

Разработка эпоксидных композитов функционального назначения

Development of functional purpose epoxy composites

A.YU. MUSAEVA

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, наполненных порошками фундука и грецкого ореха. В результате проведённых исследований доказано, что с добавлением наполнителей ударная вязкость, плотность и твердость композита постепенно увеличиваются.

Ключевые слова: наполнители фундук и грецкий орех, ЭД-20, отверждение, композит

The properties of compositions based on epoxy oligomer filled with hazelnut powders and walnuts are studied in the article. As a result of the conducted studies, it has been proved that with the addition of fillers, the toughness, density, and hardness of the composite gradually increase.

Keywords: hazelnut and walnut fillers, ED-20, curing, composite

DOI: 10.35164/0554-2901-2020-1-2-33-34

Введение

Композиционные материалы на основе эпоксидных олигомеров нашли широкое применение благодаря высокой адгезии, теплоустойчивости, малой усадке при отверждении и ряду других свойств, что обеспечило их широкое использование в качестве герметизирующих составов ремонтных материалов, клеев и т.д. Несмотря на большое количество эпоксидных композиций, их характеристики не всегда соответствуют требованиям современной техники, особенно при холодном отверждении.

Одним из способов регулирования свойств эпоксидных композиций является введение в их состав модификаторов. Использование модификаторов позволяет направленно изменять структуру композиций. В настоящее время существуют достаточно эффективные модификаторы для этой цели. Введение наполнителей-модификаторов в состав композиционных материалов позволяет регулировать свойства полученных материалов в широких пределах. Использование в составе эпоксидных композиций отвердителей различного строения и введение модификаторов являются традиционными способами модификации структуры и свойств полимерных композитов на основе термореактивных олигомеров, то есть исследования в нашей работе очень актуальны.

В данной работе в качестве связующего использовалась смола ЭД-20, в качестве наполнителей – грецкий орех и фундук, в качестве пластификатора – касторовое масло, в качестве отвердителя – ПЭПА.

Наполнители измельчали до мелкого порошка и высушивали в сушильном шкафу для избавления от лишней влаги.

Приготовление составов производилось механическим смешиванием. Состав приготовленных проб представлен в таблице 1.

Таблица 1. Состав композиций.

Компоненты	I	II	III	IV	V
ЭД-20	100	100	100	100	100
Касторовое масло	2	2	2	2	2
ПЭПА	10	10	10	10	10
Фундук	–	10	–	30	–
Грецкий орех	–	–	10	–	30

Для всех компонентов композита снимали ИК спектры (рис. 1). Композиции были исследованы с помощью метода инфракрасной спектроскопии на спектрометре NICOLET Is10.

В ИК спектре полосы поглощения $\nu_{\text{OH}} = 3478 \text{ см}^{-1}$ относятся к валентным колебаниям О–Н связи в состоянии димера.

На спектре можно также обнаружить полосы поглощения при $\nu_{\text{CH}} = 3073 \text{ см}^{-1}$, относящиеся к алкенам или ароматическому ядру. Серии полос с $\nu = 2599–1961 \text{ см}^{-1}$ относятся к характеристическим полосам поглощения фундука. Все остальные полосы поглощения принадлежат ДМФ. То же самое можно сказать относительно наполнителя – грецкого ореха.

После взаимодействия наполнителей и отвердителя со смолой на ИК спектрах можно увидеть, что группа О–Н в составе молекулы смолы с полосой поглощения с центром $\nu_{\text{OH}} = 3296,68 \text{ см}^{-1}$ для грецкого ореха, $\nu_{\text{OH}} = 3292,89 \text{ см}^{-1}$ для фундука, $\nu_{\text{OH}} = 3288,80 \text{ см}^{-1}$ для древесной муки. В целом спектр остался неизменным по сравнению со спектром чистой смолы без наполнителей и отвердителя.

Технологические свойства композиции зависят от химической природы и строения отвердителей. Процесс отверждения смол протекает при температурах 20–200°C. Процесс является сложным, многостадийным. В результате взаимодействия отвердителя со смолой она переходит в сшитую пространственную структуру. В нашей работе мы использовали отвердитель холодного отверждения – представитель аминного ряда ПЭПА.

Для изучения процесса отверждения эпоксидиановой смолы специальным образом изготавливались пробы особого состава. Эти пробы подвергали следующим анализам: определялась скорость отверждения каждой пробы, степень отверждения, адгезионные свойства, химическая стойкость к различным растворителям и морской воде.

Степень отверждения композиций в зависимости от времени отверждения и вводимых добавок изучали методом экстрагирования ацетоном в аппарате Сокслета. Пробы измельчали до порошкообразного состояния. Затем 1–2 г измельченной пробы заворачивали в фильтровальную бумагу таким образом, чтобы порошок не сыпался из бумаги. На фильтровальной бумаге ставили обозначения для каждой пробы и помещали их в аппарат.

Отверждение проб проводилось как при комнатной температуре, так и с нагреванием в печи до определенных температур.

Таблица 2. Степень отверждения композиций с разными наполнителями.

Температура отверждения	ЭД-20/ без наполнителя	ЭД-20/ грецкий орех	ЭД-20/ фундук
20	78,0	93,3	92,7
60	82,1	95	95,7
90	89,5	96,8	97,3
120	91,4	97,3	98,2

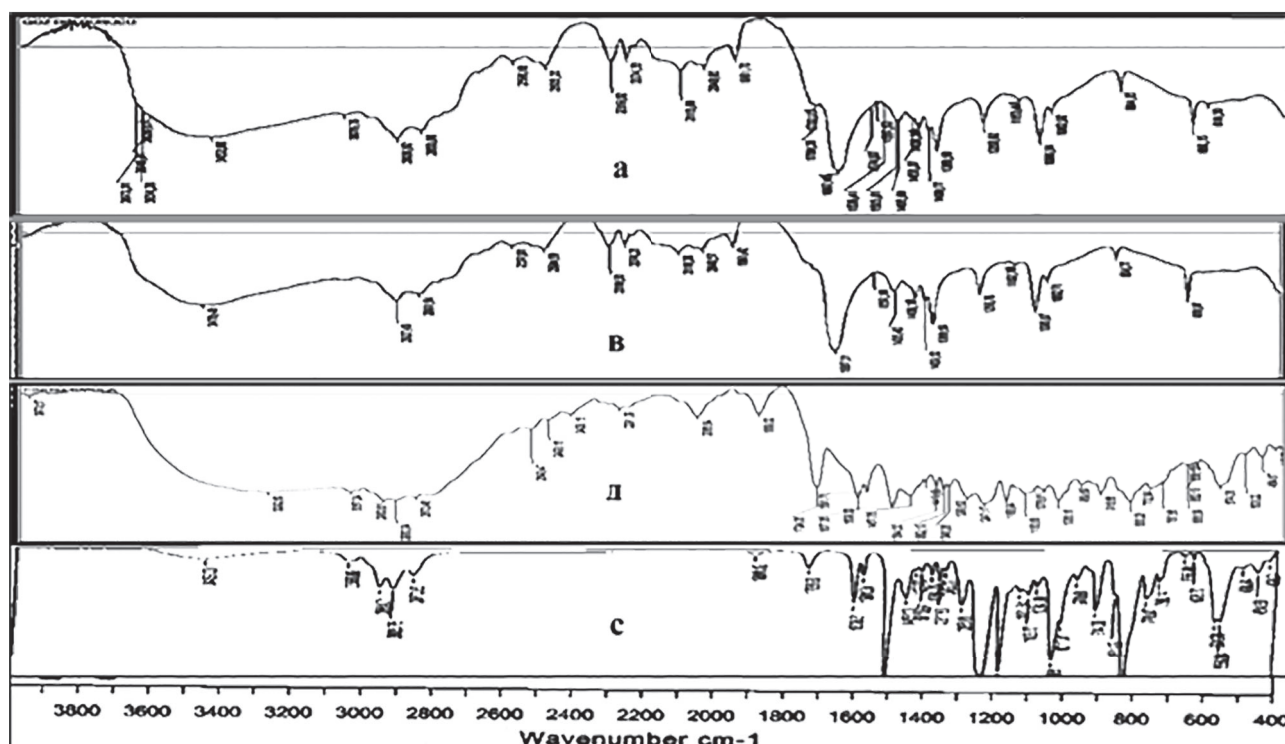


Рис. 1. ИК спектры компонентов грецкого ореха (а), фундука (в), ЭД-20 (д) и наполненной ЭД-20 (с).

Количество отвердителя в изготовленных композициях изменялось от 10 до 15,5 масс. частей. Проведённые опыты показали, что если отвердитель взять в количестве от 10–11,5 масс. частей, то композиция будет иметь низкие физические и механические прочностные свойства. Наилучшие стабильные свойства наблюдаются при 10 масс.ч., и реакция протекает с выделением тепла. Также в малом количестве отвердителя, если даже пробу отвердить в течение нескольких суток, покрытие бывает липким. Повышение же количества отвердителя выше 15,5 масс. частей также нежелательно, так как образец приобретает излишнюю прочность, жесткость, его свойства ухудшаются. Термически отвержденные эпоксидные составы более ударопрочные, их ударопрочность в 3–4 раза больше, чем у отвержденных при комнатной температуре.

Таблица 3. Свойства эпоксидных композиций.

Показатели композиций	I	II	III
Разрушающее напряжение при изгибе, МПа	14	15	17
Ударная вязкость, кДж/м ²	2	2	3
Твердость по Бринеллю, МПа	170	250	225
Степень отверждения через 24 часа	15–20	5–7	5–7

В большинстве случаев наполнителями, используемыми для смолы, являются отходы какого-либо производства. Их применение даёт двойную пользу. Они снижают стоимость и улучшают технологические и эксплуатационные свойства эпоксидных композиций. В работе изучены свойства двух различных наполнителей: грецкий орех (ГО) и фундук (Ф).

Практический интерес процесса заключается в том, чтобы создать высоконаполненные материалы и найти им применение в различных средах промышленности. Был проведён термомеханический анализ, результаты которого показали, что у наполненных материалов низкая деформация в высокоэластичном состоянии и высокая температура стеклования.

Полученный наполненный материал может применяться как покровная защитная пленка для металлических изделий, как клей с повышенной эластичностью и адгезией, как материал для наливных полов. Самыми лучшими свойствами обладают композиции, соотношения реагентов в которых смола:наполнитель = 50:30 % масс.

Таблица 4. Свойства композиционных материалов.

Основные показатели	Составы		
	I	IV	V
Прочность при сдвиге, МПа	15	14	15
Прочность при сжатии, МПа	101	112	105
Прочность при изгибе, МПа	68	76	81
Ударная вязкость, кДж/м ²	6,1	6,8	6,5
Водопоглощение, % (24 ч.)	0,5	0,3	0,4
Химстойкость, % в H ₂ SO ₄ 30% (7 сут.)	0,4	0,6	0,9
Химстойкость, % в NaOH 50% (7 сут.)	0,07	0,07	0,08

Выводы

Был исследован процесс отверждения смолы ЭД-20 с наполнителями: грецкий орех, фундук. Проведено определение степени отверждения эпоксидной смолы в зависимости от соотношения реагентов: смолы, масла, отвердителя и наполнителей. Пробы без наполнителей приобрели степень отверждения не более 92,7%, наполненные пробы – 99,6 %.

Была определена химическая стойкость отвержденной смолы марки ЭД-20 в агрессивных средах. Самая высокая химическая стойкость обнаружилась у пробы, наполненной фундуком.

Литература

1. Баженов С.Л. / Механика и технология композиционных материалов / Долгопрудный: 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. Мусаева А.Ю. Получение и применение композиционных материалов на основе полимеров. Наука.– 2018. – 324 с.