

*В.Г. АВРАМОВ, канд. техн. наук, О.В. ТУЧИН, канд. техн. наук,  
А.М. ЦЫМБАЛ, канд. техн. наук,  
А.А. ЧЕРНЫШЕНКО, канд. техн. наук*

## **ВОПРОСЫ АНАЛИЗА КОНСТРУКТОРСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ В САПР ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ**

Современный уровень развития систем автоматизации проектирования можно характеризовать наличием развитых программных средств конструкторского назначения, наличием ограниченного набора программных средств автоматизированного технологического проектирования и практически полным отсутствием средств обеспечения взаимосвязи конструкторского и технологического проектирования.

Конструкторская документация изделия, для которого проектируется технологический процесс, содержит информацию о конструкторском замысле. Исходя именно из конструкторского замысла надо вести весь процесс проектирования. Конструкторская документация включает в себя, прежде всего, чертеж изделия, и, значит, применительно к чертежу следует вести дальнейшие рассуждения.

Чертеж проектируемого изделия представляет собой геометрически связанные построения. Последние могут отображать деталь в различных системах координат. Элементы чертежей, как правило, соединены размерными связями. Все ответственные участки содержат сведения о точности обработки (шероховатость, качество точности). Для преобразования в вид, понятный ЭВМ, необходима дополнительная подготовка таких сведений.

В основном вся чертежная информация до недавних пор первично отображалась на бумаге. Ввод таких чертежей может осуществляться специальными устройствами ввода (сканеры, планшеты и т.п.). Другой путь — непосредственно создавать чертежи при работе в чертежной САПР AutoCAD. Однако опыт работы в них подсказывает, что чертежные построения несут лишь графическую визуальную информацию. Та же информация, которая не видна пользователю (например, две линии, наложенные друг на друга), тоже будет введена. Таким образом, чертеж с точки зрения внутреннего представления будет некорректен. Кроме того, восприниматься ЭВМ будет лишь формально-фактическая информация о чертеже: например, что из точки  $(X_1; Y_1)$  в точку  $(X_2; Y_2)$  проведена линия. Информация же о том, что возможно пересечение данной линии с другими линиями в каких-то определенных точках, никак отражена не будет.

Файлы чертежей, сделанных в системе AutoCAD, не могут быть рассмотрены непосредственно, так как являются программно-защищенными. Однако AutoCAD предоставляют возможность записи чертежной информации в файлы формата DXF. Описание файлов данного формата можно найти в [2], а также в документации по использованию системы AutoCAD. На основе рассмотрения DXF-файлов описания чертежей составлена программа, обрабатывающая чертежную информацию. Программа обрабатывает графические объекты типа LINE (отрезки прямых линий) и CIRCLE (окружности).

Первая функция такой подсистемы распознавания чертежной информации — корректировка. Она, как уже указывалось, выполняется: для исключения из описания участков линий, частично или полностью совпадающих с другими линиями; нахождения всех точек пересечения различных линий, а после этого разбиения каждой пересекающейся пары на отдельные участки. Цель заключается в получении описания чертежа в его самом элементарном представлении, когда он состоит лишь из элементарных, непересекающихся чертежных объектов. На основании подобного материала можно будет создавать представление об объекте как совокупности элементарных поверхностей, основным элементом которых являются линии.

Аналогично описываются и другие объекты. Так, пересечение линии и окружности (линия не проходит через центр окружности) образует две поверхности. Одна поверхность ограничивается точками пересечения окружности с линией и меньшей дугой окружности, другая — ее большей дугой. При этом отдельное описание (если оно вообще необходимо), требуется для представления меньшей поверхности, описание же большей поверхности скорее будет определяться параметрами самой окружности.

Вторая функция распознавания — определение элементарных поверхностей, из которых состоит деталь. Под элементарными поверхностями в данном случае понимаются такие выделенные на первом этапе элементы чертежа, которые образуют замкнутый контур. При этом контуры не могут пересекать друг друга, за исключением внешнего контура детали, охватывающего всю проекцию. Здесь следует отметить, что, кроме геометрических размеров детали, на чертеж необходимо наносить контуры заготовки. В простейшем случае он представляет собой замкнутый контур, части которого не пересекают контур детали и находятся вне его. Более сложный вариант — когда контур заготовки совпадает на одном из своих участков с контуром детали. Такое описание позволяет иметь информацию о соотношении контуров заготовки и детали в данной проекции. Указанная схема реализована в программе, написанной на языке Си.

Имея описание проекций заготовки и детали в одном чертеже, можно, основываясь на сведениях о внешнем контуре детали и контуре заготовки, определить объемы заготовки, которые можно удалить при обработке какого-либо элемента внешнего контура. При этом не затрагивается информация о других элементарных контурах.

Следующий этап разнится при различных способах задания данных. В случае использования простых конструкций можно, исследовав указанным способом деталь и ее заготовку, задать толщину и уровень (относительно нулевого) для заготовки и каждой элементарной поверхности. В результате получится объемное описание. Имея таким образом упорядоченные данные для каждой поверхности, можно определить объемы, которые нужно удалить из заготовки (D-объемы). Задача технологического проектирования тогда будет сводиться к оптимальному планированию выработки D-объемов. Именно такой вариант реализован с помощью программы, написанной на встроенном в систему AutoCAD языке AutoLISP.

Однако упрощение можно осуществить не всегда. Обычно имеется информация о нескольких проекциях. Для эффективной работы их необходимо свести в единую модель детали и заготовки. Несомненно, главное здесь — для обеспечения работы в одинаковых системах отсчета — наличие опорных точек, относительно которых заданы имеющиеся проекции.

Цель изложенных действий — наиболее точно передать чертежное представление проектируемого изделия в ЭВМ и получить в ней адекватное представление. В силу сказанного, скорее всего, целесообразно использовать проекции чертежа, не расположенные в плоскости XY, в качестве вспомогательных, несущих информацию о координатах Z элементарных поверхностей проекции XY. Хотя, конечно, могут существовать особенности, не принадлежащие XY, которые также требуется отображать в машинном представлении. Поэтому предложенный процесс “выдавливания” для объемного представления следует осуществлять для всех трех проекций. Одновременно должен создаваться массив (или список) элементарных поверхностей, для которых указываются толщина и уровень поднятия относительно нулевого уровня. Он необходим, чтобы исключить дублирование операций и избежать повторного рассмотрения одних и тех же элементов.

В результате всех перечисленных действий будут получены описание каждой элементарной поверхности детали с указаниями объемных характеристик, а также данные о полном объеме заготовки. Кроме того, для каждой поверхности будет сформировано описание контуров заготовки, прилежащих к ней и предназначенных к удалению. Имея данные об элементарной поверхности и о заготовке, точнее, о ее

объеме, находящемся над данной поверхностью, устанавливаем объем заготовки, который необходимо удалить.

Конечный набор параметров при анализе конструкторской информации содержит как описание заготовки и детали, так и описание D-объемов (относительно каждой обрабатываемой поверхности), подлежащих удалению. Получив такой набор информации, можно приступить к планированию технологического процесса, т.е. к определению последовательности удаления D-объемов. Задача будет состоять в нахождении оптимальной последовательности обработки с учетом извлеченной из чертежей информации о параметрах поверхностей.

**Список литературы:** 1. Челищев Б.Е., Боброва И.В., Гонзалес-Сабатер А. Автоматизация проектирования технологии в машиностроении. М.: Машиностроение, 1987. 264 с.  
2. Джамп Д. AutoCAD. Программирование: Пер. с англ. М.: Радио и связь, 1992. 336 с.

*Поступила в редколлегию 10.04.97*