

ВНУТРЕННЯЯ И ВНЕШНЯЯ АКТИВАЦИЯ ПОЛИМЕРСОДЕРЖАЩИХ КОМПОЗИЦИЙ

Цуркан Е.В., Рогожа П.С., *студенты. гр. ПСК-503м,*
Рыбак Д.Г., *студент гр. ЗПСК-603м.*

Научный руководитель - Казмирчук Н.В., к.т.н.

Приведены результаты исследования влияния внутренней и внешней активации на изменение первоначального содержания с использованием специальных матриц формирования и свойств наполненных полимерных композиций структуры.

Введение

Полимерсодержащие композиции (ПК) представляют собой дисперсные системы, состоящие из множества частиц дисперсной фазы, в определенном порядке распределенных в дисперсионной среде [1]. Многообразие состава и сложная структурная организация подобных композиционных материалов, их способность к спонтанным преобразованиям структуры под влиянием внутренних и внешних воздействий, а также взаимосвязь с окружающей средой путем постоянного обмена веществом, энергией и информацией позволяют отнести полимерные композиции к сложным динамическим открытым системам [2]. Вместе с тем, полимерсодержащие композиции можно рассматривать как высококонцентрированные многофазные гетерогенные грубодисперсные лиофобные системы с лиофильной границей раздела фаз [1, 3]. Это обусловлено природой, размерами и количеством исходных составляющих композитов и дает возможность проанализировать начальные процессы структурной организации таких систем через поэтапные акты неуравновешенных межчастичных взаимодействий и образование кластерных структур с учетом поверхностных эффектов на границах раздела фаз [1, 4]. Вследствие самопроизвольного распределения дисперсных частиц по структурным агрегатам происходит организация сложной совокупности отдельных иерархически соподчиненных дискретных подсистем, определяющих свойства всей системы как целостности [5].

Представление ПК как сложных динамических открытых систем предполагает возможность управления структурными параметрами полимерсодержащих композиций путем их внутренней и внешней активации. Внутренняя активация полимерных композитов может

осуществляться изменением внутрисистемных характеристик в результате введения наполнителей [6]. Под внешней активацией предлагается понимать изменение природных электромагнитных силовых полей как постоянного действующего внешнего фактора с помощью специальных матриц [7]. Можно предположить, что регулирование составов наполнителей и внешних электромагнитных воздействий (ВЭМВ) должно привести к заданным поведенческим реакциям структурных составляющих ПК как сложных динамичных открытых систем и за счет направленного изменения структурной организации обеспечить требуемый уровень их физико-технических свойств. Исходя из этого, была поставлена задача исследований — изучение влияния внутренней и внешней активации на процессы структурообразования и свойства полимерсодержащих композиций.

Выбор модели ПК и организация эксперимента.

Для решения поставленной задачи была разработана модель полимерсодержащих композиций как многофазных гетерогенных высококонцентрированных грубодисперсных сложных динамичных открытых систем при определенных допущениях и предположениях. Частицы наполнителя представляют собой шарообразные объекты одной природы с размерами $d_1 \neq d_2 \dots \neq d_n$ и массой $m_1 \neq m_2 \dots \neq m_n$, располагаемые на расстояниях $h_1 \neq h_2 \dots \neq h_n$ (практически все виды вяжущих характеризуются полидисперсным составом) [4, 6]. В качестве «структурообразующих» центров можно выделить частицы, отличающиеся большим размером (массой), меньшим межчастичным расстоянием или участки системы, в которых частицы переходят в равновесное механическое состояние (статистическая однородность дисперсных систем не исключает отклонения их характеристик от средних значений) [3]. Между частицами наполнителя действуют неуравновешенные силы межчастичных взаимодействий F_c , проявление которых обусловлено высокой концентрацией частиц и различием их характеристик [6, 8]. Структурообразование ПК как физических объектов происходит при постоянном влиянии внешних электромагнитных воздействий [9], для изменения которых используют специальные фрактально-матричные резонаторы. Сила тяжести mg частиц наполнителя как постоянное внешнее силовое воздействие при анализе не учитывалась. Это связано с выполнением соотношения $F_c \geq mg$ [3]. Полимерсодержащие композиции можно представить как сложные динамичные открытые системы, что обусловлено их способностью к самопроизвольным структурным

изменениям под действием внутренней и внешней активации [2, 10]. Начальная организация структуры ПК осуществляется в результате образования кластерных структур из частиц наполнителя путем спонтанного перемещения последних к «структурообразующим» центрам под действием неуравновешенных сил F_c [1, 4]. Одновременно реализуются поверхностные эффекты на границах раздела фаз и реакции полимеризации и отверждения в объеме полимерной матрицы и зонах межчастичных контактов [11]. В результате процессов начального структурообразования происходят локальные изменения плотности матричного материала и изменение протяженности межфазных границ раздела, определяемые параметрами структурных составляющих ПК. Это приводит к проявлению неаддитивных интегральных объемных деформаций (ΔV) твердеющих систем [1]. Таким образом, начальные объемные изменения можно считать косвенной характеристикой, которая отражает самопроизвольные структурные преобразования наполненных полимерных композиций [10].

На основании принятых допущений была предложена физическая модель полимерсодержащих композиций, состоящие из связующего (модифицированного эпоксидного клея марки ЭДП ЭПОКСИ с отвердителем ПЭПА и пластификатором ДБФ в количестве 15% и 20% от объема полимера, соответственно), и кварцевых наполнителей.

Внутреннюю активацию моделей осуществляли путем изменения размеров частиц наполнителя и их количества. Были приняты составы при дисперсности наполнителя:

- $d_1=0,05$ мм в количестве 65% и 55%;
- $d_2=0,15$ мм в количестве 65%.

Для внешней активации модельных систем использовали специальные фрактально-матричные резонаторы - трансформаторы природных внешних электромагнитных полей. Матрицы представляют собой платы со сложным контурным рисунком, нанесенным графитсодержащей краской на полиэтиленовую основу [7].

Начальные объемные изменения ПК определяли по специальной методике с помощью цилиндрических датчиков [12]. Физико-механические свойства (E_{Σ} и $E_{\Sigma 0}$) и вязкость разрушения полимерсодержащих композиций оценивали по стандартным методикам. Иницирование трещины осуществлялось методом распила уже затвердевшего образца (K_{Ic}^0).

Влияние активации на структурообразование и свойства ПК.

Опыты по изучению влияния активации на параметры структурных

агрегатов полимерсодержащих композиций проводили на физических моделях, включающих тонкомолотый кварцевый песок в качестве наполнителя и белую глину как имитацию дисперсионной среды. Материалы смешивали в пропорции 1:1 и затворяли водой. Применяли кварцевый наполнитель дисперсностью $d_1=0,05$ мм и $d_3=0,15$ мм. Остаток частиц белой глины на сетке №009 составлял 0,05%. При высыхании полученной смеси происходило образование сетки трещин, разделяющей поверхность образцов на отдельные структурные блоки. Оценивали следующие структурные параметры: - размеры блоков, которые определяли через протяженность их внешних границ $L_{\bar{\alpha}l}$ и площадь $S_{\bar{\alpha}l}$; - отношение площади блока к протяженности его внешней границы: $S_{\bar{\alpha}l}/L_{\bar{\alpha}l}$; - количество кластерных структур.

Исследования показали, что изменение внешних электромагнитных воздействий приводит к увеличению размеров структурных агрегатов и уменьшению их количества. Величины $L_{\bar{\alpha}l}$ и $S_{\bar{\alpha}l}$ возрастают в среднем на 10% и 15%, соответственно. При повышении дисперсности наполнителя протяженность внешних границ и площадь структурных блоков увеличивается. Уменьшение количества дисперсных частиц практически не оказывает влияние на изменение размеров кластерных структур, но обуславливает увеличение числа агрегатов в модельной системе. Для каждого состава было определено, что соотношения значений $S_{\bar{\alpha}l}/L_{\bar{\alpha}l}$ для отдельных кластерных структур и всей системы как целостности близки по величине, что может свидетельствовать о фрактальности структуры полимерсодержащих композиций [13].

Влияние активации на организацию начальной структуры ПК подтверждается изменением значений и кинетики объемных деформаций твердеющих систем как косвенной характеристики их структурных перестроек при использовании матриц и введении наполнителей, рис. 1.

Экспериментальные результаты показали, что изменение ВЭМВ, а также увеличение дисперсности частиц наполнителя и уменьшение их количества вызывает снижение начальных объемных деформаций наполненных полимерных композиций, в среднем на 20%, и изменение скорости их протекания.

Изменение начальных объемных деформаций ПК показывает, что внутренние и внешние воздействия определяют параметры структурных составляющих полимерных композитов как сложных динамических открытых систем и, тем самым, оказывают наследственное влияние на структуру. Направленная структурная организация полимерсодержащих композиций, как следствие, должна привести к изменению их физико-технических свойств, рис. 1.

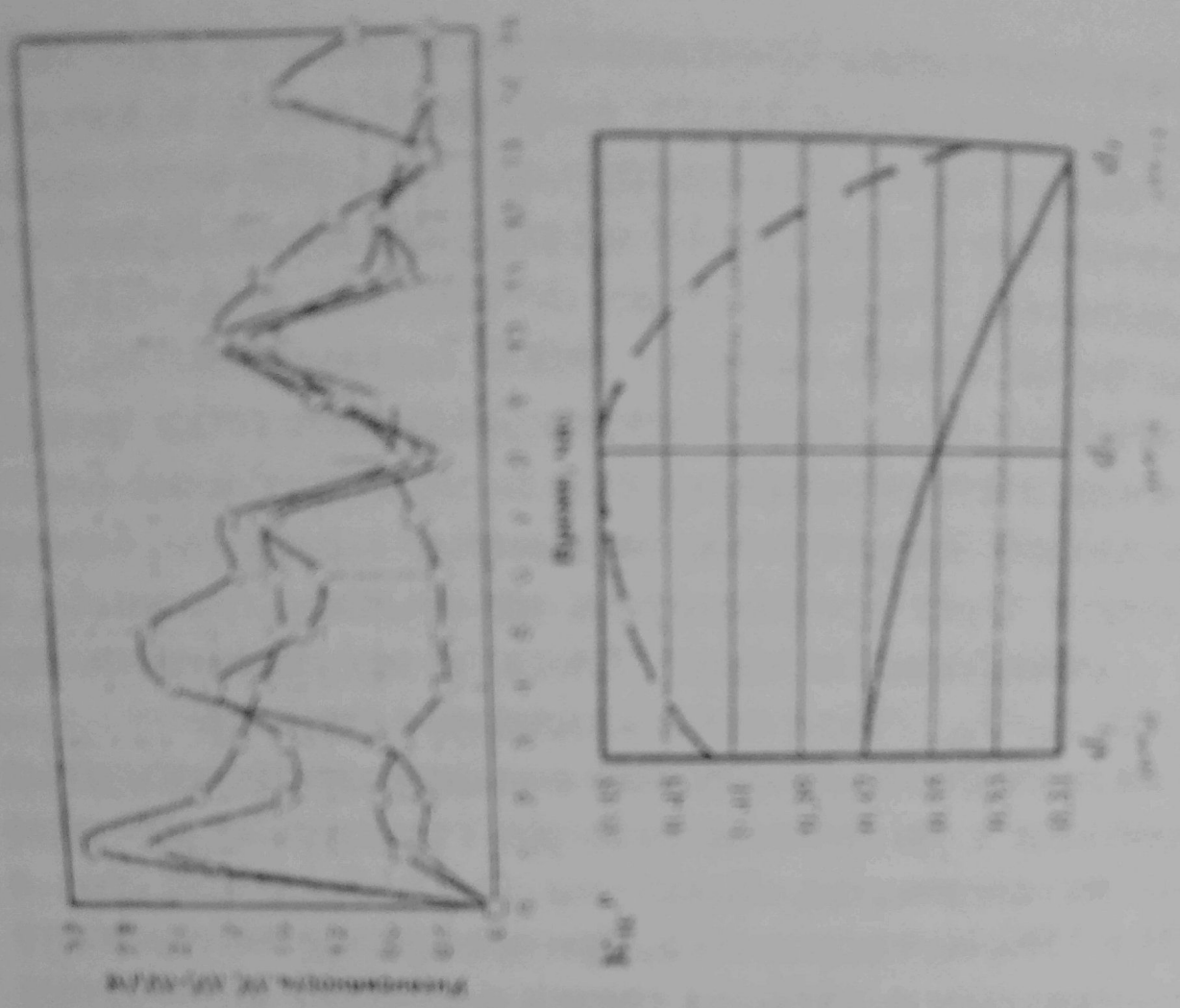


Рис. 3. Влияние внутренних и внешних амплитуд на свойства ниток.

— без колебаний - - - с колебаниями.

Проведенные исследования показали, что использование матриц в зависимости от состава затвердевших образцов вызывает повышение их прочностных характеристик, в среднем на 10%. Трещиностойкость ПК при трещине, полученной методом распила, возрастает на 12-22%.

Увеличение дисперсности наполнителя приводит к увеличению значений f_{ck} и f_{ctk} в среднем на 33% и 17%, соответственно. Вязкость разрушения полимерсодержащих композиций увеличивается на 28% при введении частиц крупной фракции.

Прочность и трещиностойкость ПК возрастают с увеличением количественного состава наполнителя. Значения f_{ctk} повышаются в среднем на 28%, K_{Ic}^P — на 23%. Прочность на сжатие полимерных композиций можно увеличить на 11% посредством совместной активации путем изменения количества наполнителей и внешних электромагнитных воздействий.

Выводы

Полимерсодержащие композиции можно представить как сложные динамичные открытые системы, что обусловлено разнообразием их состава, способностью к спонтанным структурным изменениям и взаимосвязью с окружающей средой. Это предполагает возможность управления процессами начального структурообразования ПК путем внутренней и внешней активации с целью получения материалов с заданными структурой и свойствами. Изменять начальные условия и, следовательно, направлять самопроизвольную организацию структуры полимерсодержащих композитов можно посредством использования наполнителей и специальных фрактально-матричных резонаторов. Изменение внешних электромагнитных воздействий в результате применения матриц и введение наполнителей различных составов позволяет изменять параметры структурных составляющих наполненных полимерных композиций, что подтверждается результатами исследований по изучению объемных деформаций твердеющих систем как косвенной характеристики их структурных преобразований. Внутренняя и внешняя активация полимерных композитов принятыми способами приводит к изменению величины и кинетики их объемных деформаций. Изменение начальных условий структурообразования ПК отражается на свойствах композиционных материалов как функции организации их структуры. Применение специальных матриц с учетом дисперсности и количества наполнителей позволяет повысить трещиностойкость и прочность затвердевших систем. Можно заключить, что для обеспечения

требуемого уровня физико-технических свойств полимерсодержащих композиций необходимо направленно задавать пути реализации их самостоятельных структурных изменений.

Литература

1. Выровой В.Н., Довгань И.В., Семенова С.В. Особенности структурообразования и формирования свойств полимерных композиционных материалов. – Одесса: «ГЭС», 2004. – 168с.
2. Прангишвили И.В. Системный подход и общесистемные закономерности. – М.: «Синтег», 2000. – 519с.
3. Соломатов и др. Интенсивная технология бетонов. – М.: Стройиздат, 1989. – 260с.
4. Соломатов В.И., Выровой В.Н. Кластерообразование композиционных строительных материалов // Технологическая механика бетона. – Рига: РПИ – 1985. – С.5-21.
5. Выровой В.Н., Дорофеев В.С., Фиц С.Б. Бетон в условиях ударных воздействий. – Одесса: «Внешрекламсервис», 2004. – 270с.
6. Композиционные строительные материалы и конструкции пониженной материалоемкости / Соломатов В.И., Выровой В.Н., Дорофеев В.С., Сиренко А.В. – К.: Будівельник, 1991. – 144с.
7. Ткаченко Г.Г. и др. Влияние активации на изменение свойств твердеющих и затвердевших цементных композиций // Вісник ОДАБА. – Одеса: «Місто майстрів». – 2006. – Вип.20. – С.351-354.
8. Урьев Н.Б. Высококонцентрированные дисперсные системы. – М.: Химия, 1980. – 320с.
9. Астахов А.В. Курс физики. – Т.1 – М.: Главная ред. физ.-мат. лит-ры, 1977. – 334с.
10. Коробко О.А., Казмирчук Н.В., Выровой В.Н. Наполненные полимерные композиции как сложные динамичные открытые системы // Збірник наукових праць «Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди». – Рівне: Вид-во НУВГП. – 2008. – Вип.17. – С.40-47.
11. Липатов Ю.С. Коллоидная химия полимеров. – Киев: Наук. думка, 1984. – 343с.
12. Коробко О.А. Повышение трещиностойкости цементных композиций для ремонта строительных конструкций: диссертация на соискание ученой степени канд. техн. наук. – Одесса, 2002. – 174с.
13. Мандельброт Б. Фрактальная геометрия природы. – М.: ИКИ, 2002. – 656с.