

The mathematical model for generalized evaluation of computer-aided method of the complex detail creation by means of CAD-system is offered. The parameters of the mathematical model for some foundry details created in the system Solid Works are given.

А. Н. ЧИЧКО, Т. В. МАТЮШИНЕЦ, БНТУ
Л. В. МАРКОВ, ОАО «Могилевский металлургический завод»

УДК 669.27:519

АЛГОРИТМИЗАЦИЯ КОМПЬЮТЕРНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЛИТЕЙНЫХ ДЕТАЛЕЙ С ПОМОЩЬЮ САД-СИСТЕМ

В последнее время в литейном производстве с развитием современных информационных технологий возникает необходимость проектирования литейных объектов на основе новейших САД-систем. Однако проектирование литейной геометрии имеет свои особенности. Для эффективного моделирования литейных объектов необходимо знание принципов работы САД-системы, ее методов, а также различных вариантов построения заданных поверхностей. Основываясь на этих знаниях, можно эффективно создавать виртуальные литейные объекты, точно воспроизводить поверхности, затрачивая минимальные ресурсы компьютерной системы.

Одним из наиболее оптимальных инструментов создания геометрических моделей является компьютерная система Solid Works, которая предоставляет пользователю широкие возможности построения сложнейших элементов технических объектов. Одна из основных трудностей использования этой системы для автоматизированных задач проектирования — выбор алгоритма или метода построения пространственного объекта. В зависимости от алгоритма построение детали может быть как очень сложным по времени реализации и способу построения, так и простым. Следует отметить, что методы построения зависят от типа пространственного объекта. Так, для построения литейных объектов (отливок, литейной оснастки), содержащих уклоны, полости, элементы литниковой системы, могут быть свои оптимальные алгоритмы.

Целью настоящей работы является анализ методов построения литейных объектов и выработка алгоритмической схемы (математической модели) построения трехмерных объектов средствами Solid Works.

Проанализировав различные варианты построения ряда литейных объектов в системе Solid

Works, в целях повышения эффективности геометрического моделирования были определены следующие этапы технологии проектирования:

- 1) разделение проектируемой детали на элементарные объекты (примитивы);
- 2) выбор наилучшего способа построения каждого из примитивов;
- 3) выбор оптимального порядка построения примитивов.

Последовательно выполняя эти этапы, можно добиться наилучшего соотношения скорости, универсальности построения. При этом можно сократить объем выходного файла. При рассмотрении детали следует уделить большое внимание элементарным объектам (примитивам), из которых состоит внутренняя и наружная поверхность детали.

Целесообразно расчленив проектируемую деталь на элементарные участки таким образом, чтобы каждый из примитивов можно было построить за один-два шага. Это в результате приводит к тому, что построение детали любой сложности сводится к построению n -го числа элементарных объектов.

На рис. 1, 2 показано выделение элементарных примитивов, образующих поверхность детали «корпус подшипника». После расчленения детали на элементарные объекты необходимо определить для каждого из них способ построения. Построение практически любого элементарного объекта может производиться несколькими способами и в разное количество шагов.

На выбор способа построения примитива оказывают влияние следующие факторы:

- минимизация этапов построения примитива;
- построение примитива на базе эскиза с минимальными расчетами геометрии;
- созданный примитив не должен нести за собой искажение геометрии ранее построенных примитивов;

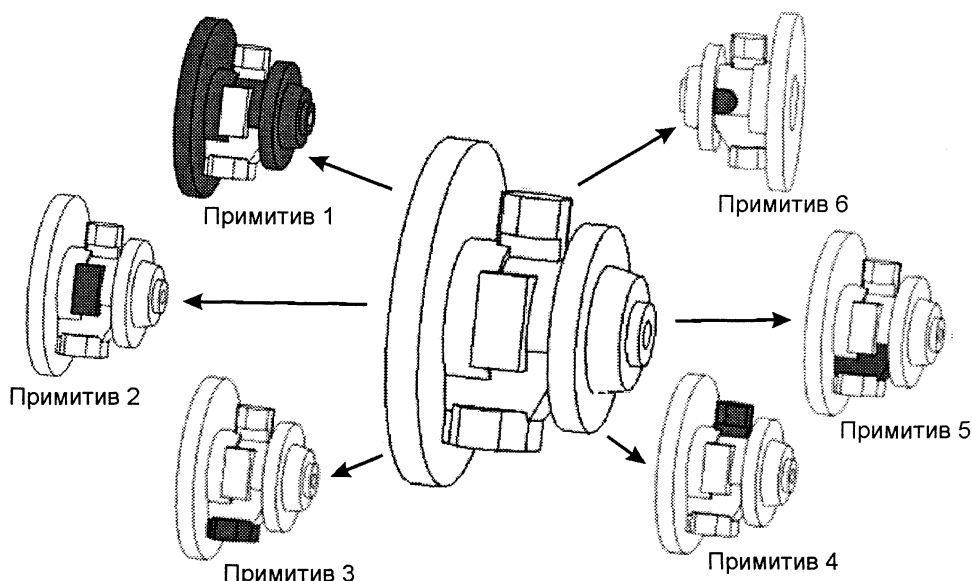


Рис. 1. Разделение наружной поверхности детали «корпус подшипника» на элементарные объекты

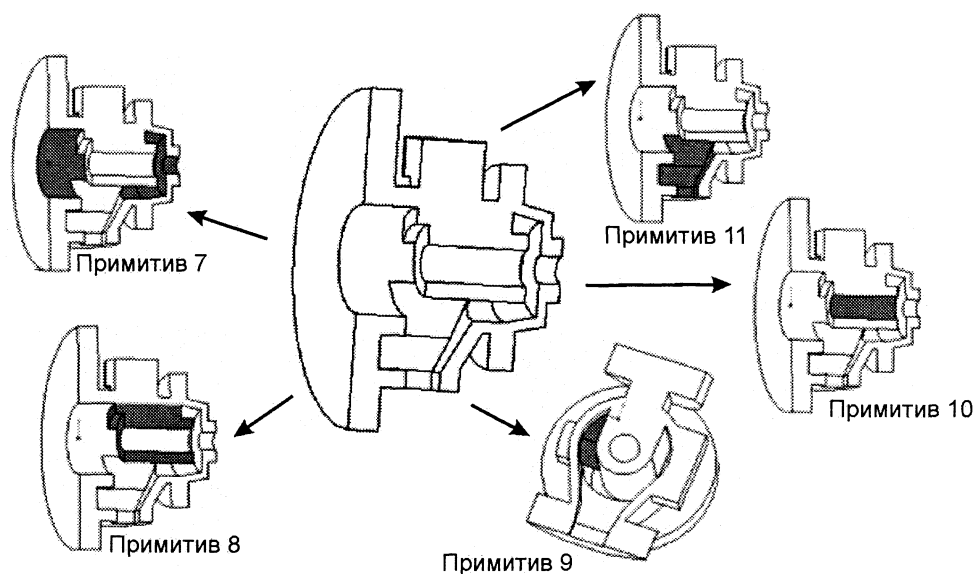


Рис. 2. Разделение внутренней поверхности детали «корпус подшипника» на элементарные объекты

• построенный примитив должен занимать минимальные ресурсы компьютера.

Выбор порядка построения примитивов является заключительным, но не менее важным этапом создания литейного объекта. На этом этапе «кирпичики» детали собираются воедино для достижения конечной цели.

Последовательность построения детали можно обозначить следующим образом:

1) выбор ключевого примитива литейного объекта;

2) выбор примитива, наилучшим образом сопрягающегося с ключевым;

...

N) построение последнего примитива.

Следует отметить, что ключевой примитив выбирается из всех составляющих объекта как «плацдарм» для построения детали. Поэтому часто

в качестве ключевого выбирается примитив, образующий главный контур детали. Это связано с тем, что, начав построение с примитива, обладающего развитой поверхностью, можно избежать в дальнейшем введения дополнительной геометрии.

Рассмотрев технологию построения 3D-геометрии литейного объекта и определив принципы и ограничения для каждого этапа технологии, были сформулированы следующие критериальные характеристики процесса проектирования:

- минимизация объема конечного файла;
- сокращение времени проектирования;
- сокращение до необходимого минимума количества примитивов;
- сокращение шагов построения примитивов;
- достижение необходимой точности построения.

Все эти характеристики виртуального объекта являются важными составляющими эффективности выбранного способа построения. Однако в реальных условиях проектирования приходится выбирать основную характеристику или группу характеристик, значение которых сводят к минимуму:

$$\left\{ \begin{aligned} \lambda_2 &= \sum_{i=1}^n t_i, \\ \lambda_3 &= \sum_{j=1}^m P_j, \\ \lambda_4 &= \sum_{k=1}^r L_k, \\ \lambda_5 &= \frac{\Omega_{исх} - \Omega_{пр}}{\Omega_{исх}}, \\ f(\lambda_i) &= k_1\lambda_1 + k_2\lambda_2 + k_3\lambda_3 + k_4\lambda_4 + k_5\lambda_5, \end{aligned} \right. \quad (1)$$

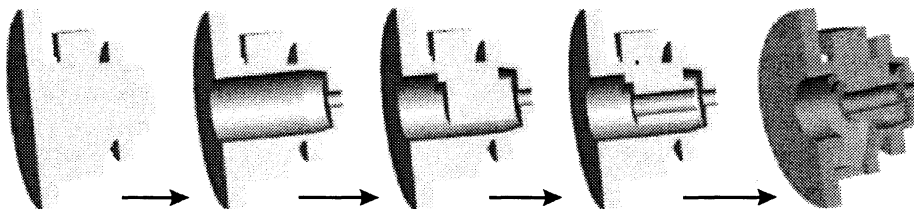
где λ_1 – объем файла; λ_2 – время проектирования; t_i – время проектирования i -го элемента; λ_3 – количество примитивов; P_j – число примитивов j -го элемента; λ_4 – количество шагов построения примитивов; L_k – число шагов в k -том примитиве; λ_5 – точность построения; $\Omega_{пр}$ – проектируемая геометрия; $\Omega_{исх}$ – спроектированная геометрия; k_1, k_2, k_3, k_4, k_5 – весовые коэффициенты.

В конечном итоге целевая функция, отражающая математическую модель, должна стремиться к минимуму:

$$f(\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \lambda_4, \lambda_5) = k_1\lambda_1 + k_2\lambda_2 + k_3\lambda_3 + k_4\lambda_4 + k_5\lambda_5 \rightarrow \min.$$

На рис. 3 показаны два различных варианта создания объекта, отличающихся как числом шагов построения, так и способом создания внутреннего контура детали «корпус подшипника» (см. таблицу).

Вариант 1



Вариант 2

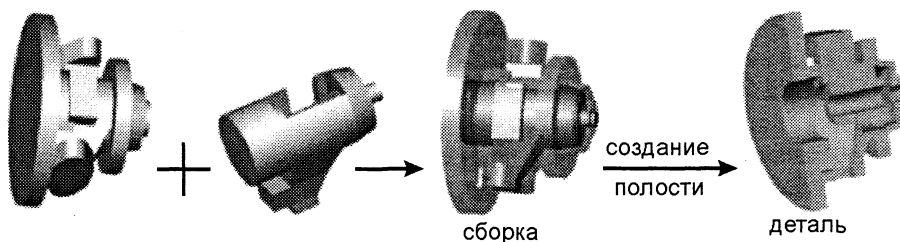


Рис. 3. Варианты построения детали «корпус подшипника»

Расчетные параметры математической модели детали «корпус подшипника»

Вариант построения	λ_1, Kb	λ_2	λ_3	λ_4	λ_5	F
1	413	122	11	1,7	0	550,7
2	324	129	11	1,7	0	465,7

Таким образом, разработанная математическая модель позволяет предложить алгоритм для оценки метода геометрического построения 3D-детали. Использование этого алгоритма позволило на основе детального анализа нескольких технологий

построения ряда объектов выделить специфические группы объектов. На основе математической модели для каждой группы деталей рекомендован оптимальный способ построения и предложена начальная последовательность шагов.