

УДК 548.3:548.1

## ИТЕРАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ КОНФИГУРАЦИЙ КВАЗИФРАКТАЛЬНЫХ МЕЖФАЗНЫХ ГРАНИЦ С ПОМОЩЬЮ ГЕНЕРАТОРОВ ТИПА ДЕРЕВО И СНЕЖИНКА 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 покрытий, полученные методом итерации генераторов типа дерево и снежинка на периметрах ячеек сеток Кеплера.

**Ключевые слова:** итерационное моделирование, генератор типа дерево, генератор типа снежинка, сетки Кеплера, квазифрактальные кривые, мультифрактал

## ITERATION MODELING OF CONFIGURATIONS OF THE QUAZI-FRACTAL INTERPHASE BORDERS BY GENERATORS OF BOUTH TYPE TREE AND SNOW-FLAKE 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 both type tree and snow-flake as a generators on the definite Kepler's nets were discussed.

**Keywords:** iteration modeling, generator of tree type, generator of snow-flake type, Kepler's nets, quasi-fractal curves, multi-fractal

Генераторы  $K(5/3)$  типа дерево и  $K(3/3^{1/2})$  типа снежинка используются для аппроксимации гладкой конфигурации границ плоских объектов квазифрактальными кривыми с фрактальной размерностью 1,465 без существенного изменения площади их поверхности или для аппроксимации случайной траектории развития определенных ветвящихся процессов из однотипных или разнотипных центров-источников с фрактальными размерностями, близкими к мерности топологического пространства [1, 2]. Анализ вероятных конфигураций квазифрактальных межфазных границ проводили в соответствии с общими положениями опубликованных ранее в [3-7] методик комбинаторного и итерационного модулярного дизайна различных детерминированных фрактальных структур в 2 пространстве.

Методом  $i$ -кратной итерации генераторов гомологического ряда

$$K((3n + 1)/(2n + 1))$$

типа дерево (рис. 1, а) на периметрах ячеек сеток Кеплера (как наиболее простых аппроксимантов набора сечений микрочастиц фаз на поверхности покрытий) возможно получение извилистых конфигураций межфазных границ квазифрактального характера. С каждой  $i$ -й итерацией средняя длина межфазных

границ увеличивается в соответствии с соотношением

$$L_i = (3n + 1)L_{i-1}/(2n + 1).$$

Каждая  $i$ -я итерация генераторов гомологического ряда  $K((n + 1)/x)$  типа снежинка (рис. 1, б) на узлах сеток Кеплера приводит к его расщеплению на  $(n + 1)$  линейных отрезков-границ с общей длиной  $(n + 1)x/i$ , которая равна стороне полигона с учетом порядкового номера итерации. Величина коэффициента затухания роста снежинок  $x$  меньше 1 и учитывается при расчете скорости изменения общей длины квазифрактальной линии, т.е.

$$L_i = [(n + 1)/x]L_{i-1}.$$

С увеличением размеров полигонов-ячеек сеток Кеплера вклад фрактализации с помощью генераторов типа дерево в общую длину межфазных границ закономерно снижается (рис. 2, а).

В случае использования генераторов типа снежинка этот вклад регулируется с помощью учета коэффициента затухания их роста на узлах сеток Кеплера, для каждой из которых, даже для гетерополигональных сеток, известна поверхностная концентрация этих узлов (рис. 2, б). Очевидно, что для узлов, в которых сходятся разнотипные полигоны (например, в таких сетках Кеплера как 34334, 3636, 488 и других), используются гибридные генераторы снежинок соответствующего состава.

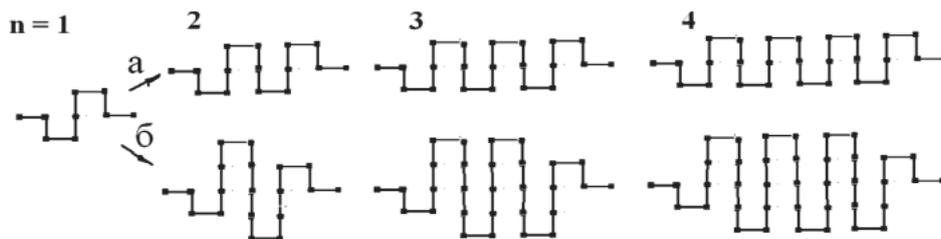


Рис. 1. Первые пять генераторов гомологического ряда  $K((3n + 1)/(2n + 1))$  типа дерево (а) и гомологического ряда  $K((n + 1)/x)$  типа снежинка (б)

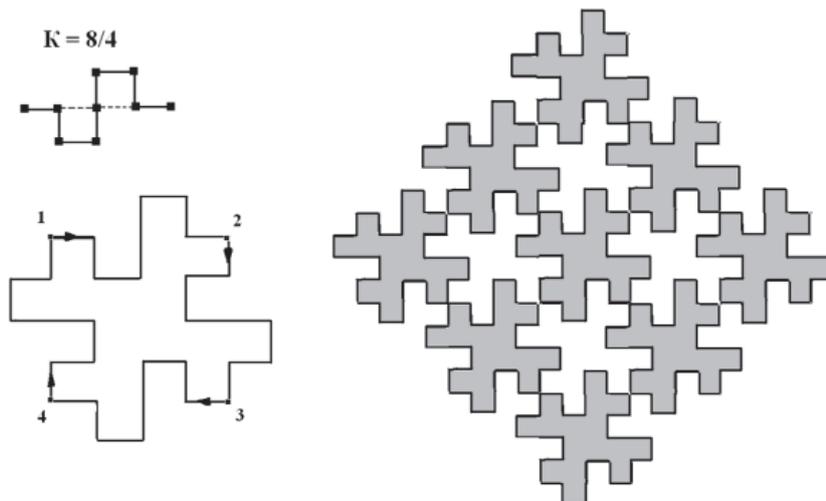


Рис. 2. Предфрактальные кривые 3-го поколения, полученные итерацией дерева  $K(4/3)$  на периметрах тригонных (1), тетрагонных (2) и гексагонных (3) ячеек сеток Кеплера (а). Предфракталы 3-го поколения, полученные двукратной итерацией снежинок  $K(3/x)$  на узлах сетки 333333 (1), итерацией снежинок  $K(4/x)$  на узлах сетки 4444 (2) и снежинок  $K(6/x)$  на узлах сетки 666 (3)

Полученные результаты анализа вероятных квазифрактальных конфигураций межфазных границ могут быть использованы, в частности, при оценке вклада их относительной площади на поверхности композиционных материалов и покрытий в эффект синергизма антифрикционных свойств функциональных компонентов композита при трении и износе в соответствии с синергической моделью «концентрационной волны» [8, 9]. В качестве аппроксимантов для гладких конфигураций межфазных границ и источников роста снежинок могут быть использованы плоские сетки Кеплера и Кеплера-Шубникова, а также соответствующие им системы упорядоченных узлов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Falconer K.J. Fractal geometry. Mathematical foundations and applications // J. Wiley and Sons. – 1995. – 288 p.
2. Кроновер Р.М. Фракталы и хаос в динамических системах. Основы теории. – М.: Постмаркет, 2000. – 352 с.
3. Иванов В.В. Шабельская Н.П., Таланов В.М. Информация и структура в наномире: модулярный дизайн двумер-

ных полигонных и полиэдрических наноструктур // Совр. наукоемкие технологии. – 2010. – №10. – С. 176–179.

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., 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.

6. Иванов В.В., Таланов В.М. Принципы модулярного строения регулярных фрактальных структур // Успехи современного естествознания. – 2012. – №3. – С. 56–57.

7. Иванов В.В., Демьян В.В., Таланов В.М. Эволюционная модель формирования и анализ детерминистических фрактальных структур // Успехи современного естествознания. – 2012. – №4. – С. 230–232.

8. Иванов В.В., Щербаков И.Н. Моделирование композиционных никель-фосфорных покрытий с антифрикционными свойствами. Ростов н/Д: Изд-во журн. «Иzv. вузов. Сев.-Кавк. регион», 2006. 112с.

9. 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. «Иzv. вузов. Сев.-Кавк. регион. Техн. науки», 2011. – 132 с.