

КОМПЛЕКСНАЯ АКТИВАЦИЯ КАК СПОСОБ ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИЙ

Казмирчук Н.В., Коробко О.А., Коцюрубенко О.Н.,
Мирошниченко И.Н. (Одесская государственная академия
строительства и архитектуры, Украина)

Введение.

Реализация физико-технических свойств ремонтных полимерных композитов обеспечивается взаимодействием и взаимовлиянием их структурных составляющих. В свою очередь, структура наполненных полимерных композиций (НПК) как сложных открытых систем [1, 2] задается их исходным составом и технологией получения. Вместе с тем полимерные композиты можно представить как динамичные системы [1]. Таким образом, в системе под действием внутренних и внешних факторов могут происходить структурные изменения, вызванные предшествующими структурными перестройками. Это позволяет предположить, что подструктуры, организованные на начальных этапах структурообразования, будут предопределять пути развития как новых, так и уже существующих подструктур, тем самым оказывая наследственное влияние на становление общей структуры и формирование свойств полимерсодержащих композиций.

Структура НПК является результатом комплекса разнообразных процессов и явлений [3]. При этом физико-механические процессы, обуславливающие возникновение кластеров из частиц дисперсной фазы, протекают только в начальный период структурообразования, тогда как межфазные взаимодействия, синтез макромолекул полимера и организация надмолекулярной структуры растянуты во времени. Межчастичные взаимодействия занимают доминирующее положение по отношению к остальным процессам твердения НПК, направленно определяя через характеристики структурных агрегатов кинетику их проявления. В работе [2] показано, что управлять параметрами кластеров из дисперсных частиц можно путем внутренней и внешней активации полимерных композитов за счет применения наполнителей и специальных матриц. Это позволяет создать структуру, которая с момента формирования будет влиять на свойства системы на протяжении всего периода ее развития, который может занимать

несколько лет. Поэтому представляет интерес анализ изменения во времени структуры и прочности активированных полимерсодержащих композиций.

Методика организации эксперимента.

Объектами исследований выступали наполненные полимерные композиции. Использовали эпоксидно-диановую смолу ЭД-20 с отвердителем ПЭПА (10% от объема смолы) в качестве связующего и кварцевый наполнитель с удельной поверхностью частиц $S_{уд}=300\pm 200$ м²/кг в различных качественных и количественных соотношениях.

Введение наполнителей было принято как способ внутренней активации НПК для управления их структурой. Внешняя активация полимерных композитов осуществлялась путем изменения внешних электромагнитных воздействий в результате применения фрактально-матричных резонаторов (ФМР) [4].

Опыты проводились на половинках образцов-балочек 2x2x8 см, полученных после испытания на определение предела прочности на растяжение при изгибе. Возраст образцов составил 14 дней и 18 месяцев с момента их изготовления.

Прочность полимерсодержащих композиций на сжатие $f_{сж, кубе}$ оценивали по стандартной методике.

Коэффициент поврежденности K_p , принятый для количественной оценки изменения структуры НПК, определяли как отношение длины трещины разрушения $\sum L_i$ к геодезической линии выхода трещины L_1 на определенные грани образца: $K_p = L_i / \sum L_i$

При выборе методики определения K_p исходили из предположения, что разрушение полимерных композитов при приложении внешней силовой нагрузки происходит по начальным дефектам, возникающим в материале в период его получения и присутствующим в нем до приложения эксплуатационных нагрузок [5].

Статистическая обработка экспериментальных данных проводилась с использованием аппарата математического моделирования [6].

Результаты исследований.

Представление наполненных полимерных композитов как сложных систем предполагает не только многообразие исходных компонентов и протекающих процессов и явлений организации структуры, но и образование взаимосвязанной совокупности отдельных подсистем, что обуславливает сосуществование развитой сети поверхностей раздела, как между кластерными

структурами из частиц наполнителя, так и агрегатами надмолекулярной структуры матричного материала. При этом протяженность, размеры и ориентация межблочных границ раздела определяются параметрами взаимодействующих агрегатов, а условия их развития задаются градиентами объемных деформаций, сопровождающих процессы отвердевания и структурообразования НПК. Проявление объемных деформаций провоцирует преобразование межкластерных границ раздела в зародышевые трещины, способные трансформироваться при продолжающихся изменениях локальных объемов в технологические трещины и внутренние поверхности раздела, сумма которых определяет технологическую поврежденность полимерных композитов начальными дефектами, по которым происходит разрушение материала. Изменение качественных и количественных характеристик структурных блоков под действием принятых управляющих факторов отражается на пространственно-геометрических параметрах межкластерных поверхностей раздела и, тем самым, вызывает изменение поврежденности НПК. Это позволяет использовать значения коэффициента K_n для количественного анализа структурных изменений полимерных композитов.

Можно предположить, что незавершенные в начальный период процессы будут провоцировать проявление объемных деформаций на последующих этапах твердения и структурообразования НПК. Это должно обеспечить изменение параметров структурных составляющих полимерсодержащих композиций во времени.

Анализ результатов исследований проводился по диаграммам, отражающих соотношение значений коэффициентов K_n образцов различных составов в возрасте 18 месяцев к возрасту 14 дней, рис. 1, а.

Было определено, что при внутренней активации в зависимости от состава полидисперсного наполнителя поврежденность НПК может изменяться до 15%, что свидетельствует об изменениях структуры материала с течением времени. При этом поврежденность составов, отличающихся минимальной величиной K_n в ранние сроки твердения, через 1,5 года соответствовала, а в некоторых случаях и превышала поврежденность НПК с высокими начальными значениями. Это указывает на то, что интенсивность структурных изменений материала определяется характеристиками подструктур, возникшими на ранних этапах структурообразования.

Изменение количественного соотношения частиц с одной удельной поверхностью позволяет изменять параметры структуры композитов с течением времени в достаточно широких пределах. Так, при одновременной внешней и внутренней активации НПК с наполнителем $50\%S_1+50\%S_2$ технологическая поврежденность образцов изменилась с $K_n=1,03$ до $K_n=1,24$ (на 17%). Это максимальное при принятых составах наполнителя изменение величина K_n с течением времени. При других количественных составах коэффициент поврежденности также увеличивается, но в меньшей мере, до $K_n=1,22$ ($20\%S_1+80\%S_2$) и $K_n=1,18$ ($80\%S_1+20\%S_2$).

Создать условия для интенсивной перестройки структуры НПК с течением времени можно и путем изменения соотношения удельной поверхности частиц полидисперсного наполнителя с S_2+S_3 до S_3+S_1 и S_1+S_2 . Например, использование наполнителя состава $20\%S_2+80\%S_3$ приводит к изменению значений технологической поврежденности с $K_n=1,05$ до $K_n=1,12$, а введение наполнителей тех же количественных составов, но с иной дисперсностью частиц – до $K_n=1,15$ (S_3+S_1) и $K_n=1,22$ (S_1+S_2), соответственно. При этом внешняя активация композитов в результате применения специальных матриц позволяет получить образцы с повышенными значениями K_n по сравнению с образцами, активированными только наполнителями, как в ранние, так и поздние сроки твердения.

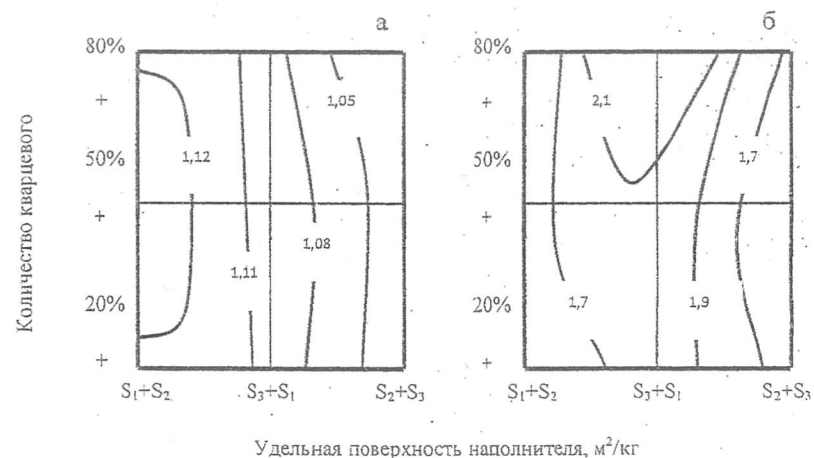


Рис. 1. Изменение поврежденности (а) и прочности (б) полимерсодержащих композиций во времени

Сосуществование в структуре полимерсодержащих композиций различного рода несплошностей оказывает влияние на их прочностные свойства. Исходя из этого, можно предположить, что прочность НПК на сжатие также должна увеличиваться с течением времени в результате структурных изменений.

Результаты показали, что при введении моно- и полидисперсного наполнителя значения $f_{ck,cube}$ возрастают через 18 месяцев в среднем на 47% и 40%, соответственно. При этом величина изменения прочностных характеристик композитов определяется не только количеством и удельной поверхностью используемых наполнителей, но и зависит от внешних воздействий, рис.1, б. Это подтверждается полученными экспериментальными результатами, показавшими, что при внутренней активации прочность НПК может увеличиваться со временем до 2,5 раз, при комплексной активации – до 3 раз. Причем, максимального повышения величины $f_{ck,cube}$ достигают составы, в ранние сроки твердения не отличавшиеся высокими показателями, что свидетельствует о стабилизирующем влиянии начальной структурной организации на свойства готового материала.

Выводы.

Можно заключить, что предлагаемые виды активации являются эффективными способами энергосбережения при производстве полимерных композитов, предназначенных для ремонтных работ. Применение наполнителей и матриц позволяет управлять параметрами начальных подструктур, которые предопределяют дальнейшие пути организации интегральной структуры наполненных полимерных композиций как сложных динамичных открытых систем. Структурные характеристики НПК изменяются на протяжении всех этапов их структурообразования под влиянием внутренних и внешних факторов. Это приводит к изменению свойств композитов, как на ранних, так и поздних сроках их формирования. Взаимосвязь между начальной структурой и изменением свойств полимерных композиций экспериментально подтверждается увеличением их прочности (в среднем до 2...3 раз) и изменением значений коэффициента технологической поврежденности (на 11...17%) с течением времени в зависимости вида активации и составов наполнителей. Результаты исследований свидетельствуют о возможности получения ремонтных полимерсодержащих композиций с требуемым уровнем физико-технических свойств в результате направленного создания

начальных подструктур путем внешней, внутренней и комплексной активации.

Литература. 1. Прангишвили И.В. Системный подход и общесистемные закономерности. – М.: «Синтег», 2000. – 519с. 2. Коробко О.А. Синергетический подход при активации наполненных полимерных композиций // 36. наук. пр. «Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди». – Рівне: Вид-во НУВГП. – 2011. – Вип.21. – С.26-31. 3. Выровой В.Н., Довгань И.В., Семенова С.В. Особенности структурообразования и формирования свойств полимерных композиционных материалов. – Одесса: «ТЭС», 2004. – 168с. 4. Ткаченко Г.Г. и др. Влияние активации на изменение свойств твердеющих и затвердевших цементных композиций // Вісник ОДАБА. – Одеса: Вид-во «Місто майстрів». – 2006. – Вип.20. – С.351-354. 5. Выровой В.Н., Дорофеев В.С., Суханов В.Г. Композиционные строительные материалы и конструкции. Структура, самоорганизация, свойства. – Одеса: Вид-во «ТЕС», 2010. – 169с. 6. Вознесенский В.А. и др. Численные методы решения строительно-технологических задач на ЭВМ. – К.: Вища школа, 1989. – 328с.

ПРИМЕНЕНИЕ ЭЛЕМЕНТОВ ТЕОРИИ ИГР В ОПТИМИЗАЦИОННЫХ ЗАДАЧАХ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ

Керш В. Я., *проф., к.т.н.*, Колесников А. В. *ст. преп.*
Украина, Одесса, ОГАСА

Разработка и внедрение энергосберегающих технологий – стратегическое направление развития строительства, включающее выбор оптимального решения в разных областях и различных этапах практической деятельности. Одной из важнейших областей является конструирование и применение теплоизоляционных материалов и изделий из них, обладающих набором заданных свойств. Так, для материалов теплоизоляционных штукатурных