

СВОЙСТВА АКТИВИРОВАННЫХ ПОЛИМЕРСОДЕРЖАЩИХ КОМПОЗИЦИЙ

Казмирчук Н.В., к.т.н.,

Рожнюк Е.В.,

Закорчемная Н.О., к.т.н., доцент

Одесская государственная академия строительства и архитектуры

nkazmirchuk@mail.ru

Аннотация. Проведен анализ условий формирования основных свойств, определяющих эффективность и долговечность полимерных композиций. Изучено влияние внешних и внутренних факторов на трещиностойкость и прочностные характеристики полимерсодержащих материалов. Это дало возможность определить рациональные составы комплексно активированных композитов, обеспечивающих максимально повышенные показатели трещиностойкости, прочности при сжатии и модуля упругости при минимальных значениях коэффициента поврежденности и усадочных деформаций.

Ключевые слова: полимерсодержащие композиции, фрактально-матричный резонатор, активация, прочность, трещиностойкость.

ВЛАСТИВОСТІ АКТИВОВАНИХ ПОЛІМЕРВМІЩУЮЧИХ КОМПОЗИЦІЙ

Казмірчук Н.В., к.т.н.,

Рожнюк О.В.,

Закорчемна Н.О., к.т.н., доцент

Одеська державна академія будівництва та архітектури

nkazmirchuk@mail.ru

Анотація. Проведено аналіз умов формування основних властивостей, що визначають ефективність і довговічність полімерних композицій. Вивчено вплив зовнішніх і внутрішніх факторів на тріщиностійкість і міцнісні характеристики полімервміщуючих матеріалів. Це дало можливість визначити раціональні склади комплексно активованих композитів, що забезпечують максимально підвищені показники тріщиностійкості, міцності при стиску і модуля пружності при мінімальних значеннях коефіцієнта пошкодженості і усадочних деформацій.

Ключові слова: полімервміщуючі композиції, фрактально-матричний резонатор, активация, міцність, тріщиностійкість.

PROPERTIES OF ACTIVATED POLYMER-CONTAINING COMPOSITION

Kazmirchuk N.V., Ph.D.,

Rozhnyuk E.V.,

Zakorchemnaya N.O., Ph.D., Associated Professor

Odessa State Academy of Civil Engineering and Architecture

nkazmirchuk@mail.ru

Abstract. The analyses of conditions for formation of the basic properties that determine the efficiency and durability of the polymer compositions is shown. . The influence of external and internal factors on the crack resistance and strength properties of polymer materials is investigated. For effective methods of internal activation attributed fillers, the rational for the particle

dispersibility and number. The way of external activation accepted the change of external electromagnetic waves with the help of special fractal-matrix resonators. Complete activation of processes of structure formation of polymer compositions provides the combined action of fillers and special matrices.

Analysis of the experimental results showed that the combined use of matrices and fillers is the most effective way to improve the mechanical properties and crack resistance of the polymer compositions. It has give the opportunity to determine the rational composition of a complex of activated composites for maximizing the crack resistance, compressive strength and modulus of elasticity in the minimum values of the coefficient of damage and shrinkage deformation.

Key words: polymer-containing composition, fractal matrix resonator, activation, strength, crack resistance.

Введение. В наше время актуальной проблемой производства композитов на эпоксидном связующем является повышение их физико-технических свойств при уменьшении расхода органической составляющей.

Проявление требуемых свойств полимерсодержащих композитов как сложных динамичных открытых систем обеспечивается параметрами их структуры, которые определяются начальными условиями твердения и структурообразования. Управление структурными характеристиками полимерных композитов позволяет изменять их трещиностойкость, физико-механические и деформативные свойства.

Анализ влияния внешней и внутренней активации на свойства полимерсодержащих композиций. К числу основных свойств, определяющих эффективность использования и долговечность ремонтных композитов, относят трещиностойкость и прочность.

Зарождение и развитие трещин в значительной мере связано с возникновением и развитием собственных объемных деформаций, являющихся следствием структурной организации твердеющих систем. Основной причиной роста начальных трещин считают собственные объемные изменения твердеющих систем [1, 2].

Подтверждением полученных результатов служат исследования по изучению влияния внешних и внутренних факторов на трещиностойкость и прочностные характеристики полимерсодержащих композиций. При проведении опытов использовали композиты на основе эпоксидной смолы ЭД-20 с отвердителем ПЭПА, включающих кварцевый наполнитель различной дисперсности. Составы подбирали по двухфакторному плану.

В качестве переменных были приняты:

- удельная поверхность наполнителя X_1 ($S_1=100$ м²/кг; $S_2=300$ м²/кг; $S_3=500$ м²/кг) и количество наполнителя от объема полимера.

Подготовленные образцы помещали в контейнеры, покрытые матрицами (активированные системы) и прозрачной полиэтиленовой пленкой (контрольные системы).

Оценивали следующие свойства полимерсодержащих композиций:

- объемные деформации (V),
- прочность на сжатие R и растяжение при изгибе R_{bt} ,
- коэффициенты интенсивности напряжений при различных способах инициирования трещины (K_{Ic}^3 и K_{Ic}^p),
- коэффициент технологического влияния на трещиностойкость образцов ($K_T = K_{Ic}^p / K_{Ic}^3$).

Анализ показал, что в результате внешней активации прочность полимерных композитов при сжатии и на растяжение при изгибе увеличивается в среднем на 20% при определенных составах наполнителей.

Внутренняя и комплексная активация при введении монодисперсных частиц позволяет получать материалы с пониженной материалоемкостью и показателями прочности при сжатии не меньше, чем у неактивированных систем. Вместе с тем, использование полидисперсных наполнителей практически всех принятых составов обеспечивает

повышение прочности полимерных композиций при сжатии до 40%.

Следствием физико-механических и физико-химических процессов начального структурообразования полимерных композиций является возникновение и развитие новых элементов их структуры – межкластерных поверхностей раздела, способных развиваться в технологические трещины и внутренние поверхности раздела. Новые структурные составляющие в значительной степени определяют вязкость разрушения материалов, а их параметры в значительной мере зависят от начальных условий, регулировать которые можно различными способами активации.

Оценка трещиностойкости полимерных композиций проводилась с использованием коэффициентов интенсивности напряжений. Получение трещины осуществляли двумя способами: заложением металлической пластины в образец при его формовании и распилом уже затвердевшего образца. Исследования показали, что выбранный метод инициирования трещины влияет на изменение значений вязкости разрушения композитов в результате действия управляющих факторов.

Использование матриц позволяет увеличить вязкость разрушения образцов на 30-45%. Внутренняя и комплексная активация обеспечивают повышение трещиностойкости композитов при монодисперсном наполнителе – до 2 раз; при наполнителях смешанных составов – до 3,5 раз (рис. 1).

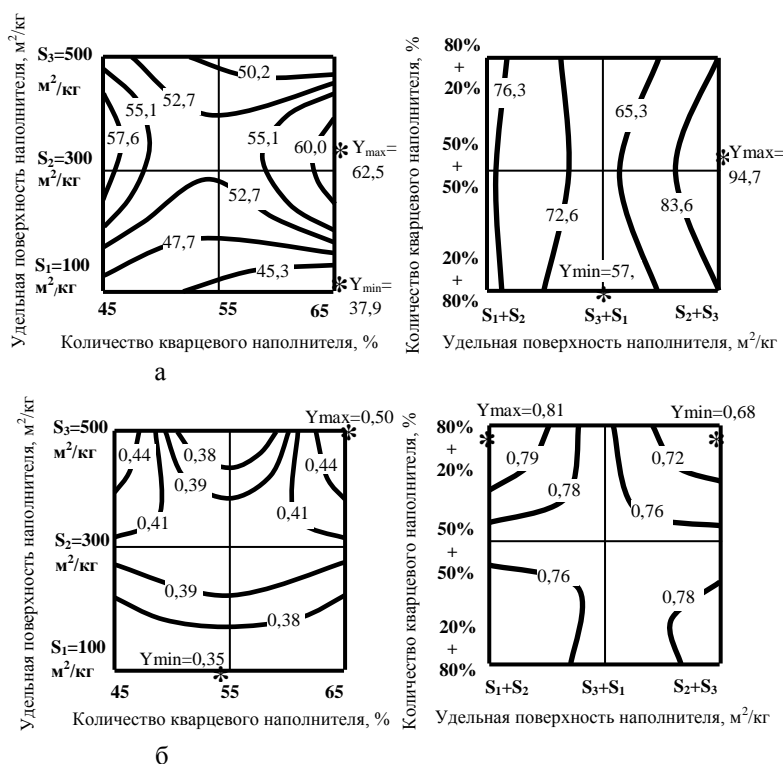


Рис. 1. Влияние полидисперсной комплексной активации на свойства полимерсодержащих композитов: а – на прочность при сжатии, МПа; б – на трещиностойкость, МПа·м^{1/2}.

Для анализа влияния наследственных факторов на вязкость разрушения полимерных композиций применяли коэффициент технологического влияния, который выражают как отношение коэффициента интенсивности напряжений при трещине, полученной методом распила, к коэффициенту интенсивности напряжений при трещине, полученной методом заложения. Анализ показал, что принятые факторы определяют трещиностойкость образцов в зависимости от составов наполнителей и способа активации.

Применение наполнителей и специальных матриц позволяет направленно изменять их деформативные свойства: модуль упругости и поврежденность затвердевших образцов технологическими дефектами.

Внутренняя активация приводит к повышению модуля упругости композитов в среднем на 45%. В результате комплексной активации значения модуля упругости возрастает до 2,5 раз. При этом поврежденность полимерсодержащих композиций может изменяться до 12%, а влияние управляющих факторов определяется как удельной поверхностью, так и количеством наполнителя.

Представление полимерсодержащих композиций как сложных динамических открытых систем [3] позволяет предположить, что путем внутренней и внешней активации можно создавать структуры, которые с момента их возникновения будут предопределять пути развития как новых, так и уже существующих подструктур. Тем самым, будет оказываться наследственное влияние на организацию общей структуры и формирование свойств системы в течение всего периода ее развития, который может занимать несколько лет. Опыты показали, что взаимосвязь между начальной структурой и изменением свойств активированных полимерных композиций экспериментально подтверждается увеличением во времени их прочности (в среднем до 2...3 раз) и изменением значений коэффициента технологической поврежденности (на 20...30%).

Проведенные исследования показали, что совместное использование матриц и наполнителей является наиболее эффективным способом повышения свойств полимерных композиций по сравнению с внешним и внутренним методами активации, используемых раздельно. Это дало возможность подбора рациональных составов комплексно активированных композитов, обеспечивающих максимально повышенные показатели трещиностойкости, прочности при сжатии и модуля упругости при минимальных значениях коэффициента технологической поврежденности и усадочных деформаций. Уменьшение расхода эпоксидного связующего при этом составило 65% по объему состава.

Выводы. Повысить трещиностойкость, прочностные и деформативные свойства полимерных композитов можно за счет направленной организации их структуры путем внешней, внутренней и комплексной активации. Для повышения свойств полимерных композитов целесообразно применять наполнители различных составов - внутренняя активация, для внешней активации – специальные фрактально-матричные резонаторы. Комплексная активация твердеющих систем обеспечивает наиболее результативный эффект в улучшении показателей качества готового материала. При совместном использовании рациональных наполнителей и специальных матриц можно увеличить вязкость разрушения полимерных композиций до 3,5 раз; прочность при сжатии – до 40%, модуль упругости – до 2 раз.

Литература

1. Соломатов В.И. Композиционные строительные материалы и конструкции пониженной материалоемкости. Монография / В.И. Соломатов, В.Н. Выровой, В.С. Дорофеев, А.В. Сиренко. – К.: Будівельник, 1991. – 144с.
2. Бабаевский П.Г. Трещиностойкость отвержденных полимерных композиций / П.Г. Бабаевский, С.Г. Кулик. – М.: Химия, 1991. – 336 с.
3. Коробко О.А. Наполненные полимерные композиции как сложные динамические открытые системы / О.А. Коробко, Н.В. Казмирчук, В.Н. Выровой // Збірник наукових праць «Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди». – Рівне: Вид-во НУВГП. – 2008. – Вип. 17. – С. 40-47.