

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ПОСТРОЕНИЯ ТРЕХМЕРНОЙ ТРИАНГУЛЯЦИИ ДЛЯ ОЦЕНКИ СВОЙСТВ СФЕРИЧЕСКИХ ВКЛЮЧЕНИЙ СЕРОГО ЧУГУНА

Судницын С.Б.

Научный руководитель — Перфильев Д.А.

Сибирский федеральный университет

В современном металлургическом производстве одним из источников информации о свойствах металлов служат металлографические изображения. В настоящее время актуальна задача исследования микроструктуры изображений. Задача заключается не в анализе отдельной области, при которой не дается исчерпывающей информации касаясь исследуемого объекта, а в анализе объемных изображений, благодаря чему мы можем получить более полную информацию относительно исследуемого объекта. На основе трехмерной триангуляции микроструктурных металлографических изображений металлов серого чугуна мы можем получить более точную информацию о его механических свойствах, которые зависят от количества, величины и характера расположения графитовых включений.

На плоскости триангуляцией называют планарный граф, все внутренние области которого являются треугольниками. Триангуляция Делоне впервые появилась в научном мире как граф, двойственный диаграмме Вороного – одной из базовых структур вычислительной геометрии. Триангуляция Делоне (рисунок 1) – это такая триангуляция, при которой ни одна из точек набора S не попадает внутрь ни одной из описанных вокруг полученных треугольников окружностей. Впервые задача на построение подобной триангуляции была поставлена советским математиком Борисом Николаевичем Делоне в 1934 г.

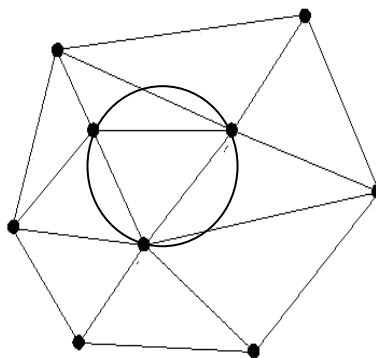


Рис .1 Триангуляция Делоне

В настоящее время известно значительное количество различных алгоритмов построения триангуляции Делоне. Двумерная триангуляция является фактически закрытой проблемой. Разработаны и теоретически обоснованы эффективные и надежные методы построения и оптимизации сеток; свойства элементов-треугольников хорошо изучены. Вместе с тем проблема трехмерной дискретизации (рис. 2) еще далека от окончательного решения – большая часть методов теоретически не обоснована, а многие задачи вообще не решены.

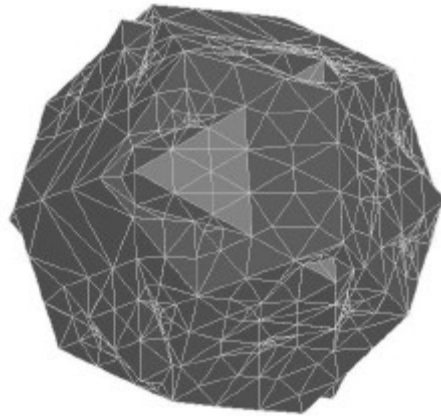


Рис. 2 Триангуляция области, представляющей собой объединение додекаэдра и икосаэдра (триангуляция Делоне с ограничениями)

Триангуляция Делоне не является оптимальной, но она обладает рядом очень важных свойств, что не мало важно в ходе нашей работы. Сумма минимальных углов всех треугольников триангуляции Делоне среди всех возможных триангуляций максимальна; сумма радиусов окружностей, описанных около треугольников, среди всех возможных триангуляций минимальна. Эти свойства можно использовать для построения триангуляции Делоне.

В ряде металлографических исследований для оценки качества рассматривается взаимное расположение компонентов. Для двумерных случаев вводится такое понятие как концентрация сегментов. Вычисление производится, используя следующие соотношение $c_i(t^i)$:

$$c_i(t^i) = NS_i / \Delta NS_i,$$

где t^i - цель металлографического анализа; ΔNS_i - площадь треугольной области, образованной тремя центрами тяжести сегментов, находящимися на минимальном евклидовом расстоянии друг от друга; NS_i – сумма площадей сегментов, представляющих вершины треугольной области.

Для трехмерного варианта введем понятие плотности сегментов и предложим вычислять значение, используя следующие соотношение $p_i(t^i)$:

$$p_i(t^i) = \sum_{i=1}^n V_i / NV_i,$$

где t^i - цель металлографического анализа; NV_i - объем тетраэдрической области, образованной четырьмя центрами тяжести сегментов, находящимися на минимальном евклидовом расстоянии друг от друга; $\sum_{i=1}^n V_i$ – сумма объемов сегментов, представляющих вершины тетраэдрической области.

Разработанный алгоритм построения трехмерной триангуляции микроструктурных металлографических изображений металлов серого чугуна на основе критерия Делоне позволит характеризовать расположение включений шаровидного графита, а так же производить расчет их плотности.