

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ФУНКЦИАЛИЗИРОВАННЫХ ПОЛИОФИНОВ НА ФАЗОВУЮ СТРУКТУРУ КОМПОЗИТОВ НА ОСНОВЕ СМЕСЕЙ ПОЛИМЕРОВ

М. В. Шкуратов, В. Д. Мельников, Р. О. Кирьянов

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Научные руководители: М. Ю. Кривогуз, И. В. Царенко

Изучена перспективность применения в машиностроении смесевых полимерных композитов на базе конструкционных термопластов, выпускаемых в Республике Беларусь. Исследована эффективность функционализированных полиофинов (ФПО) в качестве компатибилизаторов смесевых полимерных композиционных материалов и оценено с помощью методики растровой электронной микроскопии их влияние на морфологию и фазовую структуру композиционных материалов на основе смесей полиамида 6 (ПА6) с полиолефинами (ПО). Установлено, что привитые адгезионно-активные группы ФПО способствуют интенсификации межфазного взаимодействия полиолефиновой фазы с матричным ПА6, уменьшению размеров частиц дисперсной фазы, увеличению ее удельной площади и формированию прочных связей между полимерными компонентами.

Ключевые слова: полимеры, компатибилизаторы, композиционные материалы, функционализированные полиофины (ФПО), полипропилен, полиамид.

Республика Беларусь (РБ) является одним из крупнейших в Европе производителей таких полимеров как полиамиды, полиалкилентерефталаты и полиолефины [1]. В последние годы для РБ стала важной задача расширения ассортимента выпускаемых полимерных материалов. Это возможно за счет разработки широкой гаммы смесевых композиций на основе полимерного сырья, выпускаемого в республике. Однако вследствие низкой энтропии смешения длинноцепных молекул большинство полимеров термодинамически несовместимы и при их смешении происходит фазовое разделение, приводящее к ухудшению показателей свойств смесевых материалов. Поэтому важнейшей задачей при создании технически ценных полимерных смесевых композиционных материалов является подбор компатибилизаторов - добавок, направленно влияющих на совместимость компонентов и свойства смесевых композиций.

В настоящее время многие научные центры мира и исследовательские лаборатории крупнейших промышленных фирм заняты разработкой компатибилизаторов для смесевых полимерных композиционных материалов. При этом особое внимание уделяется компатибилизаторам на основе функционализированных полиолефинов (ФПО) – полимеров и сополимеров олефинов и олефиновых эластомеров, в состав макромолекул которых тем или иным путем введены полярные функциональные группы. Такое пристальное внимание к ФПО объясняется их способностью снижать поверхностную энергию между фазами и повышать межфазную адгезию за счет реализации специфических межмолекулярных взаимодействий между разноименными компонентами смеси. Однако к настоящему времени накопленных экспериментальных данных явно недостаточно для организации промышленного производства компатибилизаторов на основе ФПО в РБ. Кроме того, информация, касающаяся рецептурных составов и технологических параметров получения компатибилизированных полимерных смесевых композиций, является «ноу хау» фирм разработчиков. В этой связи очевидна необходимость проведения систематических исследований, направленных на разработку компатибилизаторов на основе ФПО и создание с их использованием машиностроительных материалов на базе конструкционных термопластов, выпускаемых в РБ.

Функционализированные полиолефины рассматриваются как полимеры, в состав молекулярной цепи которых введены реакционноспособные группы функциональные группы. Введение функциональных групп в состав макромолекулярных цепей полиолефинов (ПО) сопровождается улучшением их адгезии к различным материалам, восприимчивости к красителям, проницаемости, совместимости с вводимыми добавками и т. д. Содержащие функциональные группы ПО могут служить исходными продуктами для создания материалов со специальными свойствами. Например, полиолефины, содержащие в своем составе карбоксильные группы, применяются для синтеза иономеров, ПО с привитыми силановыми соединениями используют для получения структурированных материалов и т. д. Известно применение ФПО в качестве высокомолекулярных компатибилизаторов при получении смесевых полимерных материалов.

Цель данной работы – исследовать эффективность функционализированных полиолефинов в качестве компатибилизаторов смесевых полимерных композиционных материалов и оценить их влияние на морфологию и фазовую структуру смесей на основе полиамида 6 (ПА6) с помощью методики растровой электронной микроскопии.

Для получения полиамидных смесей гранулированные компоненты – ПА6, исходные ПО или ФПО смешивали между собой в двухлопастном смесителе. Гранулы ПА6 предварительно высушивали до остаточной влажности не более 0,1 %. Далее полученную механическую смесь, включающую ПО или ФПО, подвергали соэкструзии в расплаве. Температура в основных зонах смешения материального цилиндра двухшнекового экструдера TSSK-35/40 для смесей на основе ПА6 составляла 245–250 °С.

Морфологию и фазовую структуру смесевых материалов анализировали методом растровой электронной микроскопии (РЭМ) на сколах охлажденных в жидком азоте образцов. Время выдержки образцов в жидком азоте составляло 30 мин. Исследования проводили на сканирующем электронном микроскопе VEGA II LSH с системой дисперсионного микроанализа INCA ENERGY 250 ADD, «Tescan/OXFORD Instruments Analytical» (Чехия/Англия).

В результате исследования морфологии и фазовой структуры полиамидных смесей методом РЭМ было показано, что совмещение ПА6 с исходным полиэтиленом высокой плотности (ПЭВП) и полипропиленом (ПП) приводит к образованию выраженной двухфазной системы (рис. 1, а).

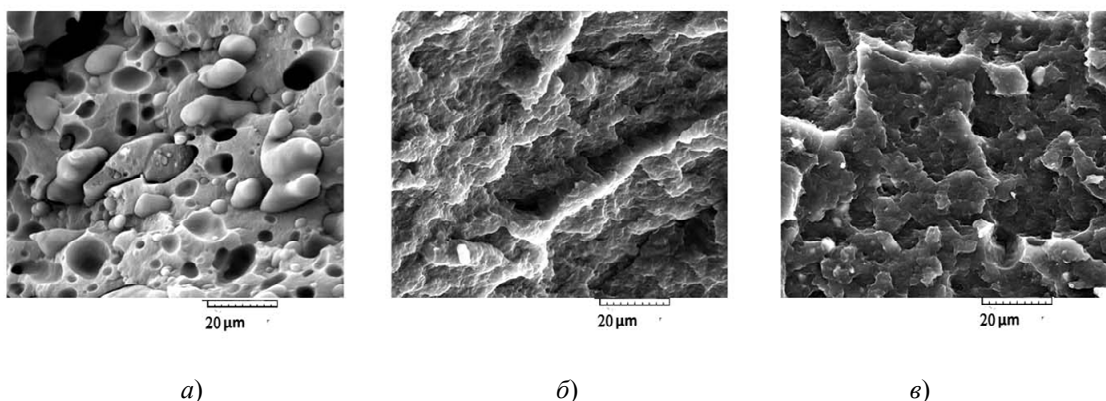


Рис. 1. Микрофотографии поверхностей сколов образцов из полиамидных смесей:
а – ПА6/ПЭВП – 30 %; б – ПА6/ФПЭВП – 30 %; в – ПА6/ФПП – 30 %

В данных композитах фаза ПО слабо связана с матричным ПА6, имеет четко выраженную границу раздела и агрегирована в относительно крупные, отличающиеся по размеру, сферические образования (5–8 мкм), что свидетельствует о несовместимости полимерных компонентов (рис. 1, *а*). Существенные изменения в морфологии смесевых систем происходят при смешении ПА6 с ФПЭВП (рис. 1, *б*) и ФПП (рис. 1, *в*). В этих смесевых композитах за счет интенсификации межфазного взаимодействия отдельные частицы ФПО становятся трудноразличимыми, а фазовая структура приобретает квазиоднородный характер. Подобные изменения фазовой структуры характерны для аналогичных смесей ПА6 с другими типами ФПО. Уменьшение размера частиц дисперсной фазы, образованной ФПО, приводит к увеличению ее удельной площади и формированию прочных связей между полимерными компонентами. В результате этого обеспечивается гомогенность смесевых композиций (смеси с ПА6), благодаря чему удается в полной мере реализовать модифицирующую способность ФПО, содержащих в своей структуре привитые адгезионно-активные группы.

В результате проведенных исследований были разработаны составы, на основе которых получены ряд изделий используемых в машиностроении (рис. 2).



Рис. 2. Изделия из композиционных материалов на основе смесей ПА6 и функционализированного ПО

Таким образом, в результате исследования морфологии и фазовой структуры смесей ПА6 с нефункционализированными и функционализированными полиолефинами установлено, что функционализация ПО приводит к интенсификации межфазного взаимодействия и к образованию квазиоднородной фазовой структуры. Привитые адгезионно-активные группы ФПО способствуют уменьшению размеров частиц дисперсной фазы, увеличению ее удельной площади и формированию прочных связей между полимерными компонентами.

Литература

1. Песецкий, С. С. Полимерные композиты многофункционального назначения: перспективы разработок и применения в Беларуси (обзор) / С. С. Песецкий, Н. К. Мышкин // Полимерные материалы и технологии. – 2016. – Т. 2, № 4. – С. 6–29. – DOI 10.32864/polymmattech-2016-2-4-6-29