

Фазовая структура смесевых композитов, полученных совмещением термопластичных компонентов

А.С. Антонов¹, С.В. Авдейчик², В.А. Струк¹

¹УО Гродненский государственный университет имени Янки Купалы, 230023, г. Гродно, Беларусь
antonov.science@gmail.com

²ООО «Молдер», 230011, г. Гродно, Беларусь

В работе рассмотрены результаты исследования методами РЭМ и АСМ фазовой структуры смесевых композитов, полученных термомеханическим совмещением термопластов различного молекулярного строения – полиамидов, полиацеталей, полиэфиров.

The phase structure of blend composites obtained by combining of the thermoplastic components

A.S. Antonov¹, S.V. Avdeychik², V.A. Struk¹

¹Yanka Kupala State University of Grodno, 230023, Grodno, Belarus
antonov.science@gmail.com

²Molder, Ltd, 230011, Grodno, Belarus

The paper presents the results of a study with using SEM and AFM methods of the phase structure of blend composites obtained by thermomechanical combining of the thermoplastics of various molecular structure – polyamides, polyacetals, polyesters.

В номенклатуре машиностроительных и специальных материалов приоритетное положение занимают смесевые композиты (КМ), полученные термомеханическим совмещением термопластичных компонентов в вязкотекучем состоянии [1]. Параметры структурно-морфологических характеристик таких КМ, определяющие параметры эксплуатационных характеристик изделий из них, зависят не только от условий термомеханического совмещения, но и от строения макромолекулярной цепи матричного и легирующего компонентов, влияющего на механизмы и кинетику межфазных взаимодействий. Методом растровой электронной микроскопии (РЭМ) и атомной силовой микроскопии (АСМ) (НАНОТОП-III) исследована фазовая структура смесевых композитов, полученных совмещением термопластов различного молекулярного строения – полиамидов (ПА 6, ПА 6.6, ПА 12, ПА 66, ПА 11), полиацеталей (ПОМ, СФД, СТД), полиэфиров (ПЭТФ, ПБТФ). Термомеханическое совмещение осуществляли в вязкотекучем состоянии компонентов в одно- и двухшнековом смесителях при оптимальных температурно-временных режимах.

Установлено, что термодинамически несовместимые термопласты образуют смеси с выраженным разделом фаз, в которых размер модифицирующей фазы зависит от условий смешивания и соотношения компонентов (рисунок а). При этом в области малых концентраций 0,5 ÷ 10 мас. % легирующего компонента наблюдается эффект увеличения параметров деформационно-прочностных и триботехнических характеристик изделий из композитов. Типичная фазовая структура реализуется для различных сочетаний термопластов с низкой термодинамической совместимостью – «полиамид – полиолефин», «полиамид – полиацеталь», «полиамид – полиэфир», «полиуретан – полиацеталь» и т. п.

Наличие в композите выраженной границы раздела фаз ограничивает область применения таких композитов и требует использования компатибилизаторов, увеличивающих термодинамическую совместимость.

Термомеханическое совмещение компонентов с аналогичным строением молекулярной цепи при близких условиях технологического воздействия обеспечивает формирование структуры без выраженных границ раздела фаз (рисунок б).

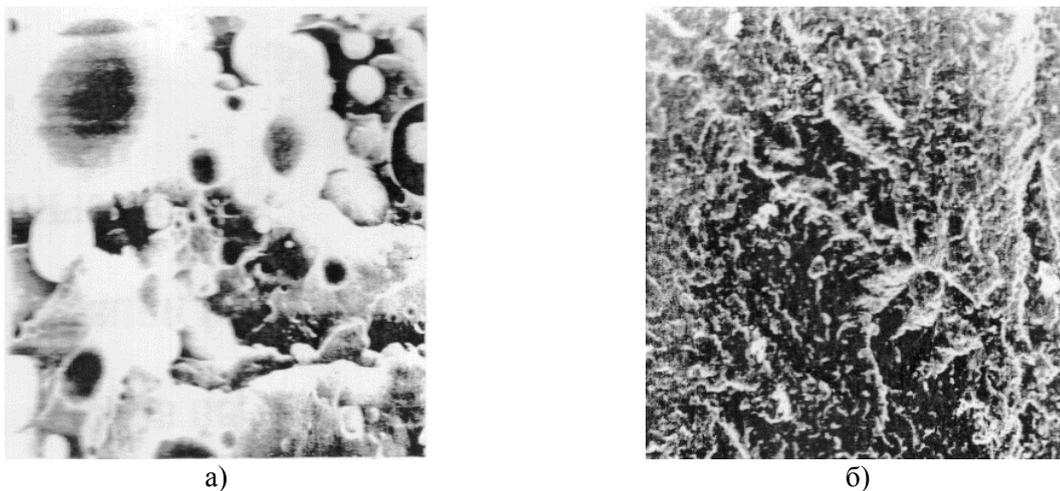


Рисунок 1. Характерная морфология скола образцов композиционных материалов с различной термодинамической совместимостью компонентов: полиамид ПА 6 – полиацеталь ПОМ (а), полиамид ПА 6 – полиамид ПА 11 (б). Увеличение $\times 300$.

Близкие по морфологии структуры образуют смеси полиолефинов (ПЭНД, ПЭВД, ПП, СЭВА), полиамидов (ПА 6, ПА 6.6, ПА 66, ПА 11, ПА 12), полиэфигов (ПЭТФ, ПБТФ) и др. Характерной особенностью таких смесевых композитов является проявление параметров деформационно-прочностных и триботехнических характеристик при модифицировании более прочного матричного компонента, например, ПА 6, ПА 6.6, ПА 66, менее прочным низкоплавким компонентом – ПА 11, ПА 12. При этом установлен эффект повышения стойкости композитов к термоокислительному старению на воздухе при повышенных температурах ($373\text{ K} \div 523\text{ K}$) в течение $100 \div 500$ часов. Возможным механизмом реализации отмеченного эффекта является нецепная стабилизация, обусловленная преимущественным поглощением окисляющего агента более низкоплавким модификатором, что приводит к ингибированию процесса окисления матричного компонента.

При введении в состав смесевых композитов с различной совместимостью компонентов наноразмерных модификаторов (углеродных, силикатных или металлических наночастиц) синергетический эффект повышения параметров деформационно-прочностных характеристик и стойкости к окислению усиливается, что, вероятно, обусловлено проявлением наночастицами свойств физического компатибилизатора.

Полученные результаты послужили основой для создания функциональных нанокompозитов на основе термопластичных матриц с повышенными параметрами эксплуатационных характеристик, составы и технология получения которых защищены патентами Республики Беларусь и Российской Федерации на изобретение.

1. В.Н. Кулезнёв, *Смеси и сплавы полимеров* (СПб.: Научные основы и технологии), 314 (2013).