

КОНСТРУИРОВАНИЕ ЛЕГКОВЕСНЫХ ДЕТАЛЕЙ С ПОМОЩЬЮ ЭЛЕМЕНТОВ ФОРМЫ

Ковалева И.Л., Кункевич Д.П., Бородуля А.В., Чваньков А.А.

Белорусский национальный технический университет
Минск, Республика Беларусь.

Использование легковесных деталей является одним из перспективных направлений в современном машино- и приборостроении. Снижение материалоемкости в таких деталях достигается за счет полых областей (полостей), которые могут располагаться либо внутри деталей, либо на их поверхности. Однако наличие полостей может вызвать недопустимые изменения технико-эксплуатационных свойств деталей. Поэтому процесс проектирования легковесных деталей включает в себя поиск компромисса между желаемым снижением материалоемкости и недопустимым изменением технико-эксплуатационных свойств деталей.

Среди методов формирования полостной геометрии деталей с учетом их эксплуатационных свойств можно выделить два - конструктивный и декомпозиционный. Каждый из них основывается на одноименных базовых принципах построения геометрических моделей.

Геометрическая модель на основе декомпозиционных методов – это множество непересекающихся регулярных элементов - вокселей, октантов, конечных элементов. Они широко используются в инженерном анализе методом. Формирование полостей на основе декомпозиционной геометрии происходит достаточно просто: по результатам расчета напряженно-деформированного состояния наименее нагруженные элементы исключаются из модели. Недостатком такого подхода является то, что полученную полостную геометрию приходится заново перестраивать конструктивными методами. Именно конструктивные модели в настоящее время являются основной формой представления деталей на различных этапах жизненного цикла.

Таким образом, более эффективным представляется формирование полостей непосредственно на конструктивном уровне из элементов формы. Программная реализация такого подхода сложнее, однако результатом является «хорошая» технологичная геометрическая модель.

Целесообразно определить элементы формы различных уровней сложности. Нижний уровень – простейшая форма и минимальный набор параметров, например, сфера. Назначение этих элементов - первичное формирование полостей: вместо анализа напряженно-деформированного состояния детали на предмет выявления в ней «ненагруженных» зон, определения их форм, размеров и др. свойств, полости синтезируются пошагово. Однако поверхностная геометрия таких полостей будет сложна и нетехнологична. Устранить этот недостаток можно аппроксимировав

полость более сложным элементом следующего уровня, например, эллипсоидом.

Технология предложенного подхода примерно следующая. На первом этапе выполняется расчет напряженно-деформированного состояния детали и определение наименее нагруженной точки. В этой точке размещается сферический элемент формы и вычитается из тела детали. Процесс повторяется до тех пор, пока напряжения и/или деформации не превысят допустимых значений.

Размещенные таким образом сферические элементы формы располагаются группами (рисунок 1, а), каждая из которых впоследствии может быть заменена эллипсоидом (рисунок 1, б). Разбиение на группы выполняется методами кластеризации. Для размещения эллипсоида относительно группы аппроксимируемых им первичных элементов необходимо определить главные оси и главные моменты этих групп.

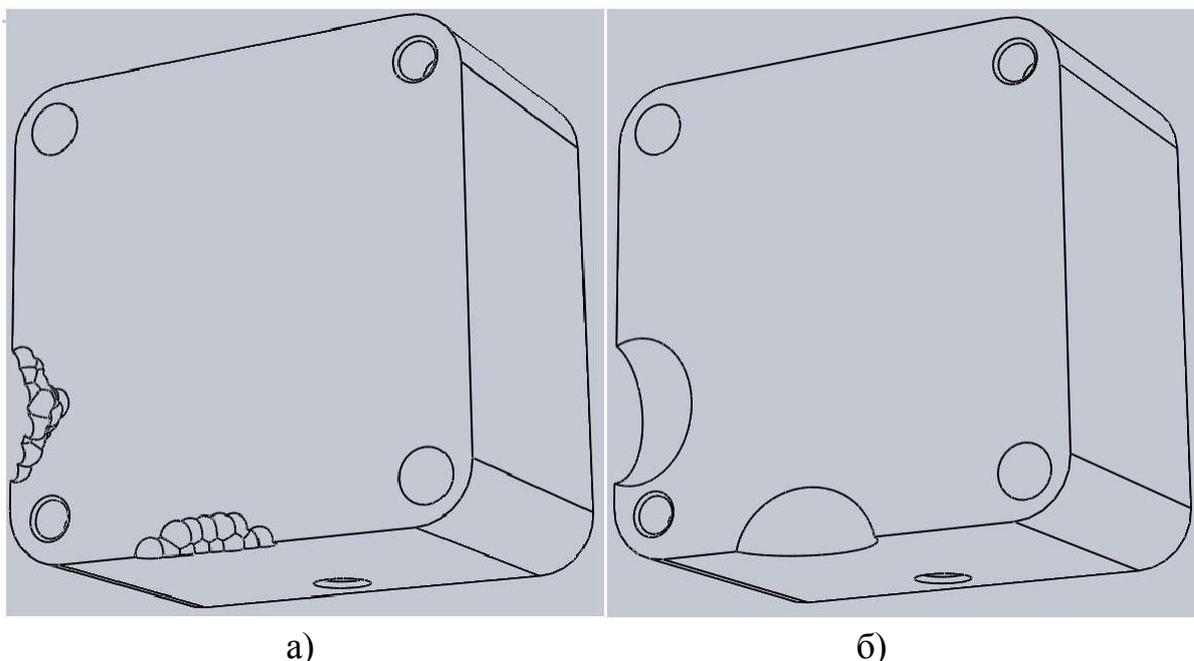


Рисунок 1 – Деталь с полостями из простейших сферических элементов (а) и с полостями, аппроксимированная более сложным элементом следующего уровня (б)

Экспериментальная проверка предложенного подхода была выполнена в системе геометрического моделирования SolidWorks. Геометрические преобразования и инженерные расчеты реализовывались макросом на языке Visual Basic for Application, функционирующим непосредственно на базе указанной системы. Задачи кластеризации решались модулем на языке Python.