

Влияние наполнителя на свойства композиций на основе эпоксидного олигомера

Influence of filler on the properties of compositions based on epoxy oligomer

А.Ю. МУСАЕВА

A.YU. MUSAEVA

Азербайджанский государственный университет нефти и промышленности, г. Баку

Azerbaijan State University of Oil and Industry, Baku

adelya_musayeva@mail.ru

В статье изучены свойства композиций на основе эпоксидного олигомера (ЭДО) и древесной золы (ДЗ). В результате проведённых исследований доказано, что с добавлением ДЗ ударная вязкость композиций увеличивается в два раза, плотность увеличивается до 40%, твердость композита постепенно увеличивается с увеличением количества ДЗ. Получено равномерное распределение частиц ДЗ в матрице.

Ключевые слова: древесная зола, наполнитель, композит, матрица, эпоксидная смола

The properties of composites based on epoxy oligomer (EDO) and woody ash (WA) have been explored. As a result of the studies, it was proved that WA addition doubles the impact viscosity of composition, increases the density up to 40%, the hardness of the composite gradually increases with an increase of WA content. A uniform distribution of WA particles in the matrix is obtained.

Keywords: woody ash, filler, composite, matrix, epoxy resin

DOI: 10.35164/0554-2901-2019-9-10-39-40

В последние годы проблемы экологии и глобального потепления обуславливают значительный интерес к использованию натуральных материалов для производства экологически чистых продуктов и для сокращения антропогенных выбросов углекислого газа всеми возможными способами. В связи с этим использование натуральной целлюлозы является очень актуальным. Композиционный материал представляет собой гетерогенную систему, состоящую из двух или более компонентов. Сочетание разнородных веществ приводит к созданию нового материала, свойства которого количественно и качественно отличаются от свойств каждого из его составляющих. В то же время каждый компонент также имеет свою индивидуальность. Варьируя состав матрицы и наполнителя, их соотношение, ориентацию наполнителя, можно получать широкий спектр материалов с требуемым набором свойств. Композиционный материал обладает уникальным сочетанием свойств компонентов, таких как жесткость, твердость, вес, долговечность. Прочность таких материалов зависит от целого ряда физико-химических и технологических факторов, часто тесно связанных друг с другом. Ключевую роль в обеспечении прочности волокнистых композитов играет адгезионная прочность соединения «наполнитель-матрица». От нее в значительной степени зависят прочностные характеристики полимерного композиционного материала, и поэтому поверхность раздела «наполнитель-связующее» совершенно оправданно следует рассматривать как третий компонент полимерного композита [1–3].

В результате адгезии в тех местах полимерной композиции, где находится наполнитель, образуются своего рода узлы, скрепляющие цепи друг с другом и увеличивающие участие валентных сил в процессе разрыва образца. В общем случае возрастание прочности наблюдается только тогда, когда работа адгезии превышает работу когезии. Важную роль играет ограничение подвижности цепей макромолекул и возникновение упорядоченных структур с повышенной когезией под влиянием поверхности твердого наполнителя. Небольшая толщина прослойки полимера между частицами наполнителя затрудняет возникновение крупнокристаллических структур, ослабляющих материал, и уменьшает вероятность появления дефектов структуры. Во время смешения каждая частица

наполнителя покрывается пленкой полимера, в которой макромолекулы ориентированы таким образом, что их полярные группы обращены к полярным группам наполнителя [4, 5].

Древесная зола была приготовлена из примерно 1000 г древесной щепы (твердая древесина). Древесные щепы были пиролизированы путем нагревания до 400°C в закрытом контейнере. При прекращении удаления летучей жидкости крышка контейнера была убрана, и оставшийся уголь горел при 350°C в течение 5–8 часов. Длительное горение при этой низкой температуре обеспечивало полное сжигание древесных щепок и предотвращало сжигание некоторых важных элементов в древесной золе (рис. 1).



Рис. 1. Процесс от древесины до ДЗ.

Образцы сначала тонко измельчали, а затем просеивали.

Для композиции используются следующие материалы: эпоксидный олигомер, растительное масло, зола, полиэтиленполиамин и ацетон. Химический состав ДЗ приведен в таблице 1.

В исследовании были использованы частицы ДЗ размером 30 мкм и 60 мкм. Плотность и размер частиц наполнителя оказывают значительное влияние на прочность полимерных композитов. Увеличение размера частиц наполнителя приводит к уменьшению их поверхностной энергии и, соответственно, энергии когезии, что снижает прочность композита. С увеличением плотности наполнителя сопротивление увеличивается, с уменьшением – уменьшается. Чрезмерно высокая дисперсия наполнителя тоже нежелательна, поскольку его агрессивная тенденция в сухих условиях возрастает.

В зависимости от конкретного назначения композиций, в которых он будет эксплуатироваться, проводят выбор того или иного типа отвердителя. При выборе отвердителя необходимо учитывать как свойства самого отвердителя, так и свойства получаемых эпоксидных олигомеров. Различные отвердители могут вступать в химическое взаимодействие с эпоксидным олигомером с образованием трехмерной сетчатой структуры без нагревания или при нагревании, то есть быть отвердителями «холодного» или «горячего» отверждения соответственно.

Таблица 1. Химический состав ДЗ и содержание элементов (масс. %).

CaO	K ₂ O	SiO ₂	SO ₃	TiO ₂	MnO	Fe ₂ O ₃	ZnO	Y ₂ O ₃	BaO	CeO ₂	Eu ₂ O ₃	Re ₂ O ₇
77,50	8,9	7,22	1,11	0,30	0,1	1,25	0,08	1,23	1,01	0,05	0,07	0,32

Разработанные нами композиции отверждались полиэтиленполиамином (ПЭПА). Проводили холодное и горячее отверждение композиций.

Полученные композиции отверждали при комнатных температурах и при 80–160°C. Степень отверждения определяли методом экстракции остаточных низкомолекулярных соединений из олигомера ацетоном в аппарате Сокслета. Оптимальная температура отверждения образцов 120°C, продолжительность – 60 мин.

Приготовление композиций. ДЗ обрабатывали, после этого различные количества готовой ДЗ (0,0–40 масс.%) равномерно смешивали с эпоксидной смолой. Затем полученную массу смешивали с ПЭПА, который служил отверждающим агентом. Готовую смесь выливали в форму для естественного отверждения в течение 24 часов, а затем переносили в вакуумную электрическую духовку и выдерживали в течение часа при температуре 60°C для достижения равномерного отверждения образцов (рис. 2).

Следуя этой процедуре, все образцы полимерной композиции были подготовлены и дополнительно обработаны для различных экспериментальных анализов.

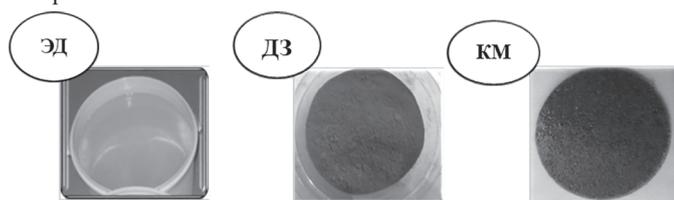


Рис. 2. КМ на основе ЭД и ДЗ.

Изучены свойства полученных композиций. Образцы II и III, заполненные наполнителями с размером частиц 30 мкм, обладают высокими упругими свойствами при комнатной температуре.

Изменение характеристик растяжения, сжатия, ударопрочности и твердости полимерных матричных композитов представлено в таблице 2.

Таблица 2. Основные свойства композиций.

Образцы	Прочность при сжатии, МПа	Ударная вязкость, Н	Ударопрочность по У-1, кг/см	Эластичность по ШГ-1, мм
I	57,7	0,99	30	5
II	84,9	0,92	50	1
III	87,2	0,78	50	1
IV	95,2	0,55	40	1
V	104,2	0,54	40	5

Выводы

С добавлением в композиции на основе эпоксидной смолы ДЗ увеличивается эластичность, прочность при сжатии, прочность при ударе. Это увеличение связано с наличием сильной межфазной энергии между ДЗ и эпоксидной смолой. По мере увеличения количества наполнителя плотность увеличивается, а ударная вязкость и эластичность уменьшаются.

Литература

1. Баженов С.Л. / Механика и технология композиционных материалов/ ИД Интеллект, – 2014, – 325 с.
2. Михайлин Ю.А. / Специальные полимерные композиционные материалы// – 2009 г. – 660 с.
3. Кербер В.К., Бурлов М.Л., Крыжановский В.В. / Производство изделий из полимерных материалов //– 2008, – 464 с.
4. Михайлин Ю.А. /Конструкционные полимерные композиционные материалы// – 2008 – 822 с.
5. Баженов С.Л., Берлин А.А., Кульков А.А/ Полимерные композиционные материалы. / Прочность и технология // ИД Интеллект, – 2010 – 352 с.