

## СИСТЕМНОЕ ГЕОМЕТРО-ТОПОЛОГИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ СТРУКТУРЫ ВЯЖУЩИХ ВЕЩЕСТВ

*Сушицкая Л.Э., студ. гр. ПСК-467*

*Дуков И.М., студ. гр. ПСК-173*

*Научный руководитель – Семенова С.В., к.т.н., доцент  
(кафедра Химии и экологии, Одесская государственная академия  
строительства и архитектуры)*

**Аннотация.** С точки зрения структурно-функциональной теории систем, твердеющие вяжущие материалы можно представить как иерархические системы. Для анализа особенностей процессов формирования структуры на каждом этапе структурообразования можно использовать некоторые геометрические методы. Исследование твердеющих композиций на основе вяжущих веществ такими методами позволит управлять процессами формирования структуры и получать изделия с требуемыми свойствами.

**Актуальность.** Анализ процессов формирования структуры твердеющих вяжущих материалов является важной задачей в современном строительном материаловедении. На наш взгляд, для описания особенностей структурообразования вяжущих веществ и композиций на их основе можно применить некоторые геометрические методы.

Вяжущие вещества представляют собой эволюционную систему с точки зрения структурно-функциональной теории систем [1]. Этапы твердения и изменения пространственного строения материала для такой системы в общем виде можно представить как диаграмму (рис. 1), состоящую из звеньев. Каждое звено – это своеобразная «триада», соответствующая трем аспектам системы – структуре  $S$ , являющейся основой системы; функциональной части  $F$ , связанной с действием внешних факторов (например, факторов случайной природы); и эмерджентной части  $E$ , для которой характерна как структурность, так и функциональная лабильность. Эмерджентный аспект системы связан с возникновением новых качеств, отсутствующих у двух других компонентов. При этом эмерджентный аспект первой триады соответствует структурному аспекту второй, и так далее в согласии со структурно-функциональной теорией систем в эволюционном аспекте [1].

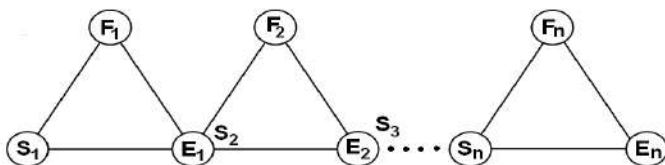


Рис. 1. Символическая диаграмма, отражающая структурно-функциональную концепцию эволюции строительного материала.

На начальном этапе  $S_1$  рассматривается молекулярное строение и состав минеральных компонентов. При разных условиях кристаллизации  $F_1$  (неоднородности концентрации, температуры, механические неоднородности) возникает поликристаллическая структура, образованная индивидуальными кристаллами, которые связаны друг с другом коагуляционными и фазовыми контактами. Такая структура – результат становления первой триады. От микроструктуры переходим к мезоскопической и далее к макроструктуре, которая тесно связана с механическими свойствами материала. Этот переход всегда связан с затруднениями, локализующимися, как правило, на этапе мезоструктуры, для которой характерно наличие промежуточных масштабов. Здесь представляется возможным применить геометро-топологический способ описания мезоструктуры. В отличие от многих физико-химических систем с затухающими мелкомасштабными флуктуациями, в твердеющих материалах играют роль, как длинноволновые, так и коротковолновые моды Фурье. Здесь важным являются локальные черты строения материала, которые хорошо учитываются упомянутым выше способом.

Например, пусть микроструктурные элементы, формирующие мезоструктуры, могут быть некоторых видов  $i = 1, n$ . Простейшие варианты таких элементов – материал или пустота. Рассмотрим сечение материала как наиболее удобное для микроскопического изучения. Разобьем видимое поле с помощью решетки, каждая ячейка которой по масштабу приближенно соответствует микроструктурному элементу. Рассматривая разные образцы, вероятно можно оцениваем:

- 1) долю ячеек каждого вида (в простейшем случае –  $M$  и  $P$ );
- 2) долю всевозможных пар ячеек. Например, для пористого материала парами будут  $MM$ ,  $MP$ ,  $PP$ ;
- 3) долю всевозможных троек, если решетка треугольная;
- 4) соседства вида  $MP$ - $MM$ ,  $PP$ - $MM$  и т.д.

Далее можно вычислить геометрические характеристики. Например, параметр, характеризующий окаймленность ( $O_k$ ) – величину границы структурных ансамблей. В простейшем виде этот параметр равен (1):

$$O_k = \frac{МП}{MM + МП + ПП}, \quad (1)$$

где  $МП$ ,  $MM$  и  $ПП$  – число соответствующих пар в исследуемом поле. Дополняющим его до единицы будет агрегированность ( $A_2$ ), которая равна (2):

$$A_2 = \frac{MM + ПП}{MM + МП + ПП}. \quad (2)$$

**Выводы.** Если вводить подобные геометрические характеристики мозаик материалов более строгим образом, получим опорные параметры, которые помогут определять механические свойства материалов. Их можно подставлять как факторы в эмпирические регрессионные уравнения макроскопических свойств. С другой стороны, они тесно связаны с микроструктурой и частично поддаются управляющему влиянию с помощью физико-химических факторов. Таким образом, исследуя механизмы формирования структуры с помощью различных геометрических методов на каждом этапе структурообразования можно в дальнейшем получить возможность направленно изменять основные свойства вяжущих материалов. Это позволит получать материалы и изделия на их основе с требуемыми физико-химическими характеристиками.

### Литература:

1. Дубров Я.А., Штелик В.Г., Маслова Н.В. Системное моделирование и оптимизация в экономике. К.: Наукова думка, 1976. 252 с.
2. Кузнецова В.Л., Раков М.А. Самоорганизация в технических системах. К.: Наукова думка, 1987. 200 с.
3. Выровой В.Н. Физико-механические особенности структурообразования композиционных строительных материалов. Автореферат дис. доктора техн. наук. Л. 1988. 37с.
4. Соломатов В.И., Выровой В.Н., Дорофеев В.С., Сиренко А.В. Композиционные материалы пониженной материалоемкости. К.: Будивельных, 1991. 144с.
5. Аоки М. Введение в методы оптимизации. М.: Наука, 1977. 344 с.