

Настоящий этап исследований заключается в расширении библиотеки компонент преобразований, устранении объектной ориентированности системы кодирования компонент с целью создания инвариантного модуля формообразования в составе ПГМ. Для выхода на конкретную предметную область разрабатывается сервисный программный модуль согласования ее терминологии и геометрических инвариантов компонент. Подсистема формообразования предназначена для включения в ПГМ САПР, разрабатываемой в Институте кибернетики АН УССР.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Михайленко В. Е., Ковалев С. Н., Сазонов К. А. Формообразование большепролетных покрытий в архитектуре.— Киев.: Вища шк., 1987.
2. Гривачевский А. Г., Сорокин М. Н. Геометрические модели деталей в задачах их модификации // ЭВМ в проектировании и производстве.— Л.: Машиностроение, 1987.— Вып. 3.
3. Плоский В. А. Формообразование оболочек на основе реализации инвариантной конструктивной модели геометрических преобразований: Автореф. дис. ... канд. техн. наук/КИСИ.— Киев, 1986.
4. Плоский В. А., Гурак В. Н. Методика формообразования арочной плиты с применением интерактивных средств машинной графики // Прикл. геометрия и инж. графика.— 1987.— Вып. 43.
5. Шишкин М. И. Геометрическое моделирование сборных модульных оболочек для их автоматизированного проектирования: Автореф. дис. ... канд. техн. наук./КИСИ.— Киев, 1988.
6. Подгорный А. Л., Плоский В. А. Аппроксимация преобразований // Прикл. геометрия и инж. графика.— 1989.— Вып. 48.
7. Плоский В. А., Кусебаев У. К. Методы геометрического моделирования в задачах автоматизированного проектирования ВЛЭП на рельефе местности // Тез. докл. науч.-практ. конф. «Молодые ученые — развитию научно-технического прогресса».— Караганда: КарПИ, 1987.

Поступила в редакцию 16 января 1990 г.

УДК 658.512.012.011.561.681.3

А. М. ВИННИЦКИЙ, О. В. КИСЕЛЕВА, Я. А. СИРОТКИН,
В. А. ТРЕЯЛЬ
(Ленинград)

ГЕОМЕТРИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И ГРАФИЧЕСКОЕ ОТОБРАЖЕНИЕ ДЕТАЛЕЙ ТИПА ТЕЛ ВРАЩЕНИЯ И ПЛОСКОСТНЫХ

В состав интегрированной гибкой производственной системы (ГПС) механообработки деталей (МД), разрабатываемой в Инженерном центре ГПС при ЛПИ им. М. И. Калинина, входят САПР деталей (САПР-Д), автоматизированная система технологической подготовки производства (АСТПП), АСУ ГПС и другие системы [1].

САПР-Д обеспечивает конструкторское проектирование оригинальных деталей синтезом их из объемных примитивов (ОП — цилиндр, конус, параллелепипед, шар, тор, пирамида и др.) с расположенными на них элементами обогащения (ЭО — отверстие, окно, канавка, паз, выступ, бурт, карман и т. п.), а также проектирование на базе типовых и комплексных деталей типа тел вращения и плоскостных.

При проектировании оригинальной детали конструктор на входном языке объемного геометрического моделирования (ЮГМ) описывает информационную модель детали (ИМД), фиксирующую только форму де-

тали (без размеров). Каждый оператор ЯОГМ содержит: а) метку; б) имя модели терминального понятия (МТП), описывающего ОП, ЭО, теоретико-множественную операцию (ТМО) над ОП и ЭО, размерно-точностную связь (РТС), элемент чертежа (вид, разрез, сечение) и т. п.; в) модификаторы формы ОП и ЭО (фаски, канавки, скругления, проточки, уступы и др.) и т. д.

МТП имеет атрибуты, описывающие геометрические (позиционные и метрические) и конструкторско-технологические характеристики каждого элемента детали (ОП, ЭО, ТМО, РТС).

В САПР-Д интерпретация ИМД включает три этапа: 1) параметрический, 2) геометрический, 3) графический.

Первый этап. Интерпретация операторов ЯОГМ ИМД оригинальной детали включает диалоговый запрос значений части параметров элементов детали и автоматическую параметризацию большинства из них. Возможен переход из режима формирования ИМД в режим параметризации и наоборот при проектировании оригинальной детали.

При проектировании на базе типовой или комплексной детали конструктор параметризует ИМД, созданную заранее и хранящуюся в БД моделей типовых и комплексных деталей.

Во всех указанных видах проектирования параметризация ИМД завершается получением информационной модели конкретной детали (ИМКД), которая состоит из частично параметризованных экземпляров понятий. Не параметризованы при этом координаты привязки ОП и ЭО в базовой системе координат детали (БСКД), линейные размеры ОП и ЭО и др. Указанные операции этого этапа выполняются интерпретатором ИМД подсистемы управления ИМД (рисунок).

Второй этап. В таком же полностью параметризованном виде ИМКД поступает на вход в подсистему геометрического моделирования, которая выполняет следующие функции:

проверяет корректность синтезируемой с помощью теоретико-множественных операций модели детали и принадлежность детали к классу обрабатываемых САПР-Д;

определяет недостающие размеры ОП и ЭО (длину, ширину и высоту) и координаты их привязки в БСКД из решения системы линейных алгебраических уравнений; эта система получается автоматически из анализа размерных цепей, признаков расположения ОП и ЭО относительно друг друга и ТМО, налагаемых на ОП и ЭО;

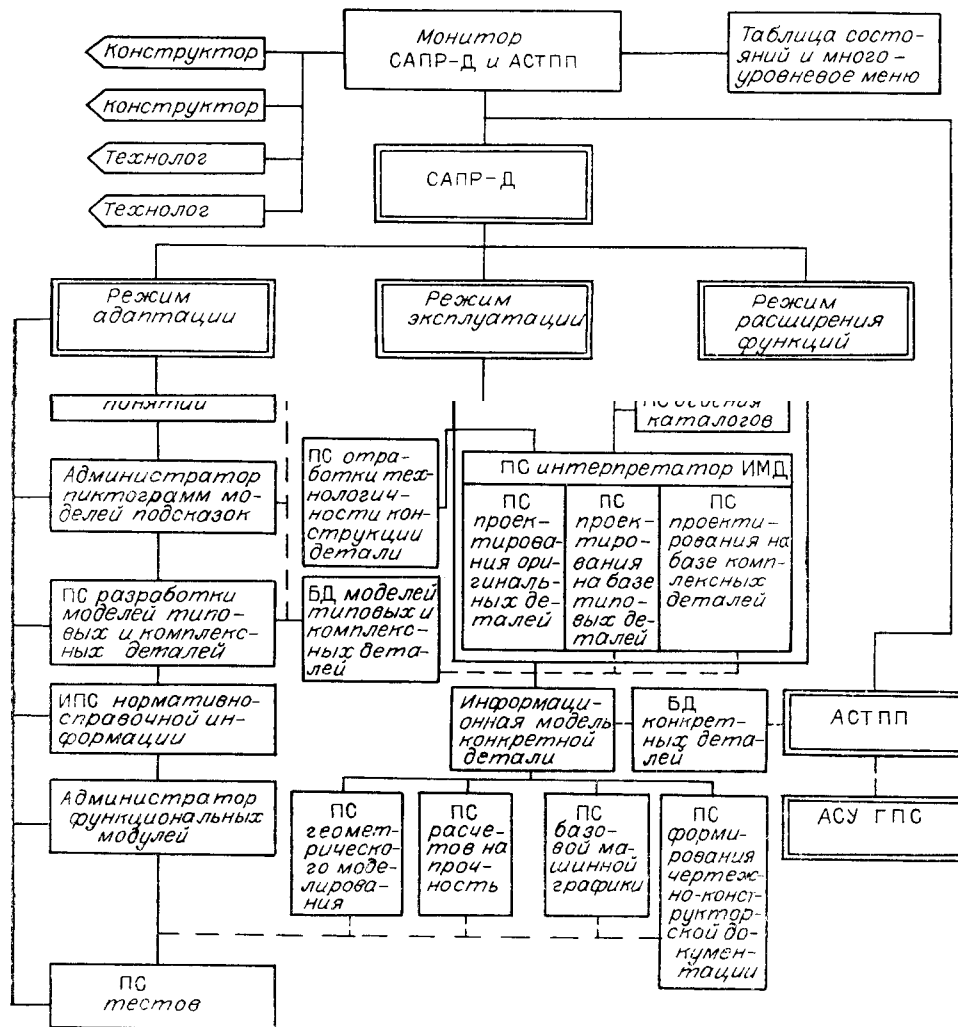
формирует образующие (контуры) тел вращения и плоскостных деталей с учетом модификаторов формы ОП и ЭО и тех ЭО, которые располагаются на поверхностях или гранях, генерируемых движением образующих по круговым, прямолинейным или криволинейным направляющим; образующие могут относиться к наружным, внутренним, открытым, полуоткрытым и закрытым поверхностям;

вычисляет метрические характеристики детали и ее элементов (площади поверхностей, объемы и др.).

На выходе из подсистемы геометрического моделирования получается полностью параметризованная ИМКД с указанными образующими поверхностями движения, которые являются математической моделью детали (ММД).

ИМКД с контурами являются входными данными для всех других подсистем САПР-Д (расчетов прочности, формирования чертежа и др.), а также для АСТПП с целью разработки технологического процесса изготовления этой детали, включая генерацию управляющих программ для станков с ЧПУ. Связь между САПР-Д и АСТПП осуществляется через базу данных ИМКД.

Следует отметить, что при параметризации ИМД конечный пользователь не задает координаты привязки и углы поворота элементов детали (ОП, ЭО, ТМО, РТС и др.) для перемещения их из канонического (вдоль оси x , например, и др.) в занимаемое ими в составе детали положение. Эти величины определяются автоматически подсистемой геомет-



Структура и логическая схема функционирования САПР-Д в типовой ГПС МД: ПС — подсистема, БД — база данных, ОП — объемный примитив, ЭО — элемент обогащения, ИМД — информационная модель детали, ИПС — информационно-поисковая система, сплошная линия — связь по управлению, штриховая — связь по информации

рического моделирования из анализа размерных цепей, ТМО и признаков расположения ОП и ЭО относительно друг друга (например, отверстие на боковой поверхности цилиндра, паз на верхней грани параллелепипеда и др.), которые фиксируются операторами ЯОГМ ИМД. Решаемая при этом для каждой размерной цепи система линейных алгебраических уравнений проверяется на однозначную определенность. При переопределенности размерных связей выдается сообщение об ошибке с идентификацией избыточной РТС, а при недоопределенности указывается неопределенная координата привязки. Координатами привязки для ОП и ЭО тел вращения являются координаты двух точек на концах осей этих элементов деталей в БСКД, а для ОП и ЭО плоскостных деталей — координаты трех характерных точек и т. д.

При формировании контура детали — тела вращения — для каждого элемента детали вызывается подпрограмма, предназначенная для обработки этого элемента. Формируемая ею часть контура записывается в общую структуру данных. Полученные части контура отдельных ОП объединяются в общий контур, который затем корректируется модификаторами формы, указанными в операторах ИМД при объединении и вычитании элементов детали, и контурами, полученными для таких ЭО, как канавка, бурт и т. п., видоизменяющими образующие объемных примитивов, на которых они расположены.

Аналогично получают образующие (контур) плоскостных деталей; количество таких контуров при этом два или более, причем они также корректируются модификаторами формы и элементами обогащения, если последние соприкасаются с образующими, и т. д.

Третий этап. На этом этапе интерпретации ИМД подсистема генерации чертежа на основе ИМКД и ММД формирует чертеж детали, включая в него указанные пользователем в ИМД виды, разрезы, сечения, выносные элементы, местные разрезы, таблицы, технические требования и т. п. Для получения видов, разрезов и сечений используются операции параллельного проецирования с удалением невидимых линий и сечения ММД плоскими и ступенчатыми поверхностями. При этом используются не уравнения ограничивающих деталь поверхностей и граней, а идентификация (семантика) элементов детали в ИМД и координаты их привязки.

Рассмотрим формирование главного вида для детали типа тела вращения. Для каждого ОП вызывается соответствующая подпрограмма, которая выдает в общую структуру данных его нижний и верхний контуры (образующие), скорректированные расположенными на границах этого ОП элементами обогащения (лыска, канавка, паз и др.). Если этот ОП содержит еще какие-либо ЭО внутри указанных контуров, то они также вычерчиваются на главном виде (отверстие, шпоночный паз, лыска, окно и др.). Если рассматриваемый ОП содержит внутренние ОП и ЭО, то их контуры (образующие) также выдаются в общую структуру данных и при этом вместо главного вида вычерчивается фронтальный разрез или составной вид. Затем на виде осуществляется автоматическая расстановка стандартных элементов ЕСКД (символов шероховатости поверхностей, допусков формы, размеров фасок, скруглений, галтелей, вида покрытия и т. п.) и всех внутренних размеров ОП и ЭО (диаметры ОП и ЭО, размеры лысок, пазов, канавок, параллелепипедов, уступов и др.). Расстановка элементов ЕСКД и внутренних размеров ОП и ЭО выполняется последовательно, причем каждый из них наращивает контуры вида с той стороны, где он вычерчивается, формируя таким образом «контур безопасности», вне которого фиксируется следующий символ. Все размерные цепи вида также проставляются автоматически и располагаются вне «контура безопасности» на горизонтальных уровнях на равном расстоянии друг от друга по вертикали.

Под нижним «контуром безопасности» находятся размерные цепи, относящиеся к внешним ПО, ЭО, а над верхним — цепи, относящиеся к внутренним контурам детали. Размерные цепи сортируются по длине, затем, начиная с наименьшей, располагаются на первом подходящем уровне (для которого свободен отрезок, необходимый для расположения цепочки), при этом для уровня изменяется список занятых отрезков.

Для сечений и видов слева деталей типа тел вращения расстановка элементов ЕСКД идет аналогично, но уровни размерных цепей круговые и расположены вокруг соответствующего изображения.

Благодаря тому, что все сформированные характеристики каждого элемента ЕСКД сохраняются во внутренней структуре данных, пользователь имеет возможность корректировать их в диалоге.

Для видов, разрезов и сечений плоскостных деталей расстановка символов ЕСКД и размерных цепей выполняется аналогично, но для плоскостных деталей размерные цепи проставляются не только горизонталь-

ными, но и вертикальными и вообще под любым заданным пользователем углом с учетом «зон безопасности».

Подсистема генерации чертежа использует отдельные функциональные подпрограммы ППП ГРАФОР и ПАД-СМ для формирования графического файла чертежа в формате МГИ. Перекодировщик и драйверы базовой графической системы ГРАФ-СМ обеспечивают перекодировку файла формата МГИ в форматы метафайла ГКС для хранения чертежа в БД и вывод его на графические устройства АРМ-2.01.04/СМ-1420 (графический дисплей СМ-7316 и графопостроитель ПАГ-500 или др.).

Время формирования чертежа — в среднем 5—10 мин.

Для геометрического моделирования и формирования чертежа для каждого класса деталей (тела вращения и плоскостные) разработаны свои программы.

Заключение. Общение конечного пользователя с САПР-Д происходит с помощью многоуровневого меню и входного ЯОГМ, реализованных на базе мнемоники русского языка, и не требует от него специальных знаний по программированию.

САПР-Д обеспечивает разработку параметрических моделей типовых и комплексных деталей без составления программ на каком-либо ЯЗУ.

В САПР-Д можно не хранить чертежи деталей, достаточно хранить только ИМКД с тем, чтобы по запросу выдать твердую копию чертежа с помощью подсистем геометрического моделирования и формирования чертежа.

Базовые программные средства САПР-Д реализованы на языке Сп, прикладные — на Фортране-IV.

ЯОГМ и МТП обеспечивают описание не только математических моделей ограниченных геометрических тел, но и модификаторов формы и конструкторско-технологических характеристик этих тел, что делает САПР-Д удобным для практического применения в КБ, ТБ, НИИ и др.

САПР-Д реализована в виде диалоговой многопользовательской системы на АРМ-2.01.04/СМ-1420 с ОЗУ от 256 Кбайт и выше в операционной среде RSX-11М версии 4.1.

В настоящее время осуществляется перенос САПР-Д на ПЭВМ типа IBM PC AT PLUS, PS/2 и отечественные ПЭВМ, совместимые с ней, с последующей реализацией в САПР-Д проектирования корпусных деталей и деталей со скульптурными поверхностями.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сироткин Я. А., Бессмертнов А. Л., Дышанов В. В. и др. Инструментальная САПР деталей в составе интегрированной ГПС МД // ЭВМ в проектировании и производстве.— Л.: Машиностроение, 1990.— Вып. 4.

Поступила в редакцию 16 января 1990 г.

УДК 681.3.06 : 658.011.56

Л. Н. КСЕНОФОНТОВА, Е. К. РЯБОВ

(Куйбышев)

ИНТЕРАКТИВНЫЙ СИНТЕЗ ТОПОЛОГИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ИЗОБРАЖЕНИЯ ЧЕРТЕЖА

Современная практика автоматизированного проектирования предусматривает интеграцию систем проектной, конструкторской и технологической подготовки производства в единый комплекс. Инвариантная ком-

© 1990 Ксенофонтова Л. Н., Рябов Е. К.