

АВТОМАТИЗАЦИЯ ФОРМИРОВАНИЯ КОНСТРУКТОРСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ НА ДЕТАЛИ ТИПА «ВАЛЫ»

А. М. Городник

*Гомельский государственный технический университет
имени П. О. Сухого, Беларусь*

Научный руководитель В. С. Мурашко

Целью данной работы является автоматизация формирования конструкторской документации на валы трех типов: валы с фаской, валы с полусферой, валы с усеченной сферической поверхностью.

Анализ работы конструкторско-технологических служб ряда промышленных предприятий позволил установить, что одна из наиболее трудоемких проектных процедур в ходе конструкторско-технологической подготовки производства – разра-

ботка конструкторской документации на ряд близких по конструкции деталей и/или сборочных единиц, отличающихся в основном своими размерными параметрами или вариантами исполнения. Данная процедура является трудоемким и нетворческим процессом с низкой производительностью и высокой вероятностью внесения ошибок. Особенно часто требуется выпускать конструкторскую документацию на средства технологического оснащения (СТО) машиностроительного производства: тиски, кондукторы, пресс-формы и т. д., причем подготовка этой документации должна вестись опережающими темпами для обеспечения времени на изготовление СТО к моменту запуска изделия в производство.

Данную проблему можно решить с помощью параметрического проектирования, сущность которого состоит в создании математической модели класса конструктивно однородных изделий, а затем в генерации изображений этих изделий по набору задаваемых размерных параметров [1].

Следует определить, какие изделия можно считать подлежащими параметризации. При рассмотрении 2D-проекции детали видно, что они могут быть разбиты на элементарные графические примитивы: отрезки и дуги. Каждый примитив однозначно определяется координатами своих базовых точек: начальной и конечной точек отрезка, начальной, конечной точек и центра дуги. Тогда проекцию можно представить в виде графа, вершины которого соответствуют базовым точкам, а ребра – параметрическим связям между ними.

Каждая связь $i-j$, проходящая от i -й до j -й базовой точки, есть вектор параметров $(\overline{d_{i,j}, \alpha_{i,j}})$, где $d_{i,j}$ – расстояние от точки i до точки j ; $\alpha_{i,j}$ – угол между прямой, проходящей через точки i и j и прямой выбранной в качестве начала отсчета углов.

Два объекта называются конструктивно подобными, если их соответствующие проекции представляются одними и теми же графами.

Использование графов дает возможность, задавшись произвольными координатами x_i, y_i i -й базовой точки, однозначно определить координаты всех остальных базовых точек при обходе графа по формулам:

$$\begin{cases} x_j = x_i + d_{i,j} \cdot \cos \alpha_{i,j}; \\ y_j = y_i + d_{i,j} \cdot \sin \alpha_{i,j}. \end{cases}$$

Таким образом, имея граф, описывающий семейство однотипных объектов, конструктору достаточно задать размерные связи между его базовыми точками, а специализированная САПР выполнит обход графа, расчет координат и отображение полученной проекции.

Многие изделия представляются в виде вариантных чертежей, когда изделие состоит из постоянной части с варьируемыми размерами и вариантной части с уникальной геометрией. Очень часто конструктору приходится выпускать документацию на ряд изделий, которые отличаются только своими размерами (линейными или угловыми), а форма их остается неизменной. Поэтому необходимо ввести понятие варианта конструкции, для чего следует разбить граф проекции на константную часть C и переменную часть V . Тогда достаточно потребовать соответствия графов только константных частей для их автоматизированного параметрического проектирования, а вариантные части, являющиеся уникальными, проектируются с применением универсальных САПР с последующим объединением частей C и V .

Чтобы создать набор формирования чертежей определенного класса деталей, в данной работе валов, сначала необходимо было выбрать из уже имеющихся рисунков наиболее сложные и полно отражающие все особенности данного класса. Далее на их основе разрабатывается чертеж типовой детали. Все его размеры должны быть выражены в параметрах. До начала разработки программного обеспечения необходимо выделить в этом чертеже основу детали и функциональные элементы.

Основа любой детали – это заготовка, из которой с помощью последующей обработки (сверления, точения, фрезерования и пр.) получается требуемое изделие. В принципе, все основы можно представить как заготовку в форме либо цилиндра, либо параллелепипеда без отверстий, однако на практике заготовки бывают более сложными по форме. В предлагаемой работе основой является двухступенчатый вал.

Функциональный элемент, с точки зрения разработчика программного обеспечения – это одна параметрическая обработка заготовки. При обработке модели заготовки необходимо корректно модифицировать весь ее чертеж. Отсюда некоторая двойственность термина «функциональный элемент», с одной стороны, это технологическая операция над деталью заготовкой, а с другой – программа, модифицирующая чертеж заготовки. Для пользователя функциональный элемент – это программа или команда, модифицирующая чертеж заготовки в полном соответствии с некоторой технологической обработкой детали-заготовки. Для вала с фаской функциональным элементом будет фаска; для вала с полусферой функциональный элемент – полусфера; для вала с усеченной сферической поверхностью функциональный элемент – усеченная сферическая поверхность. Все функциональные элементы должны быть независимы друг от друга, т. е. иметь возможность выполняться в любой последовательности и любое количество раз, если это не противоречит корректному осуществлению соответствующих им операций над деталью заготовки.

Система AutoCAD содержит все необходимые средства для изготовления чертежей вариантным методом. В качестве языка программирования используется AutoLISP [2], что позволяет создать надстройку над редактором AutoCAD. Кроме того, AutoCAD дает возможность строить разнообразные интерфейсы пользователя с системой путем использования: экранного меню пользователя, падающего меню, графического меню. AutoCAD предусматривает также возможность самостоятельного написания диалоговых окон, отличных от определенных в системе. Для этой цели был разработан специальный язык управления диалоговыми окнами DCL.

Результатом данной работы является программа Валы.lsp. При разработке программы необходимо было начертить рабочие параметрические эскизы заданных деталей; проанализировать и выявить все размеры, которые необходимы для программирования данных деталей; разработать канонические математические модели деталей, то есть указать все точки, расчет которых необходим для отображения детали полностью.

Основные функции программы при построении детали – загрузка диалога ввода параметров детали; задание переменным начальных параметров (рис. 1); проверка на корректность ввода параметров детали; функция рисования рамки на выбор пользователя формата A1, A2, A3, A4 с заполнением необходимых атрибутов; функция рисования основы детали; функция рисования функционального элемента; функция отражения детали на ось OX ; расчет массы детали с учетом выбранного материала (сталь или чугун) и занесение ее значения в соответствующую позицию штампа; функция нанесения размеров детали [1], [2].

После построения требуемой детали программа в командной строке AutoCAD задает запрос со следующими функциями: новая деталь, т. е. повторное выполнения построения; поворот; перемещение; отражение; масштаб.

Использование AutoCAD, AutoLISP позволяет строить открытые САПР системы автоматизированной конструкторской документации, т. е. вносить изменения в существующие элементы и разрабатывать новые.

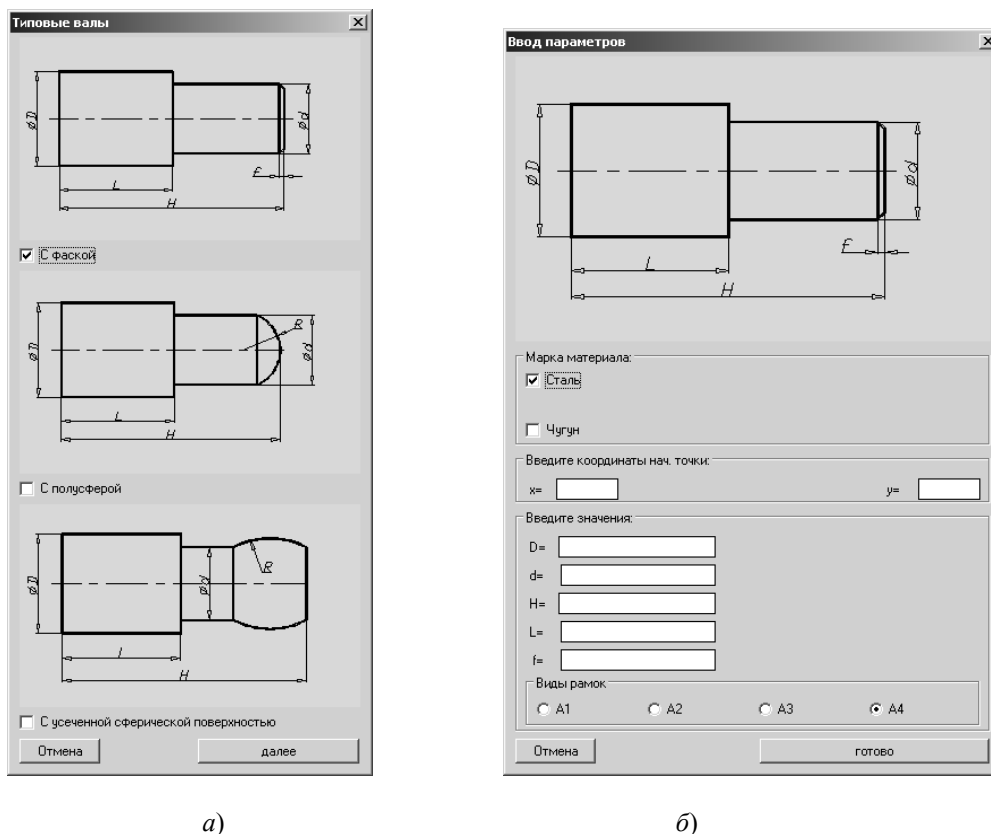


Рис. 1. Диалоговые окна: а – выбор типа вала; б – ввод параметров

Литература

1. Мурашко, В. С. Использование языка AutoLISP для автоматизированного проектирования : практ. пособие к выполнению лаб. работ по курсу «Основы САПР» для студентов специальностей 1-36 01 01 «Технология машиностроения» и 1-36 01 03 «Технологическое оборудование машиностроительного производства» / В. С. Мурашко. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2007. – 35 с.
2. Бугрименко, Г. А. Автолисп – язык графического программирования в системе AutoCAD / Г. А. Бугрименко. – Москва : Машиностроение, 1992. – 144 с.