

## ВЛИЯНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ВНЕШНИХ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ НА СТРУКТУРООБРАЗОВАНИЕ НАПОЛНЕННЫХ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИЙ

Коробко О.А., Казмирчук Н.В., Выровой В.Н. (Одесская государственная академия строительства и архитектуры)

Проанализировано влияние изменения внешних электромагнитных воздействий за счет применения специальных фрактально-матричных резонаторов (матриц) на механизмы начальной организации структуры наполненных полимерных композиций.

### Введение.

Проблема получения полимерных композиционных материалов с заданными эксплуатационными свойствами определяет необходимость поиска новых технологических приемов, позволяющих управлять процессами организации структуры наполненных полимерных систем для изменения их структурных параметров в требуемом направлении.

Наполненные полимерные композиции (НПК) можно представить как многофазные системы, образованные из макромолекул полимера и дисперсных частиц наполнителя, характерной особенностью которых является индивидуальность их размеров, массы, формы, строения, а в большинстве случаев и состава.

Многофазность и гетерогенность НПК предполагает существование развитой поверхности раздела между отдельными фазами, что обуславливает проявление поверхностного натяжения и наличие избыточной поверхностной энергии. Снизить свободную энергию неравновесная система может за счет самопроизвольного сокращения площади межфазных границ  $S$  и уменьшения величины  $\sigma^s$  [1].

В соответствии с этим, процесс начального структурообразования наполненных полимерных композиций предлагается выражать через контактные взаимодействия зерен наполнителя как друг с другом, так и макромолекулярными цепями полимерной матрицы [2, 3]. В результате происходит распределение дисперсных частиц по дискретным агрегатам и организация на их поверхности

модифицированного слоя полимера с ориентационно-упорядоченной структурой.

Составы, размеры и конфигурация образующихся кластерных структур в значительной степени влияют на характер межкластерных взаимодействий, определяя количество, протяженность, состояние и рельеф внутренних поверхностей раздела, что отражается на степени гетерогенности и свойствах наполненных полимерных композиций.

Структурообразование любых физических систем происходит под действием различного рода внешних силовых полей. При этом, наиболее сильным активационным эффектом, по общему мнению, обладают электромагнитные силовые воздействия.

Электромагнитное поле как один из видов волнового излучения характеризуется определенными свойствами, значения и интенсивность проявления которых изменяется при прохождении через электро- и магниточувствительные объекты.

Специалисты считают, что для преобразования электромагнитного поля эффективно применять специальные матрицы (фрактально-матричные резонаторы), представляющие собой симметричные платы геометрически правильного печатного рисунка, выполненного из графитсодержащих материалов с добавкой драгоценных металлов. Матрицы, пропуская через себя внешние электромагнитные волны, изменяют их параметры. Как следствие, изменяется степень воздействия электромагнитного излучения на физические системы.

Полимерные композиционные материалы как объекты физической природы также подвержены влиянию внешнего электромагнитного поля. Изменение характеристик электромагнитных волн должно отразиться на условиях образования структурных агрегатов, изменить их составы, размеры, конфигурацию, количественное соотношение и характер межфазных взаимодействий. Исходя из этого, была поставлена задача исследований - изучение влияния изменения параметров внешнего электромагнитного поля за счет применения специальных матриц на механизмы начальной организации структуры наполненных полимерных композиций.

#### **Моделирование механизмов структурообразования наполненных полимерных композиций.**

При анализе механизмов начальной организации структуры НК исходили из следующих допущений:

- наполненные полимерные композиционные материалы являются сложноорганизованными многофазными гетерогенными системами, в которых одновременно реализуются межчастичные взаимодействия

между зернами наполнителя, межфазные взаимодействия и реакции полимеризации в объеме матричного материала;

- межчастичные взаимодействия носят очаговый характер, что вызывает локальное изменение плотности наполненной полимерной композиции;

- межфазные взаимодействия вызывают локальное изменение плотности полимерной составляющей;

- наполнители могут быть смешанными по виду частиц, их размерам и массе;

- масса макромолекул полимера и частиц наполнителя меньше силы их взаимодействия как между собой, так и друг с другом, что исключает из рассмотрения такое постоянное внешнее силовое воздействие как сила тяжести.

Принятые допущения позволили предложить физическую модель НПК. В качестве полимерной составляющей была принята эпоксидная смола марки ЭД-20 без отвердителя. При отсутствии отвердителя фиксацию взаимодействий частиц наполнителя можно осуществлять в течение достаточно длительного периода времени и изменять реологические характеристики смолы путем повышения или уменьшения температуры. В качестве наполнителя использовали дискретные грубодисперсные тела приблизительно сферической формы, характеризующиеся индивидуальными размерами и массой.

В исследованиях применялись моно- и полиминеральные системы, искусственно синтезированные на основе нескольких видов дисперсных частиц неорганической и органической природы. Принятый состав зерен наполнителя обеспечивал их различие (фильность и фобность) по отношению к полимерной составляющей.

Силы межчастичных взаимодействий моделировали капиллярные силы, проявляющиеся на межфазных границах раздела.

Организация структуры наполненных полимерных композиций начинается с момента введения наполнителя в состав полимерной матрицы. Дисперсные частицы фиксированного количества (30 единиц) располагались на поверхности матричного материала произвольным образом и на некотором расстоянии друг от друга.

Параметры зерен наполнителя и их концентрация в объеме полимерной составляющей позволяют предположить проявление между ними неуравновешенных сил межчастичных взаимодействий [4], под влиянием которых дисперсные частицы переходят в более равновесное механическое состояние путем распределения по структурным агрегатам.

Состав, размеры и строение дискретных блоков должны отвечать условию минимума свободной поверхностной энергии. Поэтому зерна наполнителя стремятся занять в кластерных структурах такое положение, при котором обеспечивается наиболее выгодное энергетическое состояние как самих агрегатов, так и всей системы.

В наполненных полимерных композициях структурные блоки могут иметь вытянутую форму (цепочные структуры с линейным расположением частиц), а также ячеистые кольцеобразные и плотные клубковые конфигурации [5].

Объем и протяженность кластерных структур, их количественное соотношение и ориентация друг относительно друга, количество и характер расположения в них дисперсных частиц определяются характеристиками зерен наполнителя, межчастичными расстояниями, природой полимерной матрицы, а также в значительной степени внешними силовыми воздействиями, к числу которых можно отнести электромагнитные поля.

#### **Влияние изменения внешних электромагнитных воздействий на образование начальной структуры НПК.**

Изменение параметров электромагнитных волн определенным образом отражается на процессах начального структурообразования наполненных полимерных композиций, что приводит к иным проявлениям характера и кинетики межчастичных и межфазных взаимодействий.

В опытах использовались специальные матричные активаторы в виде полиэтиленовых пленок с симметрично-геометрическим рисунком, нанесенном графитосодержащей краской. Рисунок представляет собой совокупность пересекающихся в различных направлениях линий, окружностей и многогранников. Активирующие матрицы преобразуют электромагнитное поле, изменяя меру и интенсивность его воздействия на объекты.

При проведении экспериментов модельные системы помещали в формы со сквозными стенками, которые со всех сторон перекрывались чистой полиэтиленовой пленкой (контрольные образцы) и матрицами (активированные образцы).

Экспериментальные результаты показали, что модификация внешних электромагнитных волн при использовании фрактально-матричных резонаторов влияет на механизмы и скорость протекания контактных взаимодействий частиц наполнителя, что подтверждается изменением их качественных и количественных составов, размеров и численного соотношения в объеме полимерной матрицы, табл. 1.

Таблица 1

Характеристики структурных агрегатов при изменении параметров  
внешних электромагнитных воздействий

№ п/п	Вид частиц	Кол-во частиц	Вид воздействий	Кол-во кластеров	Кол-во частиц в кластере, n	Размер кластеров, см
1	Неорганический наполнитель 1	30	-	5	6	1,25
			Электромагнитное	4	7,5	1,50
2	Неорганический наполнитель 2	30	-	6	5	0,95
			Электромагнитное	5	6	1,08
3	Органический наполнитель 1	30	-	4	7,5	0,68
			Электромагнитное	3	10	0,85
4	Органический наполнитель 2	30	-	7	4,3	0,44
			Электромагнитное	5	6	0,52
5	Смешанный наполнитель 1	30 (15+15)	-	4	7,5	1,70
			Электромагнитное	3	9	1,98
6	Смешанный наполнитель 2	30 (15+15)	-	6	5	1,08
			Электромагнитное	4	7,5	1,23
7	Смешанный наполнитель 3	30 (15+15)	-	5	6	0,78
			Электромагнитное	4	7,5	0,94

Для всех исследуемых модельных систем, независимо от их состава, в случае применения матричных резонаторов характерно уменьшение количества кластерных структур и увеличение числа дисперсных частиц в структурных блоках. Также матрицы вызывают изменение размеров и конфигурации агрегатов.

Дискретные структуры активированных систем включают в среднем на 22% больше зерен наполнителя, чем кластеры контрольных образцов.

Влияние матриц на размеры и конфигурацию структурных блоков зависит от размеров и природы частиц моно- или полиминеральной системы. Вместе с тем, было отмечено, что под воздействием матриц агрегаты приобретают более компактную неразветвленную форму, очертания которой определяются линиями матричного рисунка. Активированные кластерные структуры, как правило, в среднем на 15...17% превышают по размерам дискретные блоки в контрольных системах.

Изменение параметров электромагнитного поля сказывается на времени начального структурообразования наполненных полимерных композиций. При активации модельных систем снижаются временные затраты на формирование структурных агрегатов (в среднем на 1,5-2 часа), что приводит к сокращению сроков организации структуры всего материала.

В полиминеральных системах прослеживается комплиментарность (избирательность) межчастичных взаимодействий, проявление которой свойственно как для активированных, так и контрольных моделей, при различных соотношениях видов дисперсных частиц. Вследствие комплиментарности индивидуальные силовые поля зерен наполнителя вызывают взаимную ориентацию (поворот) частиц друг относительно друга. Это обуславливает упорядоченное размещение зерен одинакового состава в кластерных структурах.

В результате активации матричными резонаторами изменяется число однородных и неоднородных межчастичных контактов в объеме агрегатов.

При взаимодействии зерен различной неорганической природы использование матриц приводит к увеличению количества идентичных контактов более, чем в 2 раза, по сравнению с контрольными образцами.

Органические частицы могут совсем не контактировать с зернами иного вида или образовывать с ними дискретные блоки, для которых характерно ограниченное число разнородных контактов. Воздействие

матричных активаторов позволяет снизить вероятность контактирования частиц различного вида.

В двухкомпонентных системах, включающих в свой состав частицы неорганической и органической природы, возможна организация как однородных, так и смешанных агрегатов, причем под влиянием матриц число однотипных контактов возрастает в 15...2,5 раза.

#### **Выводы.**

Проведенные исследования показали, что управлять процессами начального структурообразования наполненных полимерных композиций можно путем изменения параметров внешних электромагнитных воздействий за счет применения специальных фрактально-матричных активаторов. Степень влияния матриц на формирование структуры НПК во многом зависит от природы, дисперсности и количества частиц вводимого наполнителя.

Использование матриц позволяет регулировать механизмы и кинетику межчастичных взаимодействий, что обеспечивает возможность организации структурных блоков требуемых составов, размеров и конфигураций. Предлагаемый вид активации должен способствовать получению полимерных композиционных материалов с заданным набором свойств, отвечающих функциональному назначению композиционного материала.

#### **Литература.**

1. Фролов Ю.Г. Курс коллоидной химии. Поверхностные явления и дисперсные системы. - М.: Химия, 1982. - 400с.
2. Липатов Ю.С. Межфазные явления в полимерах. - Киев: Наук. Думка, 1980. - 260с.
3. Выровой В.Н., Довгань И.В., Семенова С.В. Особенности структурообразования и формирования свойств полимерных композиционных материалов. - Одесса: Изд-во «ТЭС», 2004. - 168с.
4. Выровой В.Н. Структура и свойства гетерогенных композиционных материалов // Вопросы современного строительного материаловедения и строительства. - Львов: НОЗ, 1988. - 37с.
5. Соломатов В.И., Бобрышев А.Н. Химмлер К.Г. Полимерные композиционные материалы в строительстве/ Под ред В.И. Соломатова. - М.: Стройиздат, 1988. - 312с.