

УДК 548.3:548.1

МОДЕЛИРОВАНИЕ КВАЗИФРАКТАЛЬНЫХ КОНФИГУРАЦИЙ МЕЖФАЗНЫХ ГРАНИЦ МЕТОДОМ ИТЕРАЦИИ МЕАНДРОВ НА 2D-СЕТКАХ

Иванов В.В., Таланов В.М.

Южно-Российский государственный технический университет, Новочеркасск,
e-mail: valtalanov@mail.ru, valivanov11@mail.ru

Обсуждены методика и некоторые результаты моделирования вероятных конфигураций межфазных границ на поверхности композиционных материалов, полученные методом итерации видоизмененных кривых Коха (меандров) на определенных сетках Кеплера или Кеплера-Шубникова.

Ключевые слова: итерационное моделирование, генератор, меандр, сетки Кеплера, сетки Кеплера-Шубникова, квазифрактальные кривые, лакунарные спектры

MODELING OF QUASI-FRACTAL CONFIGURATIONS OF THE INTERPHASE BORDERS BY ITERATION METHOD OF MEANDERS ON 2D NETS

Ivanov V.V., Talanov V.M.

South-Russian state Engineering University, , e-mail: valtalanov@mail.ru, valivanov11@mail.ru

The method and some modeling results of the possible configurations of inter-phase borders onto surface of a compositional materials received by iteration of modified Cokh's curvers (meanders) as a generators on the definite Kepler's and Kepler-Shubnikov's nets were discussed.

Keywords: iteration modeling, generator, meander, Kepler's nets, Kepler-Shubnikov's nets, quasi-fractal curves, lacunar spectrum

Для моделирования вероятных конфигураций межфазных границ на поверхности композиционных материалов может быть использован метод итерации видоизмененных кривых Коха (меандров) на определенных сетках Кеплера, которые включают в себя тетрагоны {4} (т.е. квадраты) в виде тел (например, сетки Кеплера 4444, 488, 46.12 или сетка Кеплера-Шубникова $4\Box 4\Box$) [1]. В этом случае генерируется информация о вероятном квазифрактальном характере межфазных границ и их относительной поверхностной концентрации в виде характеристик предфракталов

на совокупности простых геометрических 2D-фигур, которые можно рассматривать в качестве сечений 3D-многогранников – простейших аппроксимантов формы микрочастиц фаз [2]. Ранее были опубликованы методики вывода фрактальных структур в 2D-пространстве [3, 4] и мультифрактальных множеств кривых на периметрах 2D-сеток [5, 6].

Прямоугольный генератор-меандр $K(8/4)$ является первым членом двух гомологических рядов меандров вида $K((6n+2)/(2n+2))$ и $K((10n-2)/(2n+2))$, где $n = 1, 2, 3, \dots, \infty$ (рис. 1).

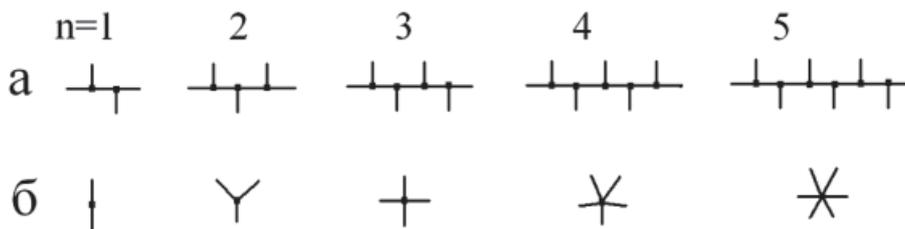


Рис. 1. Изображения первых четырех членов гомологических рядов меандров $K((6n+2)/(2n+2))$ и $K((10n-2)/(2n+2))$ (б)

При многократном действии генераторов $K((6n+2)/(2n+2))$ на периметр ячейки квадратной сетки Кеплера-Шубникова $4\Box 4\Box$ (где символ \Box означает лауну) с топологией тетрагонов $4(2)$ из {4}-тел и {4}-лаун формируются упорядоченные в 2D пространстве одинаковые симметричные фигуры в соотношении 1:1 и с тополо-

гией связности с эквивалентными фигурами $4(2)$ (рис. 2).

На квадратной сетке Кеплера 4444 формируется упорядоченное множество предфрактальных кривых, которые обертывают одинаковым образом ориентированные и идентичные по симметрии фигуры (рис. 2). По мере увеличения поряд-

кового номера гомолога закономерно увеличивается число вершин упорядоченных на сетке псевдоквадратных снежинок Коха. С каждым i -м поколением длина L_i замкнутой фрактальной кривой в ряду

$$K((6n + 2)/(2n + 2))$$

возрастает по закону

$$L_i = (3n + 1)L_{i-1}/(n + 1)$$

(где n – порядковый номер члена ряда), а размерность ее

$$D = \ln(6n + 2)/\ln(2n + 2)$$

при $n \rightarrow \infty$ закономерно уменьшается от 1,500 до 1,001.

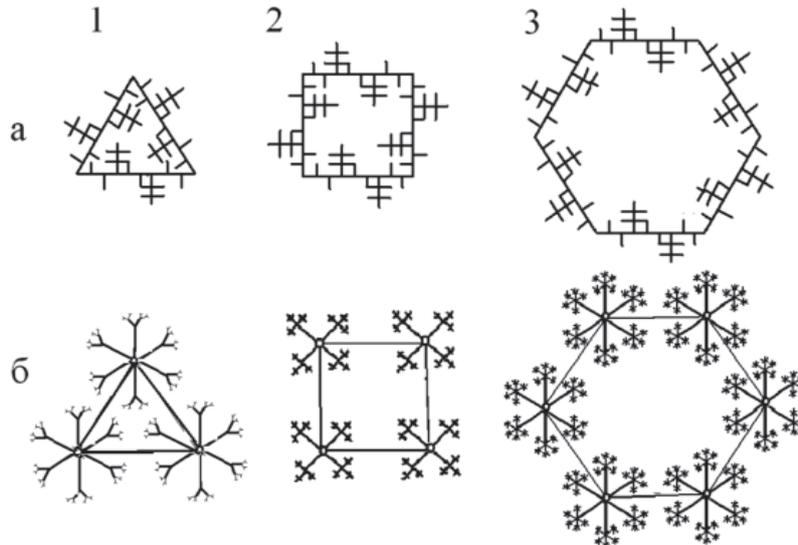


Рис. 2. Изображения прямоугольного генератора $K(8/4)$, схемы его действия внутри 4-лакуны сетки Кеплера-Шубникова $4\Box 4\Box$ и фрагмента лакунарного предфрактала 2-го поколения

При многократном действии генераторов $K((10n - 2)/(2n + 2))$ на периметр ячейки квадратной сетки Кеплера-Шубникова $4\Box 4\Box$ с топологией тетрагонов не выше $4(2)$ из $\{4\}$ -тел и $\{4\}$ -лакун также формируются упорядоченные в 2D-пространстве одинаковые симметричные фигуры в соотношении 1:1. На квадратной сетке Кеплера 4444 формируется упорядоченное множество предфрактальных кривых, которые обертывают одинаковые по конфигурации, ориентации и симметрии фигуры. В гомологическом ряду генераторов

$$K((10n - 2)/(2n + 2))$$

закономерно увеличивается число вершин псевдоквадратных снежинок Коха, а с каждым i -м поколением длина замкнутой фрактальной кривой возрастает по закону

$$L_i = (5n - 1)L_{i-1}/(n + 1).$$

Фрактальная размерность кривой

$$D = \ln(10n - 2)/\ln(2n + 2)$$

принимает максимальное значение 1,613 при $n = 2$, а затем при $n \rightarrow \infty$ закономерно уменьшается также до значения 1,001.

Полученные результаты моделирования вероятных конфигураций межфазных гра-

ниц могут быть использованы при определении параметров синергической модели «концентрационной волны» [7] для расчета трибологических свойств поверхности композиционных покрытий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Смирнова Н.Л. О сетках Кеплера-Шубникова // Кристаллография. – 2009. Т.54. – №5. – С. 789–794.
2. Лорд Э.Э., Маккей А.Л., Ранганатан С. Новая геометрия для новых материалов. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2010. – 264 с.
3. Иванов В.В., Демьян В.В., Таланов В.М. Информация и структура в наномире: модулярный дизайн фрактальных структур в двумерном пространстве // Междунар. журн. эксп. образования. – 2010. – №11. – С. 153–155.
4. Иванов В.В., Таланов В.М., Гусаров В.В. Информация и структура в наномире: модулярный дизайн двумерных наноструктур и фрактальных решеток // Наносистемы: Физика, Химия, Математика. – 2011. – Т.2. – № 3. – С. 121–134.
5. Иванов В.В., Таланов В.М. Формирование мультифрактальных множеств замкнутых кривых, упорядоченных в двумерном пространстве на сетках Кеплера-Шубникова // Современные наукоемкие технологии. – 2012. – №2. – С. 76–78.
6. Иванов В.В., Щербаков И.Н., Таланов В.М. Формирование множеств замкнутых фрактальных кривых, упорядоченных в двумерном пространстве на сетках Кеплера // Современные наукоемкие технологии. – 2012. – №1. – С. 54–55.
7. Щербаков И.Н., Иванов В.В., Логинов В.Т., и др. Химическое наноконструирование композиционных материалов и покрытий с антифрикционными свойствами. – Ростов н/Д: Изд-во журн. «Изв. вузов. Сев.-Кавк. регион. техн. науки», 2011. – 132 с.