

ДЕКОМПОЗИЦИЯ ОБЛАСТЕЙ СЕТОЧНОЙ МОДЕЛИ ДЕТАЛИ НА ОСНОВЕ АЛГОРИТМА ДЕЙКСТРЫ

**Огородник И.В.¹, Полозков Ю.В.¹,
Кункевич Д.П.¹, Полозков А.Ю.²**

- 1) Белорусский национальный технический университет
2) УО «Белорусского государственного университета информатики и
радиоэлектроники»
Минск, Республика Беларусь

В процессе проектирования легковесных деталей возникает проблема декомпозиции областей интеграции ячеистых структур. Эти области представляют собой совокупности конечных элементов сеточной модели детали (рисунок 1 а), в которых действуют нагрузки, не превышающие некоторых, заранее заданных значений. Проведение декомпозиции областей сеточной модели обусловлено необходимостью их унификации с целью определения наиболее подходящей геометрической конфигурации ячеистой структуры для последующего удаления материала. Унификация заключается в приведении областей интеграции к форме параллелепипеда. Учитывая, что конечные элементы, составляющие области интеграции, имеют форму тетраэдров, основным требованием, ставится достижение максимальной заполненности ограничивающего подобласть параллелепипеда (*Boxiness*). Данный параметр для группы конечных элементов вычисляется как отношение суммы их объемов к объему ограничивающего параллелепипеда:

$$\text{Boxiness} = \frac{\sum_{i=1}^n V_{Ti}}{V_{BB}}$$

где V_{Ti} – объем i -того элемента группы; V_{BB} – объем минимального ограничивающего параллелепипеда области.

Алгоритм декомпозиции областей включает следующие основные шаги (рисунок 1): шаг 1 – преобразование области конечных элементов сеточной модели (рисунок 1 а) в неориентированный граф (рисунок 1 б). Шаг 2 – создание списка весов вершин графа с нулевыми значениями. На шаге 3 для каждой вершины графа выполняется два действия: 3.1 – при помощи алгоритма Дейкстры находятся кратчайшие пути до всех вершин, и 3.2 – вес достижимых вершин увеличивается на количество её вхождений в кратчайшие пути. Вершина с наибольшим весом показана на рисунке 1 в. Далее на шаге 4 удаляются вершины с наибольшим весом и все инцидентные ей ребра. Шаг 5 заключается в повторении шагов 2 – 4 до увеличения количества несвязных подграфов. В процессе выполнения шага 6 полученные подграфы преобразуются в списки элементов, каждый из которых представляет собой отдельные подобласти исходной области конечных элементов. На шаге 7 элементы, не вошедшие ни в одну из

групп, присоединяются к одной из существующих, образуют новую или исключаются из дальнейшей обработки.

Для выполнения первого шага алгоритма вершины конечных элементов рассматриваемой области принимаются за вершины графа, а грани – за ребра. Смежные вершины (ребра) разных элементов принимаются за одну вершину (ребро) графа. Объем и минимальный ограничивающий параллелепипед для графов, построенных на основе модели, вычисляются только из тех элементов области, все вершины которых входят в выбранный подграф.

На практике описанный алгоритм может применяться многократно для декомпозиции исходной области. При этом следует использовать критерий сходимости, например заполняемость, и выполнять алгоритм на тех подграфах, для которых данный критерий не выполняется. Результаты двукратного выполнения алгоритма на данном графе показаны на рисунке 1 г.

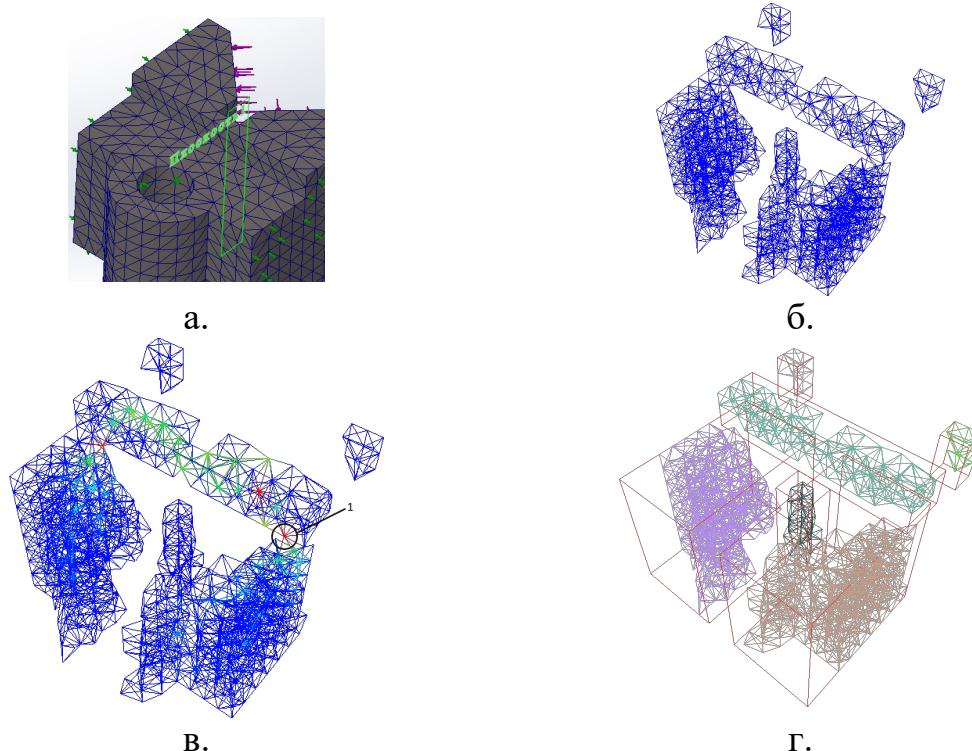


Рисунок 1 – Декомпозиция областей конечных элементов на примере сеточной модели зажимной губки приспособления

Представленный алгоритм показал лучшие результаты по сравнению с декомпозицией конечных элементов на основе алгоритмов кластеризации DBSCAN и Ланса-Уильямса, рассмотренной авторами [1].

1. Ковалева И.Л. Кластеризация подобластей для интеграции ячеистых структур в монолитные детали / И.Л. Ковалева, Д.В. Маканов, Ю.В. Полозков // Инновационные технологии, автоматизация и мехатроника в машино- и приборостроении : материалы XI международной научно-практической конференции, 5 апреля 2023 г. / Минск: Бизнесофсет ; ред. кол.: Околов А.Р., (гл. ред.) [и др.]. – Минск, 2023. – С. 64 – 65.