

В. С. БАБАНИН

МЕТОДИКА СОЗДАНИЯ КОНСТРУКТОРСКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ДЕТАЛИ В СРЕДЕ CAD-СИСТЕМЫ

Рассматриваются возможности проектирования параметрических моделей деталей с помощью CAD-систем. Представлена программа, позволяющая разрабатывать параметрические модели деталей в среде CAD-системы Catia v5. Предложена методика переноса параметрической модели из CAD-системы в систему автоматизированного проектирования технологических процессов в виде XML-документа. Показана возможность использования формата SVG для интеграции в XML-документ векторной модели детали.

Ключевые слова: конструктивный элемент, комплексный элемент, параметрическая модель, XML-документ, SVG-формат.

Введение. В условиях современного рынка для повышения своей конкурентоспособности предприятия стремятся выпускать продукцию более высокого качества, меньшей себестоимости и за меньшее время, чем конкуренты. Это приводит к тому, что технологическая подготовка производства занимает все больше времени. Сократить временные затраты, стоимость проектирования и выпуска изделий позволяет внедрение на предприятии информационных технологий.

Проектирование технологических процессов имеет большое значение в реализации сквозного цикла „проектирование—производство“ с использованием современных компьютерных систем. В настоящее время уровень автоматизации проектирования этих процессов недостаточно высок вследствие некоторого информационного „разрыва“ между CAD-системами, в которых работают конструкторы, и системами автоматизированного проектирования технологических процессов (САПР ТП), в которых работают технологи [1]. Таким образом, требуется разработка методик, обеспечивающих максимально полное использование конструкторско-технологической информации об изделии в системах технологической подготовки производства.

Параметрическая модель детали. В связи с высоким уровнем развития современных CAD-систем трехмерные модели изделий могут выступать не только в качестве источника геометрической информации, но и нести конструкторско-технологическую информацию, необходимую в технологической подготовке производства. Поэтому актуальна задача разработки программных средств (трансляторов), позволяющих осуществлять автоматизированный перенос конструкторско-технологической информации из среды CAD-системы в САПР ТП.

В качестве основы для проведения исследований была выбрана CAD/CAM/CAE-система высокого уровня Catia v5, обладающая большим набором функциональных возможностей, необходимых для решения поставленных задач. В частности, в Catia v5 имеется модуль Functional Tolerancing & Annotations, позволяющий работать с трехмерными аннотациями (плоскостями обозначений и указаний, ПОУ). В ГОСТ 2.052-2006 регламентировано представление в CAD-системах трехмерных аннотаций, позволяющих производить простановку размеров и их точности, шероховатостей, параметров термообработки, покрытий, допусков относительного расположения поверхностей и т.д. непосредственно на 3D-модели детали [2]. Таким образом, согласно рекомендациям ЕСКД, получается электронная геометрическая модель (ЭГМ), обладающая всей полнотой информации, необходимой для изготовления детали. Если ЭГМ поместить в электронный архив, то можно обойтись и без чертежей деталей, что практикуют

некоторые западные предприятия. Однако необходимо решить методические и организационные вопросы, связанные с утверждением ЭГМ и проведением требуемых изменений.

Возможным способом решения задачи передачи данных из САД-системы в САПР ТП является использование нейтральных форматов IGES или STEP. Одним из последних нововведений в САД-системах является поддержка возможности сохранения трехмерных аннотаций наряду с другими элементами модели в формате STEP. Однако на современном уровне развития формата STEP трехмерные аннотации представляются пока в виде облака точек, вследствие чего распознавание конструкторско-технологических элементов и информации, представленной на трехмерных аннотациях, очень трудоемко.

Сложность задачи передачи данных из среды САД-системы в САПР ТП вызвана сложностью распознавания конструктивных элементов (КЭ), к которым привык технолог (канавки, пазы, уступы, отверстия и т.д.). Поэтому, на наш взгляд, более целесообразен подход, позволяющий совместить получение 3D-модели детали и параметрической модели детали непосредственно в среде САД-системы. В этом случае создается параметрическая модель детали — конструктивно-технологическая модель (КТМ), выраженная с помощью фреймового способа представления знаний. КТМ содержит описание детали и, в частности, описание конструктивных элементов, из которых она состоит, в форме, удобной для использования другими подсистемами АСТПП [3]. Кроме того, в КТМ содержится информация об общих характеристиках детали, об исходной заготовке, о наличии покрытий, термообработке и т.д.

КЭ представляют собой пространственные модели, которыми оперирует конструктор при проектировании деталей, они делятся на:

1) элементы „соединения“ (выпуклые элементарные тела): цилиндр, конус, сфера, выпуклый многогранник или их выпуклые части. Эти КЭ соединяются между собой в более сложные тела, при этом могут использоваться переходные элементарные поверхности (фаски, галтели, скругления);

2) элементы „отсечения“: канавки, пазы, уступы, отверстия и т.д., при их использовании производится отсечение части пространства сложного объекта поверхностями отсекающего элемента.

Каждый КЭ может быть описан с разной степенью детализации, кроме формы КЭ и его размеров могут быть указаны шероховатость поверхностей элемента, отклонения от геометрической формы, местное гальваническое или лакокрасочное покрытие, а также местная термическая обработка.

КТМ содержит описание детали на языке текстового типа, представляющее деталь как иерархическую систему фреймов (рис. 1).

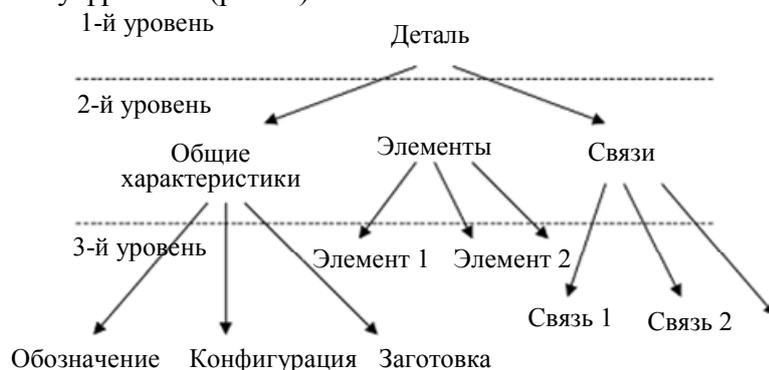


Рис. 1

Первый уровень содержит фрейм с идентификационными характеристиками детали и ссылками на второй уровень, где находятся фреймы для описания общих характеристик деталей, элементов, которые выделены в детали, и связей между ними. На третьем уровне раскрываются указанные выше фреймы с конкретным описанием детали (обозначение, конфигу-

рация, заготовка), подробно описываются все КЭ, выделенные в детали, и связи между этими элементами. Многоуровневый подход позволяет описывать КТМ с необходимой степенью детализации.

Создание электронных геометрических моделей деталей в среде CAD-системы.

В качестве основы для проведения исследований использовалась система Catia v5, содержащая многофункциональную систему программирования, позволяющую разрабатывать встроенные макросы. Предложенный подход к созданию ЭГМ деталей основывается на следующих положениях:

— ЭГМ детали создается на основе библиотеки типовых параметризованных комплексных конструктивных элементов (ККЭ), т.е. элементов, форма и размеры которых зависят от введенных параметров комплексного элемента;

— для каждого ККЭ создается паттерн для ввода его параметров, файл с эскизом ККЭ и паттерн для формирования элемента как конструкторско-технологического в формате XML, содержащего также описание элемента в формате SVG;

— создание ЭГМ элемента с необходимыми ПОУ выполняется с помощью макроса, специально разработанного для среды Catia v5.

Рассмотрим работу макроса на примере комплексного элемента „цилиндр открытый“. В рабочем окне макроса пользователь может задавать значения необходимых параметров (рис. 2). Здесь же для удобства располагается схематическое изображение элемента. В рабочем окне могут быть введены номинальные значения размеров и величины отклонений, шероховатость поверхностей, допуски формы, может быть введена информация о наличии покрытий, о термообработке и т.д. После ввода параметров комплексного элемента автоматически выводится 3D-модель элемента совместно со всеми необходимыми ПОУ. ЭГМ элемента „цилиндр открытый“, автоматически сформированная на базе соответствующего комплексного элемента, приведена на рис. 3.

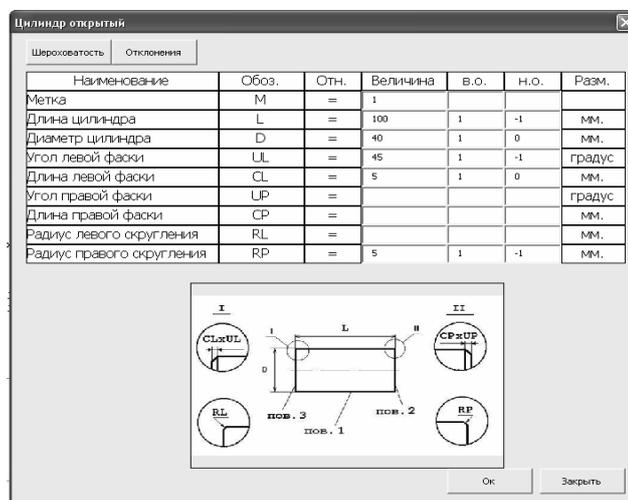


Рис. 2

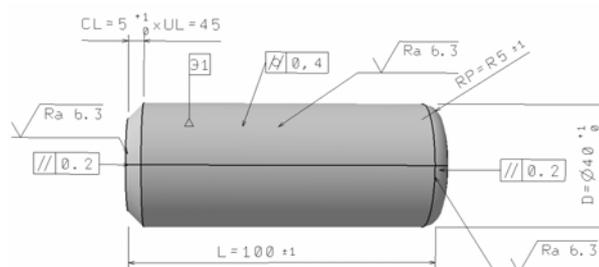


Рис. 3

Кроме предоставления информации о самом конструктивном элементе необходимо описать его связи с другими элементами — взаимное расположение, размерные (координирующие) связи между поверхностями элементов и технические требования на точность их взаимного расположения.

На рис. 4 представлена ЭГМ детали „Вал“, полученной с помощью конструктивных элементов. После проектирования детали информация о ней фиксируется в следующих файлах:

- ЭГМ, содержащая 3D-модель с ПОУ;
- ЭГМ, содержащая 2D-модель (чертеж детали);
- КТМ детали.

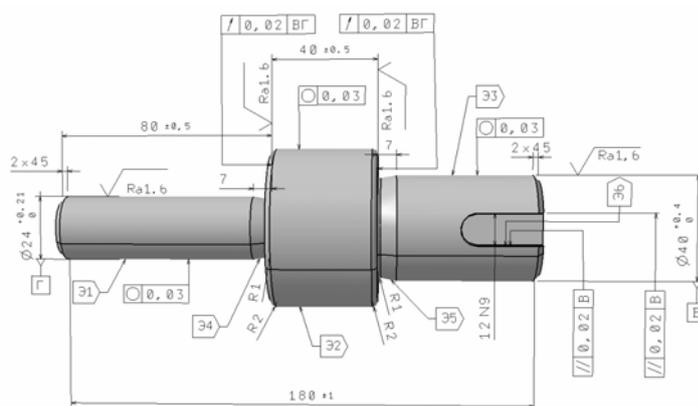


Рис. 4

Указанные модели заносятся в базу данных. Каждая запись каталога базы содержит поисковые поля и ссылки на указанные модели. Для работы с КТМ создана система ТИС-Деталь, позволяющая редактировать КТМ и использовать их при проектировании ТП [4].

КТМ детали может эффективно использоваться при проектировании технологических процессов с помощью системы ТИС-Процесс. Способы использования КТМ весьма разнообразны:

- поиск КТМ деталей-аналогов на основе поисковых полей каталога для заимствования и дальнейшего использования их технологических процессов;
- последовательная выборка КЭ из КТМ и поиск в базе знаний типовых планов обработки для них, что позволяет значительно ускорить процесс проектирования ТП;
- автоматическая выборка режимов резания и технологической оснастки для обработки КЭ из базы знаний.

Использование формата XML для КТМ. В качестве внутреннего формата для КТМ был выбран язык XML, удобный для передачи и обработки информации при решении технологических задач [5]. С системных позиций деталь представляет собой иерархический

```

<par>
  <lev1>3</lev1> <lev2>Э1</lev2> <lev3>102</lev3>
  <name>Длина цилиндра</name>
  <oboz>L</oboz>
  <otn></otn>
  <vel>200</vel>
  <razm>мм</razm>
</par>
<par>
  <lev1>3</lev1> <lev2>Э1</lev2> <lev3>102</lev3>
  <name>Диаметр цилиндра</name>
  <oboz>D</oboz>
  <otn></otn>
  <vel>40</vel>
  <razm>мм</razm>
</par>

```

Рис. 5

объект с переменной структурой, который достаточно удобно выразить в виде XML-документа, в котором КТМ описывается с любой степенью детализации. В качестве примера на рис. 5 приведена запись двух слотов для фрейма с описанием элемента Э1 (см. рис. 3). В этом фрагменте зафиксированы лишь параметры L и D для цилиндра (без указания точности размеров и шероховатости поверхности элемента). Как видно из рис. 5, в каждом слоте задаются атрибуты слота и местонахождение его в трехуровневом дереве, фиксирующем структуру детали.

Такой подход позволяет размещать слоты в КТМ в любом порядке, что весьма удобно как при формировании КТМ, так при и преобразовании КТМ детали в КТМ операционных заготовок.

Необходимо отметить, что для просмотра реальной конфигурации КЭ его модель дополняется описанием, выполненным в масштабируемом векторном формате SVG, что позволяет в системе ТИС-Деталь обойтись без просмотра ЭГМ детали. Применение указанного формата дает возможность легко менять конфигурацию КЭ, что необходимо при проектировании операционных заготовок.

Заключение. В результате проведенных исследований можно сделать важные выводы о достоинствах предложенного подхода к конструированию деталей:

— подход позволяет сократить время создания электронной геометрической модели детали и создавать ЭГМ с максимально полной информацией о детали;

— возможность быстрого автоматизированного формирования КТМ непосредственно в среде САД-системы является одним из важных направлений интеграции САД-систем и САПР ТП, так как позволяет отказаться от весьма трудоемкого ручного процесса создания КТМ;

— открывается возможность эффективного повышения уровня автоматизации в системах проектирования технологических процессов за счет быстрого и удобного доступа к информации о детали на основе использования XML-документов с КТМ детали или операционной заготовки при взаимодействии с базами знаний;

— предложенный подход создает основу для разработки методов автоматизированного проектирования операционных заготовок.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Куликов Д. Д., Бабанин В. С. Создание параметрической модели детали в среде САД-системы // Науч.-техн. вестн. СПбГУ ИТМО. 2011. С. 167—169.
2. Комисаренко А. Л. Создание 3D-аннотаций на виртуальной модели изделия. СПб: СПбГУ ИТМО, 2008. 19 с.
3. Пиликов Н. А. Объемное проектирование изделий машиностроения с применением стандартов трехмерного документирования. Конструкторские задачи // Металлообработка. СПб: Политехника. 2010. №5 (59). С. 49—53.
4. Куликов Д. Д., Гусельников В. С., Бабанин В. С., Шувал-Сергеев Н. А. Проектирование операционных заготовок в среде САД-систем. СПб: СПбГУ ИТМО, 2010. 60 с.
5. Куликов Д. Д., Шувал-Сергеев Н. А. Интеграция конструкторских и технологических САПР на основе формата 3DXML // Науч.-техн. вестн. СПбГУ ИТМО. 2008. Т. 48. С. 113—118.

Сведения об авторе

Виктор Сергеевич Бабанин

— аспирант; Университет ИТМО, кафедра технологии приборостроения, Санкт-Петербург; E-mail: vsbabanin@mail.ru

Рекомендована кафедрой
технологии приборостроения

Поступила в редакцию
09.04.14 г.