

## **ВЛИЯНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ВНЕШНИХ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ НА СТРУКТУРООБРАЗОВАНИЕ И СВОЙСТВА НАПОЛНЕННЫХ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИЙ**

**Коробко О.А., Казмирчук Н.В., Рожнюк Е.В., Сушицкий Э.Б.** *(Одесская государственная академия строительства и архитектуры, г. Одесса)*

**Проведено аналіз впливу зміни зовнішніх електромагнітних дій шляхом використання спеціальних матриць-перетворювачів на структуроутворення та фізико-технічні властивості наповнених полімерних композицій (НПК) як складних динамічних відкритих мультифрактальних систем.**

### **Введение**

В соответствии с положениями синергетического, системного и фрактального подходов [1, 2, 3] наполненные полимерные композиции можно представить как сложные динамические открытые мультифрактальные системы. Это обусловлено многообразием и сложноорганизованностью структурных составляющих НПК, их способностью к спонтанным перестройкам структуры под влиянием внутрисистемных процессов и внешних воздействий, обеспечением постоянного обмена с окружающей средой веществом, энергией и информацией, нестрогой масштабной инвариантностью, предполагающей статистическую похожесть структурного устройства системы как самоподобного множества в определенном интервале масштабных уровней. Вместе с тем, наполненные полимерные композиции можно отнести к многофазным гетерогенным высококонцентрированным грубодисперсным лиофобным системам с лиофильной границей раздела фаз [4], что дает возможность проанализировать процессы начального структурообразования НПК через поэтапные акты неуравновешенных межчастичных взаимодействий с учетом организации разномасштабных кластерных структур, поверхностных эффектов на межфазных границах раздела и реакций полимеризации [5]. Направленное изменение структурных параметров композиционных материалов позволяет задавать и сохранять требуемый уровень их эксплуатационных характеристик [6]. Все большее значение приобретают методы «мягкого» нелинейного управления, основанные на согласовании управленческих действий с внутренними тенденциями развития сложных систем и избирательной топологически правильной ориентации малых резонансных воздействий [1]. Структурообразование и, как следствие, организация свойств НПК происходит под влиянием внешних электромагнитных полей как постоянно действующего силового фактора. Одним из способов преобразования внешних электромагнитных воздействий (ВЭМВ) является использование специальных матриц, с помощью которых можно определять условия организации и самоорганизации начальной структуры дисперсных систем и регулировать их свойства [7]. В связи с этим, была поставлена задача исследований – изучение влияния изменения внешних электромагнитных воздействий путем применения фрактально-матричных резонаторов как приема «мягкого» управления на структурообразование и физико-технические характеристики наполненных полимерных композиций.

### **Выбор модели НПК и организация эксперимента**

Решение поставленной задачи обуславливает необходимость выбора модели наполненных полимерных композиций как сложных мультифрактальных динамических открытых многофазных гетерогенных высококонцентрированных грубодисперсных систем.

Примем следующие допущения и обоснования:

- начальная организация структуры НПК осуществляется в результате самопроизвольного распределения частиц дисперсной фазы по структурным блокам посредством их поэтапного перемещения к «структурообразующим» центрам под действием неуравновешенных сил межчастичных взаимодействий  $F_c$  при одновременной реализации межфазных взаимодействий и реакций полимеризации [5];

- частицы наполнителя можно представить как материальные объекты сферической формы, характеризующиеся индивидуальными размерами и массой, что соответствует полидисперсному зерновому составу НПК в реальных условиях [8];

- проявление неуравновешенных межчастичных взаимодействий связано с высокой концентрацией частиц дисперсной фазы, различием их параметров и пространственного расположения в дисперсионной среде [9]. При этом выполнение соотношения  $F_c \geq mg$  позволяет исключить из рассмотрения силу тяжести как постоянное внешнее силовое воздействие;

- под «структурообразующими» центрами понимают дисперсные частицы, выделяющиеся большим размером (массой) или меньшим межчастичным расстоянием, и участки системы, в которых частицы находятся в равновесном механическом состоянии [4];

- НПК как любые физические объекты претерпевают постоянное воздействие внешних электромагнитных полей Земли и Солнечной системы, оказывающих определенное влияние на развитие открытых систем и способных изменять свои свойства.

Введенные предположения позволили принять физическую модель наполненных полимерных композиций. Для анализа выделим фрагмент, включающий 50 гранул вспененного полистирола размером  $d=5\text{мм}$ , которые имитируют частицы наполнителя и расположены на поверхности эпоксидной смолы без отвердителя, выступающей в качестве модели дисперсионной среды. Структурообразование модельных систем происходит путем организации структурных блоков под действием разновеликих капиллярных сил, моделирующих  $F_c$ .

При изучении влияния изменения внешних электромагнитных воздействий на свойства твердеющих и затвердевших НПК использовали дисперсные полимерсодержащие композиции, состав которых включал: эпоксидный клей марки ЭДП ЭПОКСИ с отвердителем ПЭПА (10% от массы смолы) и кварцевый наполнитель дисперсностью  $d=0,05\text{мм}$  в количестве 65% от массы связующего.

Объемные деформации ( $\Delta V$ ) НПК фиксировали по специальной методике [10] каждые 30 минут до момента их затухания. Физико-механические характеристики и трещиностойкость НПК оценивали в соответствии со стандартными методиками. Вязкость разрушения образцов определяли с использованием коэффициентов интенсивности напряжений. Инициирование трещины осуществлялось как методом укладки металлической пластины в образец при его формовании, так и методом распила уже затвердевшего образца.

Для изменения внешних электромагнитных воздействий применяли полиэтиленовые платы с пространственно-симметричным графитсодержащим рисунком в виде пересекающихся геометрических фигур. Подготовленные образцы помещали в формы со сквозными стенками, которые покрывались матрицами (активированные образцы) и прозрачной полиэтиленовой пленкой (контрольные образцы).

### **Влияние изменения внешних электромагнитных воздействий на структурообразование и свойства НПК**

Изучение влияния изменения ВЭМВ на структурообразование наполненных полимерных композиций проводилось на физических моделях, рис.1. Полученные результаты показали, что применение специальных матриц, трансформирующих внешние электромагнитные воздействия, позволяет управлять кинетикой начальной организации структуры НПК и ее параметрами.

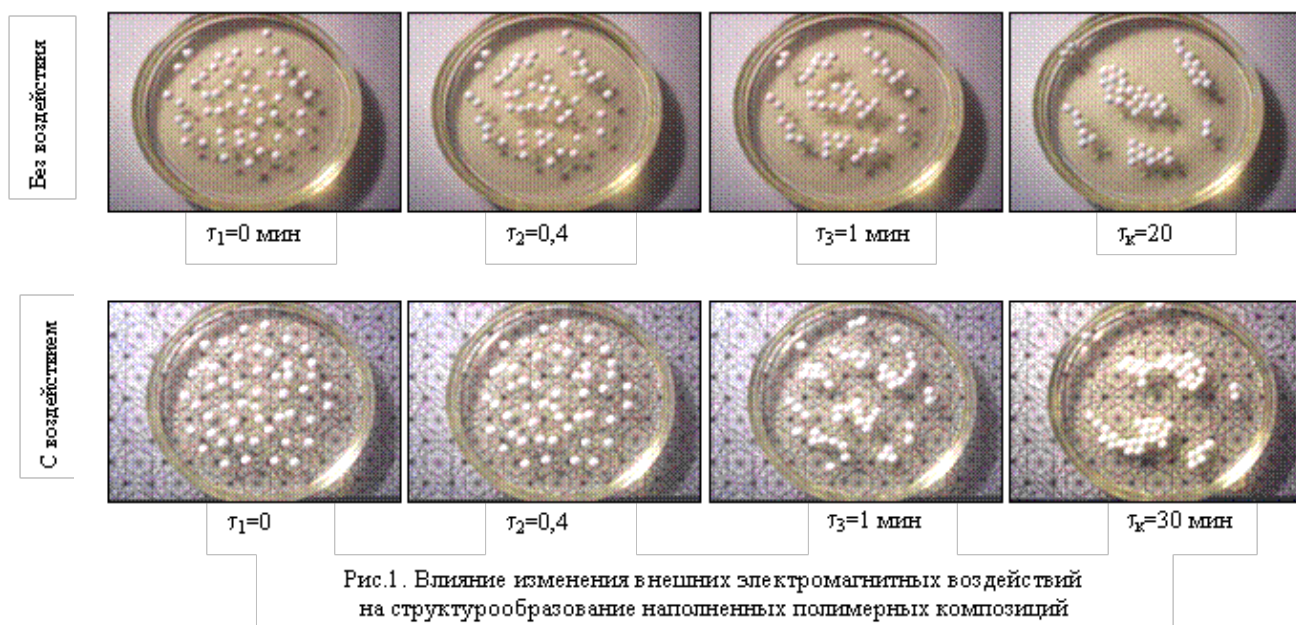


Рис.1. Влияние изменения внешних электромагнитных воздействий на структурообразование наполненных полимерных композиций

Использование фрактально-матричных резонаторов приводит к увеличению сроков формирования и размеров структурных агрегатов. Для активированных систем конец кластерообразования составил –  $\tau_k=30$  мин, для контрольных образцов –  $\tau_k=20$  мин. Количество частиц в кластерных структурах при изменении ВЭМВ возросло в среднем на 17%. Форма, компактность и взаиморасположение дискретных блоков определяются линиями матричного рисунка, выполненного в виде совокупности ориентированных геометрических фигур, с выделенными узлами их пересечения, которые, следует отметить, служат своеобразными центрами структурообразования.

Влияние изменения внешних электромагнитных воздействий на организацию структуры НПК как мультифрактальных объектов можно количественно оценить через обобщенную фрактальную размерность  $D_q$  [11], представляемую в виде нелинейной функции спектра частных фрактальных размерностей, отражающей поведение статистической суммы отдельных подмножеств нерегулярного фрактала. Величину  $D_q$  вычисляли по методу береговой линии [3] на модельных системах. Изменение параметров кластерных структур должно отражаться на значениях обобщенной фрактальной размерности как косвенной характеристике структурных преобразований сложной системы. Анализ показал, по сравнению с контрольными образцами, величина  $D_q$  активированных систем уменьшилась на 12%.

Для экспериментального подтверждения результатов, полученных на физических моделях, проводились исследования по изучению влияния изменения внешних электромагнитных воздействий на начальные объемные деформации НПК как косвенного отражения структурных изменений твердеющих систем [10]. Было определено, что применение фрактально-матричных резонаторов обуславливает уменьшение  $\Delta V$  наполненных полимерных композиций, на 23%, и определяет кинетику их протекания.

Направленное структурообразование НПК посредством изменения ВЭМВ позволяет регулировать свойства затвердевших образцов. Опыты показали, что использование матриц приводит к повышению трещиностойкости систем принятого состава на 10%, независимо от метода инициирования трещины. Прочность на сжатие и растяжение при изгибе снижается, в среднем на 15%.

Проведенные исследования свидетельствуют о возможности применения матриц-преобразователей внешних электромагнитных полей в качестве приема «мягкого» управления организацией и самоорганизацией структуры композиционных материалов за счет топологически правильной ориентации малых воздействий.

### **Выводы**

Наполненные полимерные композиции представляют собой сложные динамические открытые системы, что предопределяет возможность управления их структурными параметрами путем изменения внешних силовых воздействий. Вместе с тем, дисперсные полимерсодержащие композиции можно отнести к мультифрактальным объектам (нерегулярным фракталам) вследствие масштабной инвариантности дискретной структуры материала. Это предполагает статистическую усредненность характеристик составляющих структуры НПК на различных масштабных уровнях и возможность их количественной оценки через обобщенную фрактальную размерность. Изменение внешних электромагнитных воздействий за счет применения матриц позволяет задавать начальные условия и, тем самым, направлять структурообразование наполненных полимерных композиций, что подтверждается изменением обобщенной фрактальной размерности, объемных деформаций и физико-технических свойств. Использование фрактально-матричных резонаторов можно рассматривать как способ «мягкого» ненасильственного управления процессами организации и самоорганизации структуры строительных композитов для получения материалов с требуемыми эксплуатационными характеристиками.

**Литература.** 1. Князева Е.Н., Курдюмов С.П. Основания синергетики. Синергетическое мировидение. – М.: КомКнига, 2005. – 240с. 2. Прангишвили И.В. Системный подход и общесистемные закономерности. – М.: «Синтег», 2000. – 519с. 3. Божокин С.В., Паршин Д.А. Фракталы и мультифракталы. – Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2001. – 128с. 4. Соломатов В.И., Выровой В.Н. Кластерообразование композиционных строительных материалов // Технологическая механика бетона. – Рига: РПИ – 1985. – С.5-21. 5. Выровой В.Н., Довгань И.В., Семенова С.В. Особенности структурообразования и формирования свойств полимерных композиционных материалов. – Одесса: «ТЭС», 2004. – 168с. 6. Выровой В.Н., Дорофеев В.С., Фиц С.Б. Бетон в условиях ударных воздействий. – Одесса: «Внешрекламсервис», 2004. – 270с. 7. Ткаченко Г.Г., Казмирчук Н.В., Выровой В.Н., Бородулин С.Д. Влияние активации на изменение свойств твердеющих и затвердевших цементных композиций // Вісник ОДАБА. – Одеса: «Місто майстрів». – 2006. – Вип.20. – С.351-354. 8. Соломатов В.И. и др. Интенсивная технология бетонов. – М.: Стройиздат, 1989. – 260с. 9. Композиционные строительные материалы и конструкции пониженной материалоемкости / Соломатов В.И., Выровой В.Н., Дорофеев В.С., Сиренко А.В. – К.: Будівельник, 1991. – 144с. 10. Коробко О.А. Повышение трещиностойкости цементных композиций для ремонта строительных конструкций: диссертация на соискание ученой степени канд. техн. наук. – Одесса, 2002. – 174с. 11. Мандельброт Б. Фрактальная геометрия природы. – М.: ИКИ, 2002. – 656с.