетов, технологической подготовки производства, включая формирование управляющих программ для станков с ЧПУ, организации управленческой деятельности на предприятии и электронного документооборота.

Ключевой особенностью САПР T-FLEX является наличие простого и удобного аппарата создания параметрических моделей изделий любой сложности, для использования которого достаточно знания предметной области и навыков работы с программой.

В доступной форме на примерах работы с реальными деталями рассмотрены вопросы формирования параметрических чертежей, построения трехмерных моделей деталей и сборочных единиц, разработки управляющих программ и проектирования технологических процессов обработки.

Издание будет полезно всем специалистам, занимающимся проектированием и технологической подготовкой производства в различных отраслях промышленности, а также студентам высших и средних специальных учебных заведений, изучающим вопросы автоматизированного проектирования.

На **DVD**, прилагаемом к книге, размещена учебная версия системы T-FLEX CAD и разнообразные материалы от компании Топ Системы.

УДК 004.4
ББК 32.973.26-018.2

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.

© Бунаков П. Ю., 2009
© Оформление ДМК Пресс, 2009

ISBN 978-5-94074-497-9

Краткое содержание

Предисловие 7

Введение 9

Глава 1
Общие сведения о системе T-FLEX CAD 17

Глава 2
Построение параметрических чертежей 83

Глава 3
Трехмерное параметрическое моделирование 157

Глава 4
Создание сборочных трехмерных моделей 215

Глава 5
Проектирование технологических процессов 309

Глава 6
Разработка управляющих программ для станков с ЧПУ 347

Заключение 393

Перечень используемых сокращений 395

Содержание

Предисловие 7

Введение 9

Глава 1
Общие сведения о системе T-FLEX CAD 17

1.1. Основные понятия 20

1.2. Методика параметрического проектирования в САПР T-FLEX 29

1.3. Основные элементы интерфейса 31

1.4. Способы вызова команд 38

1.5. Команды настройки интерфейса 42

1.6. Основные принципы работы с документами 51

1.6.1. Управление изображением 55

1.6.2. Панели и окна системы 58

1.6.3. Текущее окно системы 65

1.6.4. Режим объектной привязки 68

1.6.5. Общие принципы создания и редактирования элементов 71

1.6.6. Принципы задания параметров 74

1.6.7. Управление видимостью элементов 76

1.7. Печать документов 77

Глава 2
Построение параметрических чертежей 83

2.1. Построение прямых, окружностей и эллипсов 84

2.2. Создание чертежа 95

2.3. Элементы оформления чертежа 111

2.3.1. Штриховки 112

2.3.2. Размеры 115

2.3.3. Оси 126

2.3.4. Текст ... 129
2.3.5. Надписи ... 131
2.3.6. Допуски формы и расположения поверхностей ... 133
2.3.7. Шероховатости ... 135
2.4. Построение чертежа вала-шестерни ... 137
2.5. Построение чертежа ступицы ... 149

Глава 3
Трехмерное параметрическое моделирование ... 157

3.1. Основные понятия 3D моделирования в T-FLEX CAD ... 159
3.1.1. Основные операции 3D моделирования ... 166
3.1.2. Вспомогательные команды моделирования ... 182
3.1.3. Общая организация 3D моделирования ... 184
3.2. Построение модели метчика ... 190
3.3. Построение модели вала-шестерни ... 199
3.3.1. Создание тела вращения ... 199
3.3.2. Построение резьбы ... 200
3.3.3. Операция сглаживания ... 203
3.3.4. Построение паза ... 204
3.3.5. Построение сквозного отверстия ... 209
3.3.6. Формирование зубьев ... 209

Глава 4
Создание сборочных трехмерных моделей ... 215

4.1. Методика проектирования сборок ... 216
4.1.1. Восходящее проектирование сборочной модели ... 217
4.1.2. Типы сопряжений ... 220
4.1.3. Создание сопряжений ... 226
4.2. Построение элементов сборочной модели ... 230
4.3. Построение сборочной модели приспособления ... 260
4.3.1. Построение вспомогательных сборок ... 261
4.3.2. Построение сборочной модели ... 294

Глава 5
Проектирование технологических процессов 309

5.1. Понятие технологической подготовки производства 310

5.2. Основные возможности T-FLEX Технология 313

5.3. Техническое нормирование в T-FLEX 319

5.4. Принципы работы в T-FLEX Технология 322

5.5. Разработка технологического процесса 329

Глава 6
Разработка управляющих программ для станков с ЧПУ 347

6.1. Понятие числового программного управления 348

6.2. Основные возможности T-FLEX ЧПУ 352

6.3. Проектирование управляющих программ 357

6.3.1. Токарная обработка 358

6.3.2. Осевое сверление 372

6.3.3. 5D фрезерование 374

6.3.4. 5D сверление 382

6.3.5. 3D фрезерование 387

Заключение 393

Перечень используемых сокращений 395

Предисловие

Еще четверть века назад все чертежи и технологические процессы разрабатывались вручную и выпускались исключительно в бумажном виде. Любые изменения в проектах требовали подчистки, перечерчивания, переписывания отдельных частей документов, а существенные изменения приводили к необходимости формирования нового комплекта документов. Сегодня это уже история. Системы автоматизированного проектирования (САПР) кардинальным образом изменили не только методы подготовки конструкторско-технологической документации, но и сам процесс проектирования. Представить современное предприятие без компьютеров и автоматизированных систем просто невозможно.

Задачи проектирования и технологической подготовки производства на предприятиях должны решать специалисты, уверенно владеющие всем арсеналом возможностей современных САПР, количество которых на рынке программных продуктов достаточно велико. Отсюда вытекает потребность в литературе, посвященной методам практической работы в той или иной системе.

Комплексная автоматизация проектирования и производства, ставшая в последние годы одним из магистральных направлений технической политики промышленных предприятий, имеет целью повышение производительности труда, улучшение качества выпускаемых изделий, повышение их конкурентоспособности, сокращение сроков выпуска. Большинство систем автоматизированного проектирования позиционируют себя именно в этом сегменте, однако далеко не все из них реализуют принцип информационной поддержки всех стадий проектно-технологического этапа жизненного цикла изделий, обеспечивая единые способы управления процессами и взаимодействия всех его участников.

Настоящая книга содержит материалы для практического изучения возможностей автоматизированного проектирования и технологической подготовки производства в среде российского программного комплекса T-FLEX – разработки, в полной мере отвечающей понятию комплексной САПР. Цель книги в ознакомлении читателей с основными возможностями систем T-FLEX 2D, T-FLEX 3D, T-FLEX ЧПУ и T-FLEX Технология с целью приобретения ими практических навыков работы. Издание основано на материалах курса «САПР технологических процессов», который автор ведет в Коломенском институте (филиале) Московского государственного открытого университета (КИ (ф) МГОУ) для студентов специальности «Технология машиностроения». Оно не является фундаментальным руководством по работе с системой T-FLEX, это скорее введение в систему, практический курс для первоначального знакомства с ее широчайшими возможностями.

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

Считаю своим долгом выразить благодарность:

- студентам КИ (ф) МГОУ Одеровой Людмиле, Яковлевой Юлии, Касникевичу Евгению, Сальникову Михаилу, Жигалкиной Екатерине и Белякову Виталию за большую помощь в подготовке книги;

- жене Надежде, внимательно прочитавшей рукопись и сделавшей много полезных замечаний;
- сыну Виктору за участие в подготовке материалов для технологических разделов.

Надеюсь, что книга найдет своего читателя среди преподавателей и студентов конструкторских и технологических специальностей высших и средних специальных учебных заведений, а также среди специалистов, работающих или желающих освоить работу с этой замечательной системой – T-FLEX.

Буду признателен за все конструктивные замечания и предложения по содержанию книги.

Автор

Введение

Необходимым условием развития любого предприятия в условиях рыночной экономики является техническое перевооружение, которое, помимо внедрения современного оборудования и технологических процессов, предполагает комплексную автоматизацию производства, как основного средства повышения его эффективности.

Затраты на проектирование и технологическую подготовку производства новых изделий постоянно увеличиваются. Это объясняется усложнением их конструкции, необходимостью повышения качества и технико-экономического уровня проектируемой и выпускаемой продукции, широким использованием станков с числовым программным управлением (ЧПУ), для которых необходима разработка управляющих программ (УП), и рядом других факторов. С другой стороны усиливающаяся конкуренция на рынках сбыта продукции требует сокращения сроков и затрат на проектирование, технологическую подготовку и производство продукции.

Одним из наиболее перспективных способов, позволяющим находить эффективные решения изначально противоречивых задач, стоящих перед современным предприятием, является широкое внедрение систем автоматизированного проектирования (САПР) в проектно-производственную деятельность. Аббревиатура «САПР» сегодня трактуется весьма широко. Под этим термином понимают все программное обеспечение, предназначенное для автоматизации процессов, связанных с проектированием, технологической подготовкой производства и изготовлением новых изделий во всех отраслях промышленности.

Современный этап автоматизации характеризуется переходом от автоматизации отдельных инженерно-технических расчетов и структурных подразделений предприятий к комплексной автоматизации, охватывающей все этапы жизненного цикла изделий: от маркетинговых исследований и концептуального проектирования до отгрузки заказчику готовой продукции и технического сопровождения [15, 22]. Этот принцип получил название CALS-технология (Continuous Acquisition and Life cycle Support – непрерывная информационная поддержка поставок и жизненного цикла) [21]. Суть его заключается в применении принципов информационной поддержки на всех стадиях жизненного цикла изделий, которая обеспечивает единые способы управления процессами и взаимодействия всех участников этого цикла. Разнообразие решаемых при этом задач, связанных с проектированием и технологической подготовкой производства, обуславливает широкий спектр применяемых автоматизированных систем [8].

Автоматизированное конструирование (Computer-Aided Design – CAD) представляет собой технологию использования компьютерных систем для создания и изменения создание и редактирование математических моделей изделий, а также формирование чертежно-конструкторской документации с применением компьютеров. Самая важная его функция – определение геометрии конструкции (детали механизма, узла, сборки и т.п.), поскольку именно геометрия определяет все последующие этапы жизненного цикла продукта.

Автоматизированный анализ проектов (Computer-Aided Engineering – CAE) – это технология, состоящая в использовании компьютерных систем для анализа компьютерный анализ геометрии изделий, моделирования и изучения их поведения в различных условиях с целью усовершенствования и оптимизации конструкции. Современные CAE-системы могут осуществлять множество различных вариантов анализа: прочностные расчеты, кинематический анализ траекторий движения и скорости звеньев в механизмах, динамический анализ нагрузок и смещений в сложных составных устройствах и т.д.

Одним из наиболее современных подходов к автоматизации производства является числовое программное управление, которое заключается в использовании машинных команд для управления работой станков. Технология использования компьютерных систем при разработке УП для станков с ЧПУ на основании геометрических параметров, получаемых из математических моделей изделий, формируемых в системах CAD и дополнительных сведений, предоставляемых технологом, получила название автоматизированная подготовка производства (Computer-Aided Manufacturing – CAM).

Другой важной задачей технологической подготовки производства является автоматизация разработки маршрутных и операционных технологических процессов (ТП) изготовления изделий. Она решается на основе использования принципов групповой технологии, заключающейся в использовании оборудования и организации производства по принципу технологической общности деталей-представителей. Системы автоматизированного проектирования ТП образуют класс CAPP-систем (Computer-Aided Process Planning – планирование технологических процессов).

Автоматизация управления проектными и инженерными данными (Product Data Management – PDM) – это технология информационной поддержки всех этапов проектирования и производства изделия, а также управления самим процессом проектирования. Задача систем PDM заключается в координации работы систем CAD, CAE, CAM и CAPP, т.е. организации и поддержке информационных связей всех этапов конструкторско-технологической подготовки и производства изделий. Именно PDM-системы позволяют перейти от автоматизации локальных задач проектирования к комплексной автоматизации.

Использование технологий CAD/CAM/CAE/CAPP/PDM позволяет получить промышленным предприятиям следующие существенные конкурентные преимущества:

- резкое сокращение сроков проектирования новых изделий и передачи проектной документации в производство;
- возможность выбора оптимального варианта конструкции изделия на основе строгого математического анализа всех или большинства вариантов с оценкой технических, технологических и экономических характеристик производства и эксплуатации проектируемого объекта;
- значительное сокращение ошибок проектирования и принятия решений, обусловленных человеческим фактором;
- повышение точности выполняемых расчетов;