

Рассматриваются возможности использования САД-систем при проектировании параметрических моделей деталей. Представлен макрос, позволяющий разрабатывать параметрические модели в системе САТІА V5. Описан способ сохранения информации о параметрической модели из САД-системы в систему автоматизированного проектирования технологических процессов.

**Ключевые слова:** конструктивный элемент, параметрическая модель детали, комплексный элемент, трехмерная аннотация, XML-документ.

Одной из важнейших задач, связанных с повышением уровня автоматизации систем автоматизированного проектирования технологических процессов (САПР ТП), является задача интеграции САПР ТП с САД-системой, в среде которой создается 3D-модель детали. Сложность задачи вызвана сложностью распознавания конструктивных элементов (КЭ), к которым привык технолог (канавки, пазы, уступы, отверстия и т.д.), причем использование нейтральных форматов типа STEP и IGES практически не облегчает задачу распознавания КЭ [1]. Ввод в САПР ТП информации о КЭ детали позволяет использовать типовые планы обработки (ТПО) для этих КЭ и, следовательно, автоматически определять содержание технологических переходов. Использование ТПО позволяет на 30–40% уменьшить трудоемкость проектирования технологии изготовления деталей приборов и машин.

Один из возможных подходов заключается в параметрическом моделировании деталей. В этом случае создается параметрическая модель детали (ПМД), содержащая ее описание, включая КЭ детали. На базе такого подхода на кафедре технологии приборостроения была создана система «ТИС-Деталь», в которой описание детали выражается в виде иерархии фреймов, позволяющих создавать ПМД с любой степенью детализации [2]. Синтаксически ПМД представляет собой XML-документ, хранение которого может выполняться в удаленной базе знаний. Программное ядро системы «ТИС-Деталь» – это web-сервис, доступ к которому осуществляется через удаленный сервер. Работа с системой заключается в анализе технологическим чертежом детали и вводе в ПМД КЭ детали. Кроме того, в ПМД вводится информация об общих характеристиках детали, о заготовке, о наличии покрытий, термообработке и т.д. Однако трудоемкость создания ПМД остается достаточно высокой, особенно для сложных деталей. В связи с этим был проведен комплекс научных исследований, направленных на совмещение процесса создания 3D-моделей деталей в САД-системе и получение параметрических моделей деталей в среде этой же системы. В качестве САД-системы была выбрана САТІА V5 как система высокого уровня, обладающая большим набором функциональных возможностей, необходимых для решения поставленной задачи.

В первую очередь в рамках САТІА V5 была создана библиотека комплексных элементов, взятых из системы «ТИС-Деталь». Комплексный элемент – это конструктивный элемент, форма которого в определенных пределах зависит от параметров элемента.

Конструктивные элементы делятся на две категории. К первой относят элементы соединения (выпуклые элементарные тела) – цилиндр, конус, сфера. Элементы первой категории соединяются между собой в более сложные тела, при этом могут использоваться переходные элементарные поверхности (фаски, галтели, скругления). Например, комплексный элемент «цилиндр» имеет определенный набор параметров, показанный на рис. 1. Задавая те или иные параметры, можно получить различные по форме варианты элемента. В данном случае для этого задаются различные переходные элементы (фаски, скругления и галтели). Ко второй категории относят элементы отсечения – канавки, пазы, уступы, отверстия. При использовании элементов второй категории элементы отсечения вычитаются из формируемого объекта.

В среде САТІА V5 был разработан макрос, который обладает следующими возможностями:

- выбирать нужные комплексные элементы и выводить их графические образы на экран;
- выводить форму для выбранного элемента и вводить нужные параметры элемента в форму;
- настраивать графический образ на заданные параметры и выводить его на экран;
- формировать XML-фрагмент с описанием элемента и помещать его в ПМД детали.

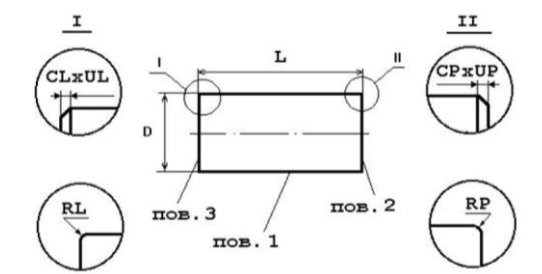


Рис. 1. Комплексный элемент «Цилиндр открытый» (нотация системы «ТИС-Деталь»)

Рассмотрим работу макроса на примере для цилиндра, открытого слева. В рабочем окне макроса в выпадающем списке выбираем необходимую группу элементов, в данном случае это цилиндр, далее выбираем тип элемента – цилиндр, открытый слева. После выбора типа элемента на экран выводится модель элемента и форма, в которой пользователь может задавать значения необходимых параметров (рис. 2). Здесь же для удобства располагается схематическое изображение элемента. Для каждого параметра, кроме номинального значения, может быть введена и точность размера. Все размеры, а также параметры, характеризующие качество обрабатываемых поверхностей КЭ, показываются с помощью аннотаций [3].

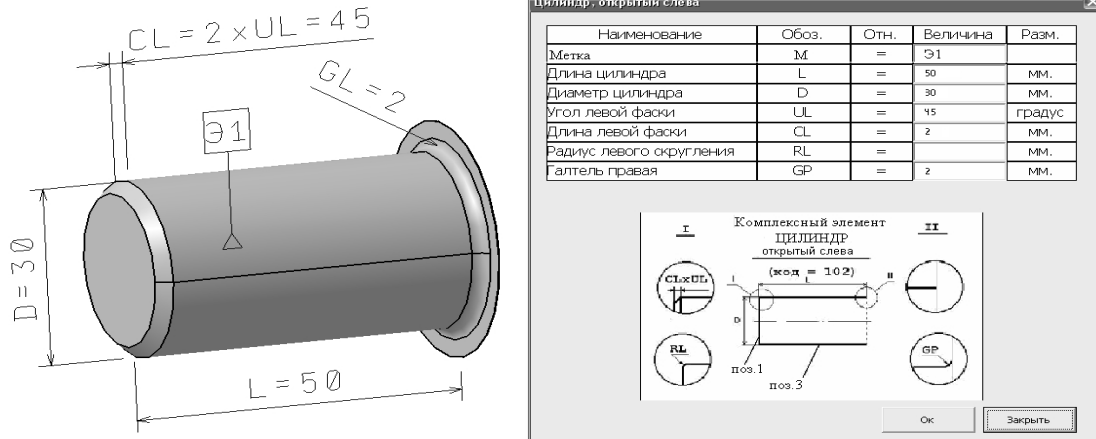


Рис. 2. Окно редактирования для комплексного элемента «Цилиндр, открытый слева» после ввода параметров (нотация системы «ТИС-Деталь»)

Кроме макросов на элементы, разработаны макросы для ввода информации о заготовке, о наличии покрытий, о термообработке и т.д. При необходимости эта информация может быть выведена на экран в виде аннотаций.

С системных позиций деталь представляет собой иерархический объект с переменной структурой. По этой причине параметрическая модель детали может быть выражена как иерархия фреймов, слоты которых отражают параметры детали. Фреймовый подход позволяет описывать ПМД с любой необходимой степенью ее детализации. Формой выражения фреймов выбран XML-формат как удобный для передачи и обработки информации при решении технологических задач. В качестве примера ниже приведена запись двух слотов, выражающих параметры L и D (в таблице) для цилиндра, показанного на рис. 2.

<pre>&lt;par&gt;   &lt;lev1&gt;3&lt;/lev1&gt;   &lt;lev2&gt;Э1&lt;/lev2&gt;   &lt;lev3&gt;102&lt;/lev3&gt;   &lt;name&gt;Длина цилиндра&lt;/name&gt;   &lt;oboz&gt;L&lt;/oboz&gt;   &lt;otn&gt;=&lt;/otn&gt;   &lt;vel&gt;200&lt;/vel&gt;   &lt;razm&gt;мм&lt;/razm&gt; &lt;/par&gt;</pre>	<pre>&lt;par&gt;   &lt;lev1&gt;3&lt;/lev1&gt;   &lt;lev2&gt;Э1&lt;/lev2&gt;   &lt;lev3&gt;102&lt;/lev3&gt;   &lt;name&gt;Диаметр цилиндра&lt;/name&gt;   &lt;oboz&gt;D&lt;/oboz&gt;   &lt;otn&gt;=&lt;/otn&gt;   &lt;vel&gt;100&lt;/vel&gt;   &lt;razm&gt;мм&lt;/razm&gt; &lt;/par&gt;</pre>
--	--

После завершения конструирования детали графическая и параметрическая модель (в виде XML-документа) могут быть зарегистрированы в PDM-системе «SMARTTEAM» и сохранены в ее электронном архиве. Перед записью в архив ПМД сжимается. Для этого с помощью словаря метаданных из слотов удаляются атрибуты параметров и заменяются системным обозначением параметра. В любой момент параметрическая модель детали может быть вызвана из архива, дополнена атрибутами параметров и передана в систему «ТИС-Деталь» для ее просмотра и редактирования. В этой системе вывод на экран информации о КЭ выполняется в форме, аналогичной той, которая показана на рис. 2.

Совместное использование систем «ТИС-Деталь» и «ТИС-Процесс» дает возможность для каждого КЭ выбирать из базы знаний их типовые планы обработки и, следовательно, автоматически определять те технологические переходы, которые необходимы для получения заданного КЭ, и применяемый инструмент. В результате проведенных исследований можно сделать вывод о возможности интеграции САПР ТП с CAD-системой на основе параметрического моделирования деталей. В дальнейшем предполагается провести комплекс исследований, аналогичный рассмотренным выше, применительно к операционным заготовкам.

- ГОСТ Р ИСО 10303-1-99. Системы автоматизации производства и их интеграция. Представление данных об изделии и обмен этими данными. Ч. 1. Общие представления и основополагающие принципы. – Введ. 01.07.2000. – М.: Госстандарт России, 2000. – 16 с.

2. Куликов Д.Д., Гусельников В.С., Бабанин В.С., Шувал-Сергеев Н.А. Проектирование операционных заготовок в среде САД-систем. Методическое пособие. – СПб: СПбГУ ИТМО, 2010. – 60 с.
3. Комисаренко А.Л. Методические рекомендации по лабораторному практикуму «Создание 3D-аннотаций на виртуальной модели изделия». Методическое пособие. – СПб: СПбГУ ИТМО, 2010. – 30 с.

*Куликов Дмитрий Дмитриевич* – Санкт-Петербургский государственный университет информационных технологий, механики и оптики, доктор технических наук, профессор, ddkulikov@rambler.ru

*Бабанин Виктор Сергеевич* – Санкт-Петербургский государственный университет информационных технологий, механики и оптики, студент, vsbabanin@mail.ru