

УДК 629

**РАЗМЕРНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВОЗМОЖНЫХ СОСТОЯНИЙ
МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ СТРУКТУР,
ВКЛЮЧАЮЩИХ ФРАКТАЛЬНУЮ
И НАНОРАЗМЕРНУЮ КОМПОНЕНТУ**

Иванов В.В.

ФГУП ОКБ «ОРИОН», Новочеркасск, e-mail: valivanov11@mail.ru

Обсуждаются особенности организации и размерные характеристики возможных состояний многокомпонентных структур, включающих фрактальную и наноразмерную компоненту

Ключевые слова: структурное состояние, модуль, наночастица, наноструктура, фрактальная структура, размерный параметр

**DIMENSION PARAMETERS OF THE POSSIBLE STATES OF THE
POLYCOMPONENTS STRUCTURES INCLUDING THE FRACTAL AND
NANO-DIMENSIONAL COMPONENTS**

Ivanov V.V.

FGUE SDTU «ORION», Novocherkassk, e-mail: valivanov11@mail.ru

The dimension characteristics of the possible states of the polycomponents structures including the fractal and nano-dimensional components are discussed.

Keywords: structural state, module, nanoparticle, nanostructure, fractal structure, dimension parameter

Свойства S_i систем, обладающих определенной структурой, в общем случае чувствительны к элементному составу (природе, типу и сорту объектов – элементов системы), к особенностям взаимного расположения элементов (степени упорядоченности, периодичности) и особенностям организации структурного состояния (наличие не только кристаллической, но наноразмерной и фрактальной компонент).

Будем считать, что состояния многокомпонентных детерминистических модулярных структур в ячейке структурированного 3D пространства определяются возможными кристаллическими r , наноразмерными n и фрактальными f компонентами с помощью задания соответствующих генераторов [1-18].

Одним из параметров, которые характеризуют все варианты реализации структурного состояния системы, является условный размерный параметр D . Для каждого структурного состояния он может быть расчитан следующим образом:

$$D = d_r D(r) + d_f D(f) + d_n D(n),$$

где d_r , d_f и d_n – количества соответствующих односортовых компонент состояния, а размерный параметр для кристаллической компоненты $D(r) = 1$.

Для фрактальной компоненты условный размерный параметр полностью совпадает с фрактальной размерностью:

$$D(f) = \text{Dim}R_f = \text{Dim}(\text{Gen}R_f) < 1.$$

Для наноразмерной компоненты роль условного размерного параметра может выполнять отношение усредненного размера $\langle n \rangle$ нанообъектов к верхней границе наноразмерного интервала $n_0 = 100$ нм:

$$D(n) = (\langle n \rangle / n_0) < 1,$$

если $\langle n \rangle < n_0$. Если размер объекта $\langle n \rangle \geq n_0$, то $D(n) = 1$.

Две последние компоненты обуславливают общее отклонение размерного параметра от топологической размерности пространства, в котором реализуется анализируемое состояние. Для любого состояния, включающего некристаллическую компоненту в 3D пространстве, значение D всегда будет меньше 3.

Проанализируем особенности организации и размерные характеристики вероятных структурных состояний этих модулярных структур. С учетом характера элементов группы трансляций (дискретной $\{t_i\}$ или непрерывной группы трансляций $\{\tau_i\}$ ($i = 1, 2, 3$)) и всех вариантов структурно совместимых сочетаний компонент могут быть получены основные классы вероятных структурных состояний локальной области структурированного 3D пространства [4-7] (табл. 1).

Таблица 1

Основные классы структурных состояний ячейки структурированного 3D пространства и соответствующие размерные параметры

Структурное состояние	Классы структурных состояний	Размерный параметр, D
$(r_1 r_2 r_3)$	Точечный P, Точечно-линейчатый PL, Плоскостной PI, Объемный V	3
$(r_1 r_2 n_3)$	Точечный наноразмерный PN, Точечно-линейчатые наноразмерные PLN, Плоскостной наноразмерный PIN	$2 + D(n_3)$
$(r_1 r_2 f_3)$	Точечный фрактальный PF, Точечно-линейчатые фрактальный PLF, Плоскостной фрактальный PIN	$2 + D(f_3)$
$(r_1 f_2 n_3)$	Точечный нанофрактальный PNF, Линейчатый нанофрактальный LNF	$1 + D(f_2) + D(n_3)$
$(r_1 f_2 f_3)$	Точечный фрактальный гибридный PFG, Линейчатый фрактальный гибридный LFG	$1 + D(f_2) + D(f_3)$
$(r_1 n_2 n_3)$	Точечный наноразмерный PNN, Линейчатый наноразмерный LNN	$1 + D(n_2) + D(n_3)$
$(f_1 f_2 f_3)$	Фрактальный гибридный FG	$D(f_1) + D(f_2) + D(f_3)$
$(f_1 f_2 n_3)$	Нанофрактальный гибридный NFG	$D(f_1) + D(f_2) + D(n_3)$
$(f_1 n_2 n_3)$	Нанофрактальный NF	$D(f_1) + D(n_2) + D(n_3)$
$(n_1 n_2 n_3)$	Наноразмерный NN	$D(n_1) + D(n_2) + D(n_3)$

В случае состояний со структурно совместимыми фрактальными компонентами $(r_1 f_2 f_3)$, $(f_1 f_2 n_3)$ и $(f_1 f_2 f_3)$ образуются транзитивные фрактальные структуры [4 – 7] и соответствующие размерные параметры могут быть определены следующим образом:

$$D = 1 + D(f_2) + D(f_3) = 1 + \text{Dim}(\text{Tr}[\text{Gen}(b), \text{Gen}(c)]),$$

$$D = D(f_1) + D(f_2) + D(n_3) = \text{Dim}(\text{Tr}[\text{Gen}(a), \text{Gen}(b)]) + D(n_3),$$

$$D = D(f_1) + D(f_2) + D(f_3) = \text{Dim}(\text{Tr}[\text{Gen}(a), \text{Gen}(b), \text{Gen}(c)]).$$

Отметим, что величина условного размерного параметра может оказывать функциональное влияние на чувствительные к особенностям структурной организации свойства систем, т.е. $S_i(D_i)$. Характер этого влияния может определяться зависимостями типа $S_i(d - D_i)$ или $S_i(d/D_i)$. Если учитывать эффект синергизма δ_i от совместного присутствия наноразмерной и фрактальной компонент в состоянии систем, то функциональные зависимости могут быть следующими:

$$S_i((1+\delta_i)(d - D_i)) \text{ или } S_i((1+\delta_i)d/D_i).$$

Данные о возможных состояниях многокомпонентных структур в 3D простран-

стве рассматривались как возможные абстракции конфигураций межфазных границ и распределения некоторых наноразмерных фаз в объеме и на поверхности антифрикционных композиционных материалов и покрытий в процессе их формирования и последующего трибологического воздействия. Ранее эти представления были использованы при целенаправленном поиске и интерпретации трибологических свойств поверхности композиционных материалов и покрытий на основе систем никель – фосфор и никель – бор [19–28].

Список литературы

1. Иванов В.В. // Успехи соврем. естествознания, 2013. – №7. – С.82-84.
2. Иванов В.В. // Успехи соврем. естествознания, 2013. – №.7 – С.85-87.
3. Иванов В.В. // Успехи соврем. естествознания, 2013. – №.8 – С.131-133.
4. Иванов В.В. // Успехи соврем. естествознания, 2013. – №11. – С.61-65.
5. Иванов В.В. // Соврем. наукоемкие технологии. 2013. – №.9 – С.89-93.
6. Иванов В.В. // Междунар. науч.-иссл. журнал, 2013. – №7-1. – С.26-28.
7. Иванов В.В. // Успехи соврем. естествознания, 2014. – №.4. – С.105-108.
8. Иванов В.В. // Соврем. наукоемкие технологии. 2013. №.5. С.29-31.
9. Иванов В.В. // Успехи соврем. естествознания, 2013. №8. С.136-137.

10. Иванов В.В. // Успехи соврем. естествознания, 2013. №8. С.134-135.
11. Иванов В.В. // Успехи соврем. естествознания, 2013. – №8. – С.129-130.
12. Иванов В.В. // Междунар. науч.-иссл. журнал, 2013. -№7-1. – С.28-30.
13. Иванов В.В. // Междунар. науч.-иссл. журнал, 2013. – №7-1. – С.31-33.
14. Иванов В.В. // Междунар. науч.-иссл. журнал, 2013. – №7-1. – С.30-31.
15. Иванов В.В. // Междунар. науч.-иссл. журнал, 2013. – №7-1. – С.33-35.
16. Иванов В.В. // Междунар. науч.-иссл. журнал, 2013. – №8-1. – С.25-27.
17. Иванов В.В. // Междунар. журнал прикладных и фундаментальных исследований, 2013. №10(3). – С.493-494.
18. Иванов В.В. // Междунар. науч.-иссл. журнал, 2013. – №7-1. – С.35-37.
19. Иванов В.В., Щербаков И.Н. Моделирование композиционных никель-фосфорных покрытий с антифрикционными свойствами. – Ростов н/Д: Изд-во журн. «Изв. вузов. Сев.-Кавк. регион», 2008. – 112 с.
20. 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.
21. Иванов В.В., Арзуманова А.В., Иванов А.В., Балакай В.И. // Журн. прикладной химии, 2006. – Т.79. – Вып.4. – С.619-621.
22. Иванов В.В., Курнакова Н.Ю., Арзуманова А.В., и др. // Журн. прикладной химии, 2008. – Т.81. – Вып. 12. – С.2059-2061.
23. Иванов В.В., Арзуманова А.В., Балакай И.В., Балакай В.И. // Журн. прикладной химии, 2009. – Т.82. – Вып. 5. – С.797-802.
24. Иванов В.В., Щербаков И.Н. // Изв. вузов. Сев.-Кавк. регион. Техн. науки. – 2011. – №3. – С.54-57.
25. Иванов В.В., Щербаков И.Н. // Изв. вузов. Сев.-Кавк. регион. Техн. науки. – 2011. – №5. – С.47-50.
26. Иванов В.В. // Междунар. науч.-иссл. журнал, 2013. – №8-1. – С.70-71.
27. Иванов В.В. // Междунар. науч.-иссл. журнал, 2013. – №8-1. – С.72-73.
28. Иванов В.В. // Global Science and Innovation: materials of the I International Conference, Vol.II, Chicago, December 17-18th, 2013 / Publishing office Accent Graphics communications. – Chicago – USA, 2013. – P.108-110.