

Анализ климатической стойкости СВЧ-модифицированных эпоксидных полимеров

Analysis of the climatic resistance of microwave modified epoxy polymers

Е.Ю. ВАСИНКИНА, С.Г. КАЛГАНОВА, Ю.А. КАДЫКОВА

E.YU. VASINKINA, S.G. KALGANOVA, YU.A. KADYKOVA

Саратовский государственный технический университет имени Ю.А. Гагарина, Саратов, Россия

Yuri Gagarin State Technical University of Saratov, Saratov, Russia

vasinkina1987@mail.ru

Проведена СВЧ обработка эпоксидбазальтопластиков при мощности 400 Вт и продолжительности 24 сек. Для разработанных модифицированных композитов проведен анализ их климатической стойкости по ГОСТ 9.708-83 в течение 1, 3, 6, 9, 12 мес. По изменению физико-механических показателей определена стойкость к указанному воздействию. В результате климатического воздействия на СВЧ-модифицированные эпоксидбазальтопластики коэффициент сохранения свойств составляет более 90%.

Ключевые слова: эпоксидбазальтопластики, СВЧ модификация, климатическая стойкость, коэффициент сохранения свойств, физико-механические показатели

Microwave treatment of epoxybasalt plastics was carried out at a power of 400 W and a duration of 24 sec. For the developed modified composites, an analysis of their climatic resistance according to GOST 9.708-83 was carried out for 1,3,6,9,12 months. According to the change in physical and mechanical parameters, resistance to the specified impact has been determined. As a result of climatic impact on microwave-modified epoxy-basalt plastics, the property retention index is more than 90%.

Keywords: epoxybasaltoplastics, microwave modification, climatic resistance, coefficient of preservation of properties, physical and mechanical parameters

DOI: 10.35164/0554-2901-2022-7-8-51-52

Для повышения физико-химических и механических характеристик эпоксидбазальтопластиков проводят их модификацию, в том числе и различными электрофизическими методами. В данной работе проводилась СВЧ обработка пластифицированного трихлорэтилфосфатом (ТХЭФ) [1] базальтонаполненного эпоксидного олигомера с последующим отверждением с помощью отвердителя холодного отверждения – полиэтиленполиамины (ПЭПА) [2]. Состав эпоксидбазальтопластика – 70 масс.ч. ЭД-20 + 30 масс.ч. ТХЭФ + 50 масс.ч. базальт + 15 масс.ч. ПЭПА [3].

Доказано, что оптимальными режимами СВЧ модификации олигомерной системы являются: СВЧ мощность – 400 Вт и продолжительность обработки – 24 сек. Так, ударная вязкость возрастает в 2,5 раза, твердость по Бринеллю – на 78%, разрушающее напряжение при изгибе увеличивается более чем в два раза (табл. 1).

Таблица 1. Влияние воздействия СВЧ электромагнитного поля на физико-механические свойства эпоксидбазальтопластика состава, масс.ч.: 70 ЭД-20 + 30 ТХЭФ + 50 базальт + 15 ПЭПА.

Параметры СВЧ воздействия	Ударная вязкость, кДж/м ²	Разрушающее напряжение при изгибе, МПа	Твердость по Бринеллю, МПа
Без обработки	13	80	250
СВЧ мощность – 400 Вт и продолжительность обработки – 24 сек	33	168	314

Для разработанных СВЧ модифицированных эпоксидбазальтопластиков целесообразно было провести анализ их климатической стойкости. Сущность метода (ГОСТ 9.708-83) заключается в том, что образцы подвергали воздействию естественных климатических факторов в течение заданной продолжительности испытаний (1, 3, 6, 9, 12 мес.) и определяли стойкость к указанному воздействию по изменению одного или нескольких показателей свойств.

Коэффициент сохранения свойств (K_t) в процентах вычисляли по формуле:

$$K_t = \frac{P_t}{P_0} \cdot 100, \quad (1)$$

где P_t – значение показателя после испытаний к моменту времени t ; P_0 – значение показателя до испытаний.

Результаты натурной экспозиции показывают изменение прочностных характеристик под влиянием факторов климата в натуральных условиях. Сохраняемость прочностных характеристик (рис. 1) при экспонировании немодифицированных эпоксидбазальтопластиков в течение 12 мес. свидетельствует о снижении физико-механических показателей: коэффициент сохранения свойств для ударной вязкости составляет ~69%, для разрушающего напряжения при изгибе – 87,5%, для твердости по Бринеллю практически 90%. При этом СВЧ модифицированный эпоксидбазальтопластик снижает все физико-механические показатели под климатическими воздействиями менее чем на 10%, что свидетельствует о более плотной, менее дефектной структуре разработанного полимерного материала.

Таблица 2. Коэффициент сохранения свойств эпоксидбазальтопластика при воздействии естественных климатических факторов.

Продолжительность испытаний на старение при воздействии естественных климатических факторов, мес.	K_t для ударной вязкости, %	K_t для разрушающего напряжения при изгибе, %	K_t для твердости по Бринеллю, %
Базальтонаполненный эпоксидный олигомер без СВЧ обработки			
1	100	97,5	98,0
3	92,3	95,0	96,0
6	84,6	93,7	94,0
9	76,9	91,2	92,0
12	69,2	87,5	90,8
Базальтонаполненный эпоксидный олигомер, обработанный в СВЧ электромагнитном поле			
1	100	99,4	99,0
3	96,9	98,2	98,4
6	93,9	97,6	97,4
9	90,9	97,0	96,5
12	90,9	97,0	96,5

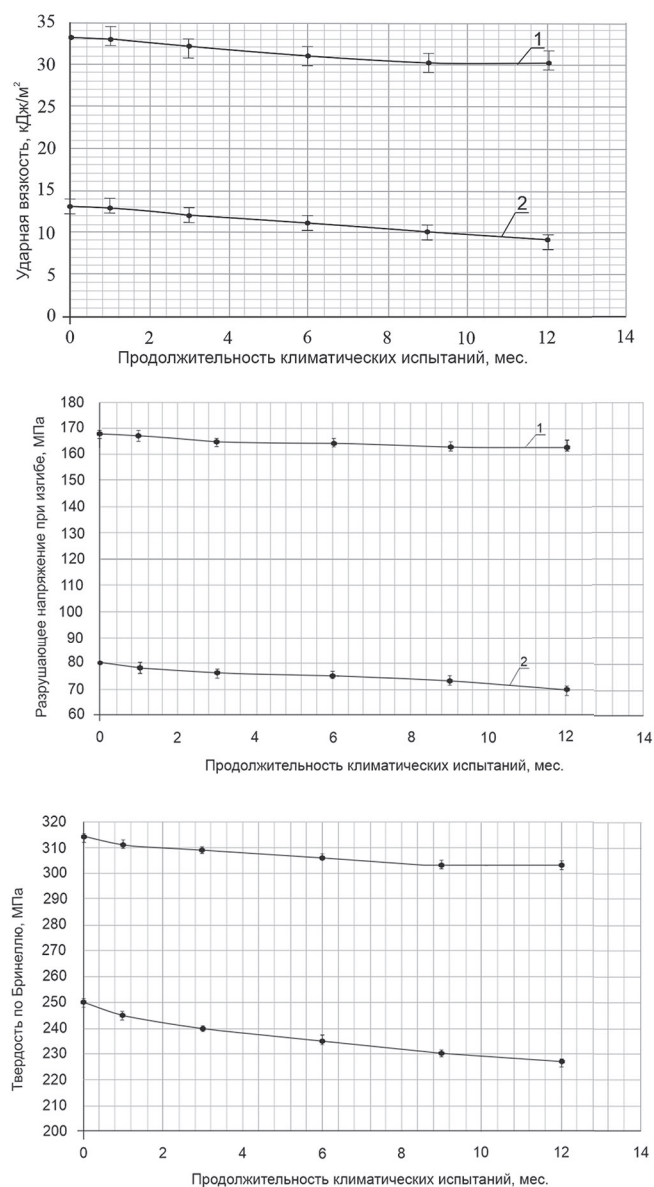


Рис. 1. Влияние климатических воздействий на физико-механические свойства эпоксизаальтопластика состава, масс.ч.: 70 ЭД-20 + 30 ТХЭФ + 50 базальт + 15 ПЭПА.

Наиболее чувствительной характеристикой является ударная вязкость (табл. 2). В течение 1 года натурной экспозиции величина данной характеристики для немодифицированных эпоксизаальтопластиков снижается на 31%, а для СВЧ модифицированного эпоксизаальтопластика – практически на 10%, что объясняется изменениями в полимерной матрице, происходящими под влиянием влаги и повышенной температуры за счет нагревания при действии солнечного излучения [4].

Таким образом, воздействие СВЧ электромагнитного поля на пластифицированный базальтонаполненный эпоксидный олигомер является эффективным методом модификации, т.к. повышаются все физико-химические характеристики, а в результате климатического воздействия на СВЧ-модифицированные эпоксизаальтопластики коэффициент сохранения свойств составляет более 90%.

Литература

1. Нуртазина А.С., Кадыкова Ю.А., Бекешев А.З. Мостовой А.С. Высокоэффективные пластификаторы-антипирены для эпоксидных полимеров. Перспективные материалы. 2019. №2. С. 36–43.
2. Кадыкова Ю.А., Мостовой А.С., Чапов И.Д. Исследование эффективности модификации охранионополненных эпоксидных полимеров в СВЧ электромагнитном поле. Вопросы электротехнологии. 2020. №4 (29). С. 86–90.
3. Кадыкова Ю.А., Улегин С.В. Направленное регулирование свойств эпоксизаальтопластиков // Известия Волгоградского государственного технического университета. 2015. №7 (164). С. 130–131.
4. Николаев Е.В., Барботько С.Л., Андреева Н.П., Павлов М.Р., Гращенков Д.В. Комплексное исследование воздействия климатических и эксплуатационных факторов на новое поколение эпоксидного связующего и полимерных композиционных материалов на его основе. [Электронный ресурс] / Е.В. Николаев, С.Л. Барботько, Н.П. Андреева, М.Р. Павлов, Д.В. Гращенков // Электронный научный журнал «ТРУДЫ ВИАМ». – 2016. – №6 Режим доступа: http://viam-works.ru/ru/articles?art_id=975 (дата обращения 27.04.2022). dx.doi.org/ 10.18577/2307-6046-2016-0-6-11-11.