

Рисунок 3 – Примеры 3D моделей деревянных лестницы на косоурах с забежными ступенями

Полученная методика и электронная конструкторско-технологическая документация способствует повышению эффективности подготовки производства деревянных конструкций ЧУП по оказанию услуг «ДЛ-плюс» за счет автоматизации рутинных процедур проектирования.

Список использованных источников

1. Косо, Й. Лестницы: дизайн и технология / Й. Косо ; пер. Э. Небольсина под ред. К. Молькова. – М. : Изд. гр. «Контакт», 2007. – 186 с.
2. Столяров, А.Н. Строим лестницы / А.Н.Столяров. – М. : Цитадель-трейд, 2006. – 64 с.

УДК 004.632.5:004.415.2

**АНАЛИЗ ИНВАРИАНТОВ ОПИСАНИЯ В ТЕРМИНАХ ОТСЕКОВ
ПОВЕРХНОСТИ ТИПОВЫХ КОНСТРУКТОРСКО-
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ ДЕТАЛЕЙ ТИПА
«ТЕЛА ВРАЩЕНИЯ»**

Маг. Евтушенко А.В., к.т.н., доц. Полозков Ю.В.

Витебский государственный технологический университет

Ключевым фактором обеспечения эффективности промышленного производства является формирование единой информационной среды на основе взаимодействия CAD/CAE/CAPP/ CAM систем для сквозной автоматизации производственного процесса и сопровождения последующих этапов жизненного цикла изделия [1, 2]. В реализации этого взаимодействия особую актуальность имеет проблема автоматизации технологической подготовки производства. Одной из наиболее важных задач в решении данной проблемы является разработка методов описания и распознавания конструкторско-технологических элементов (КТЭ), совокупностью которых может быть представлена поверхность технического объекта при разработке технологии его изготовления. С точки зрения математического описания глобальная форма поверхности физического тела может быть представлена множеством отсеков поверхности [3], каждый из которых является участком поверхности одного вида (плоской, цилиндрической, конической, сферической, торовой, и др.), отделенным от поверхности другого вида граничной линией или плавно переходящим в поверхность другого вида (сопрягающимся с поверхностью другого вида). Таким образом отсек поверхности выступает элементарным (базовым) конструктором в процессе дискретного представления глобальной формы поверхности, позволяющим формировать различные вариации структурно-геометрического описания технических объектов. Исходя из

этого, КТЭ также может быть представлен в виде упорядоченного множества отсеков определенного участка поверхности технического объекта (детали) – участка, который предназначен для выполнения определенной конструкторской функции и может быть изготовлен посредством одного или нескольких технологических маршрутов, сформированных из набора переходов. Тогда при декомпозиции поверхности на уровне отсеков геометрическая конфигурация КТЭ детали может быть представлена в виде:

$$M_{КТЭ} = \langle S, O_S, Q_P \rangle,$$

где S – множество отсеков поверхности, O_S – множество взаимных отношений между отсеками, Q_P – множество свойств КТЭ.

Формализация КТЭ позволяет рассматривать поверхность детали в целом как иерархическую структуру, построенную на основе описания геометрической формы, взаимоположения и других свойств и отношений множества КТЭ [4]. На первом этапе формализации основным инвариантом описания КТЭ выступает количество ограничивающих отсеков. По данному признаку КТЭ можно распределить на n -порядков (таблица). Элементы 1-го порядка ограничиваются одним отсеком поверхности, например, сфера, тор. Следует заметить, что один отсек поверхности, например, цилиндрический, не всегда позволяет задавать геометрические тела, т.е. поверхности, ограничивающие некоторый объем пространства. Данное положение справедливо и для поверхностей, получаемых в результате многих вариантов пересечения отсеков. При этом такие отсеки и варианты пересечений поверхностей вполне могут задавать составную часть тела, соответствующего физическому КТЭ. В этой связи для структурного описания КТЭ целесообразно ввести понятия реального, частично условного и условного элемента. Причем, частично условный и условный элементы могут быть преобразованы в реальный посредством добавления одного или нескольких отсеков (например, плоскости) для полного ограничения пространственного объема. Понятие условности существования КТЭ позволяет отнести к элементам 1-го порядка плоский, конический, цилиндрический и любые другие отсеки поверхности, что обеспечивает универсальность построения иерархии КТЭ. Элементы 2-го и последующих порядков представляют собой комбинации элементов 1-го порядка. Так, элементы 2-го порядка ограничиваются двумя отсеками, например, полусфера, ограничивается сферическим и плоским отсеками. Элементы 3-го и последующих порядков представляет собой комбинации элементов первого и второго порядков.

Таблица – Примеры иерархического распределения КТЭ по количеству ограничивающих отсеков поверхности

Конструкторско-технологические элементы					
1 порядка		2 порядка		3 порядка	
					
Реальный	Условный	Реальный	Частично условный	Реальный	Условный

Элементы 1, 2 и 3-го порядков позволяют структурно описывать базовые геометрические тела, которые на практике могут представлять собой относительно простые цельные детали. Поэтому они могут быть приняты в качестве основных для синтеза структур, описывающих более сложные КТЭ. Для алгоритмизации описания КТЭ отсекам 1-го порядка присваиваются индексы (номера) в порядке добавления их в заданный динамически расширяемый список. При формировании последующих уровней значения индексов отсеков сохраняются.

Построение такой иерархии обеспечивает возможность создания цифровых шаблонов структурно-геометрического описания КТЭ. Так, создание групп КТЭ 2-го порядка осуществляется формированием пар отсеков с помощью прямого перебора (каждого с каждым) индексов списка КТЭ (отсеков поверхностей) 1-го порядка. Таким образом, описанию всех групп КТЭ 2-го порядка будет соответствовать верхнетреугольная квадратная матрица, номера строк и столбцов которой, соответствуют индексам отсеков поверхностей 1-го порядка. Данная матрица заполняется значениями, указывающими на возможность существования физического

КТЭ. Создаваемые группы входят в состав классов, инвариантной частью которых в основном является взаимное расположение отсеков поверхностей, например, соосность, параллельность, пересечение осей пар отсеков. Группы могут подразделяться на подгруппы в зависимости от особенностей геометрической конфигурации поверхности, например, от наличия и расположения особых точек поверхности, от соотношения размеров отсеков, составляющих пару и др. Группы и подгруппы КТЭ 3-го порядка создаются путем последовательного добавления в каждую группу и подгруппу 2-го порядка индексов КТЭ 1-го порядка.

На основе принципов построения данной классификации КТЭ предлагается методика декомпозиции наружной поверхности деталей типа «Тела вращения», предусматривающая выполнение следующих основных этапов (рисунок 1):

- упорядочение индексации отсеков, задающих поверхность всей детали по условию смежности (рисунок 1, а);
- выполнение последовательной декомпозиции всего множества отсеков на группы по три сопряженных отсека, начиная с одного из крайних отсеков. При этом последний отсек текущей группы считается начальным отсеком следующей (рисунок 1, б);
- анализ и определение элементарных КТЭ, описываемых на уровне 1, 2, и 3-го порядка;
- синтез сложных КТЭ на основе комбинаций КТЭ 1, 2, и 3-го порядка.

В случае невозможности первоначального разбиения всего множества отсеков, составляющих наружную поверхность детали, на группы по три отсека осуществляется анализ крайних отсеков на предмет принадлежности к реальным КТЭ 1-го и 2-го уровня. Если таковых не имеется, то в крайнюю группу, содержащую менее трех отсеков и описывающую частично условный КТЭ, в соответствие с определенными правилами вводится дополнительная плоскость, что позволяет получить реальный КТЭ (рисунок 1, в). После этого разбиение осуществляется заново, причем, дополнительная плоскость является началом отсчета следующего отсека. Итерации на данном этапе продолжаются до тех пор, пока поверхность не разобьется на группы, содержащие по три отсека, либо на группы по три отсека плюс одну, содержащую четыре отсека. Затем выполняется синтез реальных сложных КТЭ из частично условных и условных КТЭ (рисунок 1, г).

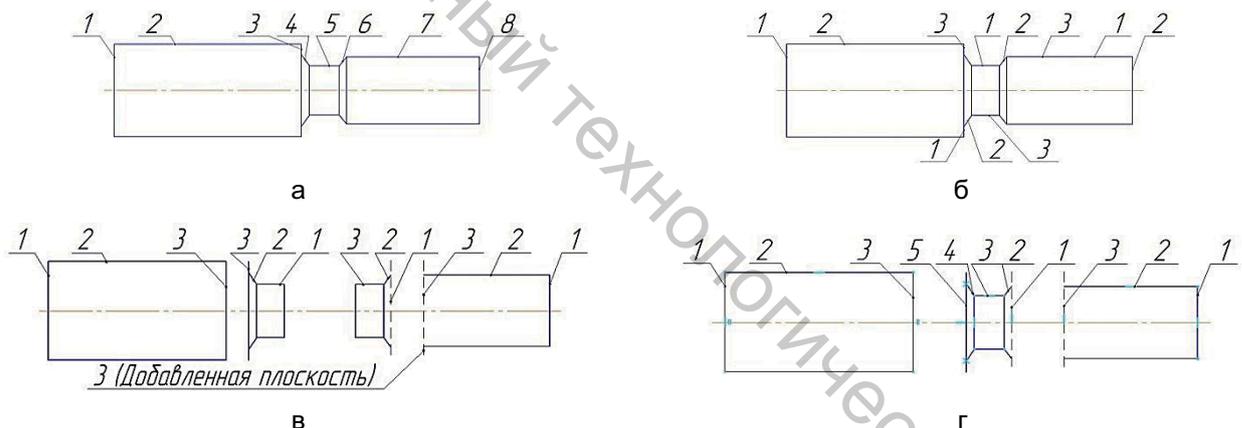


Рисунок 1 – Декомпозиция поверхности детали на КТЭ

По завершении декомпозиции, отсеки, составляющие реальные КТЭ, могут анализироваться с помощью матриц, описывающих их размеры, взаимное положение и назначение, рассмотренных в [5]. Это позволит уточнить функционально-геометрическую конфигурацию КТЭ.

Представление КТЭ в терминах отсеков поверхности позволит автоматизировать процедуры описания и интерпретации геометрической конфигурации технических объектов. Дальнейшие исследования связываются с разносторонней экспериментальной проверкой предложенных подходов, с разработкой методик и алгоритмов структурного описания родительских и дочерних КТЭ.

Список использованных источников

1. Sreeramulu, D. A new methodology for recognizing features in rotational parts using STEP data exchange standard / D. Sreeramulu, C. S. P. Rao // International Journal of Engineering, Science and Technology. – 2011. – Vol. 3, № 6. – P. 102–115.
2. Падун, Б. С. Методы решения задач интеграции CAD и CAPP систем / Б. С. Падун, В. С. Кишкурно // Труды шестой сессии интеграции CAD и CAPP систем / Б. С. Падун, В. С. Кишкурно // Труды шестой сессии интеграции CAD и CAPP систем. науч. школы «Фундаментальные и прикладные проблемы теории точности процессов, машин, приборов и систем» / ИПМаш РАН; под ред. Б. С. Падуна. – СПб., 2003. – Ч. 2. – С. 145–149.
3. Радзевич, С. П. Формообразование поверхностей деталей. Основы теории. Монография / С. П. Радзевич. – Киев : Растан, 2001. – 592 с.

4. Аверченков, А. В. Автоматизация распознавания и идентификации конструкторско-технологических элементов деталей в интегрированных САПР : Дис. ... канд. техн. наук : 05.13.12 / А. В. Аверченков. – Брянск, 2004. – 260 л.
5. Денисевич, С. А. Анализ существующих методов классификации технических объектов / С. А. Денисевич, Ю. В. Полозков, А. С. Ковчур // 45 Республиканская научно-техническая конференции преподавателей и студентов, посвященная Году книги : материалы республиканской научно-технической конференции, Витебск, 27 апреля 2012 г. / Витебский гос. техн. ун-т ; редкол. : Е. В. Ванкевич [и др.]. – Витебск, 2012. – С. 147-151.

УДК 004.932:677.017.82

АЛГОРИТМ ДЕТЕКТИРОВАНИЯ КОНТУРОВ БИНАРНЫХ ИЗОБРАЖЕНИЙ ПИЛЛЬ

Студ. А. С. Марущак, к.т.н., доц. Полозков Ю.В., к.т.н., доц. Петюль И.А.

Витебский государственный технологический университет

В процессе эксплуатации текстильные материалы соприкасаются с различными поверхностями (с другими текстильными материалами, кожей человека, металлической фурнитурой). Это приводит к появлению пиллинга – небольших шариков (пиллей) из закатанных кончиков и отдельных участков волокон. Пиллингуемость во многом определяет качество текстильных изделий и зависит от волокнистого состава и структуры материала, геометрических и механических свойств волокон, структуры нитей. Применяемые в настоящее время в производстве методики анализа пиллингуемости регламентированы соответствующими нормативными документами [1, 2]. Одним из основных этапов процесса оценки пиллингуемости является визуальный анализ экспертами образцов исследуемого материала. Этот этап заключается либо в подсчете количества пиллей на единицу площади и последующем определении коэффициента пиллингуемости или балла, либо в сравнении испытуемого образца с визуальными стандартами, которые могут представлять собой эталонные (показывающие степень пиллингуемости) образцы или их фотографии – фотоэталон. Визуальный анализ образцов характеризуется повышенной степенью трудоемкости и субъективности обработки данных, что является причиной недостаточной точности получаемых результатов, а также низкой эффективности контроля качества выпускаемой продукции. С целью повышения эффективности и снижения субъективности оценки пиллингуемости материалов авторами проводятся исследования по автоматизации анализа фотообразцов текстильных материалов на основе компьютерной обработки изображений и распознавания графических образов [3, 4]. В докладе представлены результаты исследований по детектированию контуров пилль на предварительно очищенных изображениях образцов текстильных материалов (рисунок 1).



а) исходное изображение



б) очищенное изображение

Рисунок 1 – Изображения образца текстильного материала с пиллингом

Предварительная очистка фотоэталонных предусматривает бинаризацию по уровню с последующим удалением линейчатых компонент и компонент, состоящих из заданного количества пикселей (например, включающих не более двух пикселей).