

УДК621.181.001.24

В.С. Беднаржевский

К вопросу построения параметрической модели котлоагрегата

Системы автоматизированного проектирования (САПР), функционирующие на персональных компьютерах, завоевали прочное место в практике конструкторской деятельности. Например, в ОАО «Сибэнергомаш» около 90% всех чертежей выпускается с использованием AutoCAK, AutoLISP, NCAK, Glisp для ПЭВМ IBM PC. Конструктивно ОАО «Сибэнергомаш» выпускает котлы П-, Т-образные, башенные, с кольцевой топкой. На один котел разрабатывается около 10–50 тысяч чертежей. Это примерно 50 основных узлов (отпускная система, дробеочистка, фронтальной, боковой, задний экраны топки, ступени пароперегревателя и т.д.), в состав которых также входят сборочные узлы и детали.

Высокий уровень автоматизации удается обеспечить за счет специализации САПР на определенном типе изделий, таких, например, как трубы, коллектора, цельносварные панели и т.п. Автоматизированное конструирование происходит по AutoLISP-программам в среде AutoCAK, что предполагает предварительную параметризацию объекта проектирования.

Под параметризацией понимается такое представление некоторого класса геометрических объектов, которое позволяет автоматически получать конкретный объект (экземпляр класса) путем задания значений параметров. В крайней точке этого спектра – полностью автоматический выпуск конструкторской и технологической документации, необходимой для подготовки производства и собственно производства котлоагрегата.

Поддержка технологии типового конструирования – один из примеров применения параметризации. Эта технология предполагает, что конструирование детали производится путем сопоставления ей некоторой типовой детали, определения значений размеров и задания дополнительных элементов – «элементов обогащения», которые отличают конструируемую деталь от типовой [1]. Для поддержки этой технологии нужно представить в параметризованной форме и элементы обогащения, и типовые детали. Использование параметризованных объектов способно радикально изменить стиль работы пользователя в AutoCAK-системах с применением AutoLISP-программ.

На чертеже обычно бывает различное количество сечений, видов, разрезов. Для их построения целесообразнее использовать параметризацию по размерам. В основе параметризации по размерам лежит известный факт, что геометрия чертежа может быть рассчитана по эскизу и значениям нанесенных на эскизе размеров. С точки зрения параметризации это означает, что любой чертеж с правильной и полной расстановкой размеров может служить описателем класса чертежей, различающихся значениями размеров. Таким образом, для создания параметризованного чертежа достаточно построить эталонный экземпляр-образец. Параметризация по размерам опирается на возможность расчета геометрии чертежа по приближительному эскизу.

В нем определяется состав геометрических элементов, размерные отношения и наглядные геометрические отношения. Совокупность геометрических и размерных отношений при заданном наборе элементов образует систему ограничений, достаточную для расчета геометрии чертежа [2].

Все данные, которые используются для представления параметризованного чертежа, составляют его модель. В модели можно выделить две части: параметрическую и топологическую, по которым, соответственно, рассчитывается геометрия для заданных значений размеров и строится экземпляр чертежа. Параметрическая модель МР состоит из трех множеств: E – геометрических элементов, G – геометрических отношений и R – размерных отношений; $MP = \{E, G, R\}$. В [3], например, множество E содержит точки, прямые и окружности. Включим в E трубы и коллектора, образующие основу для чертежей цельносварных панелей топки, блоков пароперегревателя, ширм, водяного экономайзера, водоотпускной системы. Отношение (размерное или геометрическое) определяется типом и набором участвующих в нем элементов. Используем следующие типы отношений.

Геометрические отношения:

$|| (T_1, T_2)$ – трубы T_1, T_2 параллельны;

$\perp (T_1, T_2)$ – трубы T_1, T_2 перпендикулярны;

(T, K) – торец трубы T принадлежит коллектору K ;

$\exists (T_1, T_2)$ – торец трубы T_1 принадлежит трубе T_2 .

Размерные отношения:

$\phi(T_1, T_1)$ – задан угол изгиба трубы T_1 ;

$\rho(T_1, T_2)$ – задано расстояние между трубами T_1, T_2 ;

$\rho(K_1, K_2)$ – задано расстояние между коллекторами K_1, K_2 .

Топологическая модель задает соответствие между элементами чертежа и геометрическими элементами параметрической модели. По топологической модели, используя полученные в результате расчета параметры геометрических элементов, строится экземпляр чертежа.

Многие задачи имеют по несколько решений и, как правило, для одного набора значений существует множество экземпляров, удовлетворяющих одной и той же модели.

Рассмотрим критерий, с помощью которого из этого множества выделяется единственный, в определенном смысле наиболее подходящий экземпляр. Выбор должен делаться только на основании чертежа-образца и не должен требовать дополнительной информации от пользователя.

Перечислим ряд свойств, которым должен удовлетворять принцип выбора. Пусть по чертежу E^0 , который будет использоваться в качестве образца параметризованного чертежа и которому соответствуют значения размеров $\bar{r}^0 = (r_1^0, \dots, r_n^0)$, построена модель $MP = \{E^0, G, R\}$. Для любого набора значений \bar{r}^1 процедура выбора должна определять из конечного множества экземпляров, удовлетворяющих модели MP , единственный экземпляр E^1 , о котором будем говорить, что он похож на образец E^0 , либо сообщать, что похожего экземпляра нет. Процедура выбора задает на множестве экземпляров, удовлетворяющих модели MP , бинарное отношение «похож», обозначаемое далее \approx . Пользователю было бы очень трудно работать в системе параметризации, в которой принцип выбора не удовлетворял бы следующим свойствам.

Свойство 1 (рефлексивность):

$$E \approx E$$

Выбор для значений размеров, совпадающих со значениями размеров образца E , должен дать сам образец E :

Свойство 2 (симметричность).

$$E^0 \approx E^1 \Rightarrow E^1 \approx E^0.$$

Если при использовании образца E^0 с размерами \bar{r}^1 среди экземпляров с размерами выбран экземпляр E^1 , то при использовании образца E^1 среди экземпляров с размерами \bar{r}^0 должен быть выбран E^0 .

Свойство 3 (транзитивность):

$$E^0 \approx E^1, E^1 \approx E^2 \Rightarrow E^0 \approx E^2.$$

Свойство 4 (однозначность):

$$E^1 \approx E^2, \bar{r}(E^1) = \bar{r}(E^2) \Rightarrow E^1 \equiv E^2.$$

Здесь $\bar{r}(E)$ обозначает вектор значений размеров для экземпляра E . Это свойство делает однозначным выбор при одинаковых значениях размеров. В частности, этим обеспечивается то, что начиная с двух различных, но похожих образцов, при любых одинаковых значениях размеров мы получим один и тот же экземпляр.

Свойство 5 (непрерывность): образец и выбранный экземпляр должны отличаться друг от друга незначительно при близких значениях размеров.

Описанный аппарат параметризации был реализован для построения рабочих чертежей коллекторов на языке AutoLISP для ПЭВМ IBM PC [4; 5]. Предварительно была проведена классификация всех коллекторов. На полученном рабочем чертеже показаны виды и разрезы торцов, сечения, а также элементы обогащения – штуцеры, транспортировочные ушки, торцы, отверстия. При программной реализации на ПЭВМ на укрупненную параметрическую модель коллектора $MP = \{E, G, R\}$ накладываются геометрические и размерные ограничения (до пяти рядов отверстий, до трех рядов штуцеров, длина коллектора не больше 4500 мм, 36 комбинаций левый-правый торцы). В зависимости от количества сечений и видов программа сама выбирает формат чертежа с основной надписью, проставляет размеры, допуски, пишет текст условий изготовления коллектора.

Литература

1. Tomiama T., Yoshikava H. Extended general design theory, in *Kesign Theory for CAK* / Yoshikava H. and Warman E.A. (Eds) North-Holland, The Netherlands, 1987.
2. Roller K., Schonek F., Verroust A. *Kimension-driven geometry in CAK: a survey* // *Theory and Practice of Geometric Modelling*. Springer-Verlag, 1989.
3. Коваленко В.Н., Ревякин Ю.Г., Хухлаев Е.В. Параметризация машиностроительных чертежей,

основанная на поэлементном расчете // Программирование. 1992. №2.

4. Беднаржевский В.С. Автоматизированное конструирование рабочих чертежей коллектора котлоагрегата с тремя рядами отверстий // Информ. листок Алтайского ЦНТИ. 1993. №593.

5. Беднаржевский В.С. Автоматизированное проектирование коллекторов энергетических котлов на ПЭВМ IBM PC // Тяжелое машиностроение. 1994. №11-12.