

**ИНФОРМАЦИЯ И СТРУКТУРА
В НАНОМИРЕ: МОДУЛЯРНЫЙ
ДИЗАЙН ФРАКТАЛЬНЫХ СТРУКТУР
В ДВУМЕРНОМ ПРОСТРАНСТВЕ**

**Иванов В.В., Демьян В.В.,
Таланов В.М.**

*Южно-Российский государственный
технический университет,
Новочеркасск, Россия*

Представителями фракталов с конечным ветвлением и определенной симметрией являются, в частности, детерминистические фрактальные решетки, построенные из затравки в виде определенного фрагмента двумерной решетки. Конструкция таких фрактальных решеток полностью описывается заданием геометрического генератора и итерационной процедуры. Бесконечное повторение итерации дает полную фрактальную решетку.

Геометрическим генератором фрактальных решеток может быть фрагмент двумерных дважды периодических полигонных $R_{\{Pg\}im}$ -структур, в частности, тетрагонных $R_{\{4\}im}$ -структур, соответствующих двумерной сетке 4444 или ее производным. Предполагается, что в вершинах тетрагона могут располагаться атомы, комплексные частицы, или определенные локальные совокупности атомов одного или нескольких сортов – молекулы, кластеры.

Процедура формирования генератора G из квадратного фрагмента тетрагонной $R_{\{4\}im}$ -структуры определяется законом T_{ik} : $G = L_{N\{4\}, i, k}(N\{4\}, T_{ik})$, а процедура получения самоподобных фрактальных решеточных п-структур – итерационным законом T_n :

$$F_{N\{4\}ik} = G(T_n) = L_{N\{4\}, i, k}(N\{4\}, T_{ik}, T_n),$$

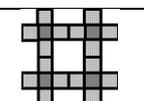
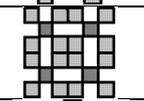
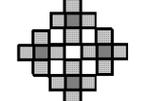
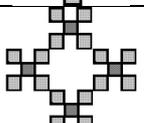
где: N – количество тетрагонов $\{4\}$ в квадратном фрагменте со стороной b ; I – характеристика «ядра» двумерной тетрагонной структуры, которая определяла способ его ветвления (посредством вершин i_v или сторон i_r тетрагона); $k = b^{-1}$ – коэффициент самоподобия генерируемой фрактальной $F_{N\{4\}ik}$ -структуры; n – целочисленный индекс, характеризующий количество применяемых итераций, где $n = 1$ соответствует генератору.

Фрактальная (хаусдорфова) размерность D решетки может быть определена из соотношения $D = \ln N (\ln b)^{-1}$, где N - число тетрагонов в генераторе, b - сторона генератора (в относительных единицах). Тогда, если $(b^2 - N)$ – число лагун в квадратном генераторе, то $D = \ln(b^2 - N) (\ln b)^{-1}$ – лагунарная размерность фрактальной решетки, характеризующая возможное дополнение данной фрактальной решетки до двумерной тетрагонной $R_{\{4\}im}$ -структуры. Это дополнение может образоваться в процессе формирования основной фрактальной $F_{N\{4\}ik}$ -структуры за счет «захвата» структурных элементов с определенным набором (спектром) размерных характеристик и в этом случае также, по-видимому, будет обладать фрактальными свойствами. В таблице 1 приведены основные характеристики представителей двух групп фрактальных $F_{N\{4\}, i, k}$ -структур.

Очевидно, в частности, что $F_{5\{4\}, i, k}$ -структуры основаны на разных фрагментах тетрагонных $R_{\{4\}im}$ -структур, отличаются информационными кодами генераторов и их симметрией, однако по остальным характеристикам, в том числе и фрактальным размерностям, не идентифицируются. При этом также очевидно, что это существенно разные $F_{5\{4\}, i, k}$ -структуры. В определенной степени такой же вывод можно сделать и относительно $F_{20\{4\}, i, k}$ -структур.

Таблица 1

**Характеристики некоторых фрактальных $F_{N\{4\}, i, k}$ -структур,
основанных на фрагментах тетрагонных $R_{\{4\}im}$ -структур**

Характеристики генератора $G = L_{N\{4\}, i, k}$					Размерность фрактальной структуры	
Информационный код	Форма	Симметрия, G_0^2	N	b^2-N	Локальная, $D_{BL} = D$	Лакунарная, D_G
$L_{5\{4\}, 4(r), 1/3}$		4mm	5	4	1,465	1,262
$L_{5\{4\}, 3(r), 1/3}$		m	5	4	1,465	1,262
$L_{5\{4\}, 2(r), 1/3}$						
$L_{5\{4\}, 4(v), 1/3}$		4mm	5	4	1,465	1,262
$L_{5\{4\}, 2(v), 1/3}$		m	5	4	1,465	1,262
$L_{5\{4\}, 1(v), 1/3}$						
$L_{20\{4\}, 4(r), 1/6}$		4mm	20	16	1,465	1,262
$L_{20\{4\}, 4(v), 1/6}$						
$L_{20\{4\}, 4(r), 1/6}$		4mm	20	12	1,548	1,431
$L_{20\{4\}, 4(v), 1/6}$				52	1,114	1,770

Различными являются и дополнения этих структур. Это становится очевидным после сравнительного анализа их лакунарных спектров на диаграммах вида $\lg N_{ln} - \lg d_{ln}^{отн.}$, где N_{ln} – число лакун 1-й группы с определенным относительным диаметром $d_{ln}^{отн.}$ для предфрактала n-го поколения, $d_{ln}^{отн.} = (S_{ln}^{отн.})^{1/2}$ и в общем случае определяется из относительной площади лакун. Все $F_{5\{4\}, i, k}$ -структуры отличаются по своим лакунарным спектральным характеристикам, которые в определенном смысле можно считать диагностическими.

На диаграммах вида $(N/b^2) - D$ значения фрактальных размерностей анализируемых F-структур и известной структуры $F_{8\{4\}, 3(R), 1/3}$, представляющей собой классический квадратный ковер Серпинского с $k = 1/3$, находятся на одной прямой. Необходимо отметить, что эта

прямая занимает промежуточное положение между двумя другими прямыми, которые аппроксимируют два множества значений для соответствующих n-х членов гомологических рядов ковров Серпинского: $F_{(6+2n)\{4\}, i, (3(2+n))}^{-1/2}$ -структур и $F_{(4+4n)\{4\}, i, 1/(2+n)}$ -структур ($n = 1, 2, 3, \dots$).

Полученные результаты могут быть сведены к следующим.

1. Предложена информационно-итеративная модель формирования детерминистических фрактальных решеток в двумерном пространстве с помощью генераторов $L_{N\{4\}, i, k}$ в виде симметричного фрагмента тетрагонной $R_{\{4\}im}$ -структуры. Получены два множества $F_{N\{4\}, i, k}$ -структур с коэффициентами самоподобия $k = 1/3$ и $1/6$.

2. Показано, что информационный код генератора в виде $L_{N(4), i, k}$ необходимо дополнить информацией о локальной симметрии (G^2_0) генератора и вероятном лакунарном спектре как индивидуальной характеристики фрактальной структуры $F_{N(4), i, k}$.

3. Детерминистические фрактальные решетки могут служить матрицами для формирования дискретных фрактальных структур, обладающих свойствами, подобными свойствам канторовых множеств. Показана возможность образования простейших фракталов $F_{5(4), i, 1/3}$ 7-го поколения и $F_{20(4), i, 1/6}$ 3-го поколения.

**ПОВЫШЕНИЕ ДОЛГОВЕЧНОСТИ
ТЯЖЕЛОНАГРУЖЕННЫХ
ПОВЕРХНОСТЕЙ СЕРДЕЧНИКОВ
КРЕСТОВИН СТРЕЛОЧНЫХ
ПЕРЕВОДОВ**

Кокорева О.Г.

*Муромский институт (филиал)
ГОУ ВПО «Владимирский
государственный университет»
Муром, Россия*

Сердечники крестовин стрелочных переводов, работают в условиях циклического силового воздействия, для которых характерна большая глубина несущего слоя (6...8 мм).

Предложенная технология с использованием статико-импульсной обработки (СИО), позволяет повысить надежность и долговечность стрелочных переводов, подвергающимся тяжелым динамическим нагрузкам. Использование СИО в технологии не требует больших капитальных затрат на ее внедрение. При упрочнении за счет увеличения прочности поверхности катания достигается повышением долговечности, т.е. работоспособности сердечника по износу и дефектостойкости. Известно, что энергия удара, наиболее полно передается через предварительно поджатый к нагружаемой поверхности с некоторым статическим усилием инструмент. Поэтому, наиболее перспективно упрочнение крупных, нагруженных деталей

машин в условиях комбинированного статического воздействия. Производственные испытания СИО сердечников крестовин проходили в цехе №302 АО «Муромский стрелочный завод», где было установлено оборудование упрочнения сердечников. Упрочнение проводилось с помощью специальной установки запатентованной преподавателями Муромского института ВЛГУ (патент № 2090342 от 20.09.97).

Разработана установка для СИО, в основу которой положен генератор механических импульсов, позволяющий упрочнять детали широкой номенклатуры и размеров в большом диапазоне. В результате заводских испытаний установлены технологические факторы упрочнения СИО, позволяющие повысить твердость поверхности в 2,0...2,3 раза и обеспечить повышенную твердость и напряжения сжатия на глубине до 8 мм. Микроструктурные исследования подтвердили результаты испытаний по износостойкости, микротвердости и механическим характеристикам образцов из ВМС, упрочненных СИО в производственных условиях.

**ОПТИМИЗАЦИЯ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА
С ПРИМЕНЕНИЕМ
ДИСТАНЦИОННЫХ ФОРМ
ОБУЧЕНИЯ**

Колосов В.И.

*Тюменский государственный
нефтегазовый университет
Тюмень, Россия*

Важнейшим ресурсом в обеспечении процессов модернизации системы образования является инновационная деятельность образовательного учреждения, которая направлена, прежде всего, на достижение нового, современного качества образования, на решение приоритетных задач обновления содержания и технологий обучения и воспитания.