

щих дуг окружностей) число итераций доходило до 10—12, при этом число итераций мало зависимо от начального приближения в окрестности до 100 % относительно характерных размеров модели. В окрестности порядка 1 % решение находилось за одну-две итерации.

Заключение. Предлагаемый подход позволяет разработать технологию построения и модификации геометрических моделей, основанную на непроцедурном представлении геометрических объектов. Выполненная экспериментальная реализация и проведенная серия экспериментов с ней показали возможность использования непроцедурного представления геометрических моделей в САПР.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кахро М. И., Калья А. П., Тыгу Э. Х. Инструментальная система программирования ЕС ЭВМ (ПРИЗ).— М.: Финансы и статистика, 1988.
2. Гилл Ф., Мюррей У., Райт М. Практическая оптимизация.— М.: Мир, 1985.
3. Бирыльцев Е. В., Гусенков А. М., Насыров И. Р., Савельев А. А. Информационно-графическая система ГРОМ в ОС ДЕМОС // Всесоюз. конф. «Пути совершенствования разработки программных средств и автоматизированных систем»: Тез. докл.— Свердловск, 1989.
4. Бирыльцев Е. В., Гусенков А. М., Насыров И. Р., Савельев А. А. Система геометрического моделирования ГРОМ // Всесоюз. конф. «Машинная графика-89»: Тез. докл.— Новосибирск, 1989.

Поступила в редакцию 16 января 1990 г.

УДК 681.3.06 : 656.512.2(075.8)

О. П. КОРМИЛИЦЫН, А. А. САМОДУРОВ

(Ленинград)

ГЕОМЕТРИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ОБЪЕКТОВ С ФИЗИЧЕСКИ НЕОДНОРОДНОЙ СТРУКТУРОЙ

Описание пространственных объектов в САПР, как правило, ограничено геометрическими характеристиками объектов, что подтверждается отечественными и зарубежными публикациями [1, 2]. В то же время такие важнейшие физические понятия, как пористость, неоднородность и т. д., определяют структуру моделируемых объектов. Поэтому необходимость описания среды следует из концепции комплексного проектирования, где модель разрабатываемого объекта должна формироваться с позиций как геометрического, так и физического моделирования. В настоящей работе предлагается алгоритмически новый подход, отвечающий единой задаче комплексного проектирования технических объектов.

Рассмотрим предлагаемый подход на примере типового геометрического элемента — цилиндра (ТГЭ^н), модель которого в соответствии с [3] можно представить логической совокупностью элементарных геометрических объектов (ЭГО^н):

$$\text{ТГЭ}^{\text{н}} = \bigcup_{\rho \in \Pi} \text{ЭГО}_{\rho}^{\text{н}}$$

где Π — характеристика распределения ЭГО в рассматриваемой структуре; ρ — коэффициент заполнения.

В свою очередь, ЭГО^н представляется поверхностью 2-го порядка в форме

$$\text{ЭГО}_{\rho} = (A_{\rho}R)^{\text{н}}R,$$

где

$$A_\rho = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -\rho^2 r_{\text{ц}}^2 \end{bmatrix}$$

— матрица состояния; $R = \begin{pmatrix} X \\ Y \\ Z \\ 1 \end{pmatrix}$ — расширенный вектор-столбец; t — ин-

декс транспонирования; $r_{\text{ц}}$ — радиус цилиндра; $\rho \in [0, 1]$.

Такое описание соответствует модели однородной непрерывной среды. Рассмотрим несколько случаев формализации модели цилиндра с физически неоднородными свойствами.

Модель цилиндра с пористой структурой. Пористость как физическое свойство соответствует практически любому конструкционному материалу. Например, при отжиге облученных образцов бериллиевой керамики, широко распространенной в атомной технике, объемная пористость достигает 12,5%. При этом образуются пустоты диаметром 0,1—0,3 мкм, которые в дальнейшем могут привести к образованию раковин [4], что снижает прочность деталей, выполненных из этого материала. Подобную структуру цилиндра (ТГЭ^п) можно представить как результат вычитания однородной структуры цилиндра (ТГЭ^н) и структуры пор, имеющих сферическую форму (ТГЭ^с). Следовательно, образец в форме цилиндра с пористой структурой описывается так:

$$\text{ТГЭ}_{\text{п}}^{\text{н}} = \text{ТГЭ}_{\text{о}}^{\text{н}} \left(\bigcup_{k \in K} \text{ТГЭ}_{\text{к}}^{\text{с}} \right),$$

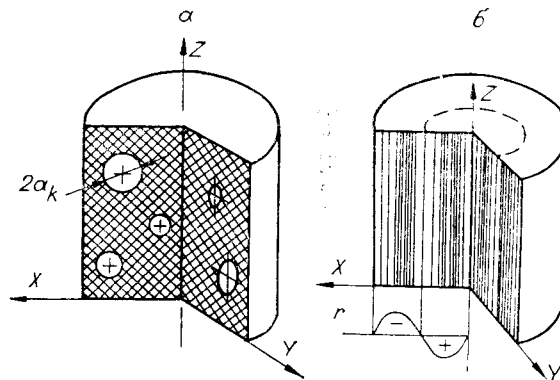
где

$$\begin{aligned} \text{ТГЭ}_{\text{к}}^{\text{с}} &= \bigcup_{\rho \in [0,1]} (\text{ЭГО}_{\rho}^{\text{с}})_{\text{к}}; \\ (\text{ЭГО}_{\rho}^{\text{с}})_{\text{к}} &= (A_{\text{к}}^{\text{с}} R_{\text{к}})^{\text{T}} R_{\text{к}}; \\ A_{\text{к}}^{\text{с}} &= \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -\rho a_{\text{к}} \end{bmatrix}; \end{aligned}$$

K — интервал дефектов (пор); $a_{\text{к}}$ — радиус k -го дефекта (пор).

На рисунке, *а* дано соответствующее графическое пояснение.

Модель цилиндра с неоднородной структурой. Неоднородная структура объектов чаще всего вызвана технологическими причинами (например, режимом обжига деталей в процессе их формирования). Такой вид неоднородности носит необратимый характер. С другой стороны, имеются такие физические процессы, которые лишь на некоторое время изменяют однородность (например, воздействие акустических волн). В этом случае происходит изменение дислокаций микроструктуры при распространении упругих колебаний (рисунок, *б*). Соответствующая расчетная формула модели цилиндра с неоднородной структурой (ТГЭ^н) при



Изображение цилиндрического объекта с пористой (*а*) и неоднородной (*б*) структурами

распространении радиальных гармонических волн вдоль радиуса r имеет вид

$$TГЭ_{\Pi 0}^n = \bigcup_{\rho \in \Pi} ЭГО_{\rho}^n,$$

где $\rho = \rho_0(r) \sin \omega t$; ω — круговая частота; t — время; $\rho_0(r)$ — коэффициент заполнения однородной структуры.

Таким образом, рассмотренный подход при описании пространственной структуры реальной среды.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Горелик А. Г. Пакет программ машинной графики для ЕС ЭВМ.— М.: Машиностроение, 1986.
2. Шпур Г., Краузе Ф.-Л. Автоматизированное проектирование в машиностроении: Пер. с нем. Г. Д. Волковой и др./Под ред. Ю. М. Соломенцева, В. П. Диденко.— М.: Машиностроение, 1988.
3. Кормилицын О. П., Самодуров А. А. Разработка моделей типовых геометрических объектов для проектирования машиностроительных деталей сложной формы // Изв. вузов. Машиностроение.— 1989.— № 5.
4. Беляев Р. А. Окись бериллия.— М.: Атомиздат, 1980.

Поступила в редакцию 16 января 1990 г.

УДК 681.3.061 : 658.512.3

Н. В. РЕВИНА, Л. В. СОКОЛОВА, Ю. Ц. ФАЙТЕЛЬСОН

(Волгоград)

ПОДСИСТЕМА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО КОНСТРУИРОВАНИЯ ДЕТАЛЕЙ

Данное сообщение посвящено особенностям разработки и реализации системы автоматизированного конструирования деталей (АКД) на автоматизированном рабочем месте (АРМ).

Анализ работ в области автоматизации проектирования изделий машиностроения показывает, что во всем их объеме значительное место занимают работы, связанные с автоматизацией конструирования деталей и чертежей к ним. При этом необходима автоматизация следующих процедур:

автоматическое формирование чертежей деталей и сборочных единиц после выполнения задач формирования структуры проектируемого изделия и инженерных расчетов;

автономное формирование индивидуальных и групповых чертежей типовых и оригинальных деталей;

диалоговое редактирование сформированных изображений чертежей деталей;

организация хранения, поиска и вывода на соответствующие графические устройства чертежей деталей.

Основные требования к построению такой системы: возможность использования АКД как в комплексе в виде подсистемы, так и автономно в виде проблемно-независимой системы; диалоговое выполнение всех проектных процедур конструктором — непрофессиональным программистом; реализация основных диалоговых операций на формально-естественном