

УДК 620.22:678.742.3

АНАЛИЗ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ СМЕСЕЙ НА ОСНОВЕ ПОЛИАМИДА 6 И ФУНКЦИОНАЛИЗИРОВАННОГО ПОЛИЭТИЛЕНА ВЫСОКОЙ ПЛОТНОСТИ

В. Д. Мельников¹, Ю. М. Кривогуз², М. В. Шкуратов¹*¹Гомельский государственный технический университет
имени П. О. Сухого, Республика Беларусь**²ГНУ «Институт механики металлополимерных систем имени В. А. Белого
НАН Беларуси», г. Гомель*

Смеси термопластичных полимеров привлекают к себе неослабевающее внимание вследствие возможностей сочетания лучших характеристик в одном материале, устранения недостатков отдельных компонентов при смешении, реализации комплекса показателей недостижимых для гомополимеров, при быстром и экономически выгодном расширении марочного ассортимента [1, 2]. Среди полимерных смесей инженерно-технического назначения особое место, вследствие ряда уникальных потребительских свойств, принадлежит смесям полиамида 6 (ПА6) с полиолефинами (ПО) [1, 2]. Для практического освоения подобного рода материалов необходимо решить проблему совместимости ПА6 и ПО. В настоящее время предлагаемые способы решения данной задачи, основанные на введении блок-сополимеров и других компатибилизаторов, усложняют рецептурный состав, технологию производства и повышают стоимость подобных композиций. Значительно большей перспективностью характеризуется подход, базирующийся на реализации физико-химических взаимодействий на границе раздела фаз в данных смесях посредством использования функционализированных ПО (ФПО), содержащих в своей структуре привитые адгезионно-активные функциональные группы [2]. Поскольку составы подобных материалов являются «ноу-хау» фирм-разработчиков, то для дальнейшего расширения возможностей и перспектив применения смесевых систем ПА6/ФПО потребовалось выполнение систематических исследований по определению характера влияния природы и концентрации компонентов на свойства ПА/ФПО смесей.

Цель работы – анализ деформационно-прочностных свойств и ударной вязкости смесей на основе полиамида 6 и функционализированного полиэтилена высокой плотности.

В работе в качестве базовых компонентов ПКМ использовали полиамид 6 (ПА6; марка для контакта с пищевыми продуктами; ТУ РБ 500048054.009-2001), полиэтилен высокой плотности (ПЭВП, марка 276-73; производство ОАО «Казаньоргсинтез», РФ), изотактический ПП (марка Бален 01030; производство ОАО «Уфаоргсинтез», РФ). В качестве модифицирующей добавки использовали функционализированный полиэтилен высокой плотности (ФПЭВП), который соответствовал требованиям ТУ РБ 03535279.027-97 и был получен по технологии реакционной экструзии, разработанной в ИММС НАН Беларуси.

Для получения полиамидных смесей гранулированные компоненты (ПА6, исходные ПЭВП или ФПЭВП) смешивали между собой в двухлопастном смесителе. Гранулят ПА6 предварительно высушивали до остаточной влажности не более 0,1 %. Далее полученную механическую смесь, включающую ПЭВП или ФПЭВП, 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.

Показатели механических свойств материалов определяли при испытаниях ме-

тодами растяжения. Образцы представляли собой лопатки с размером рабочей части $45 \times 5 \times 2$ мм в соответствие с ГОСТ 11260. Лопатки получали методом литья под давлением на термопластавтомате EN-30 (Тайвань, объем впрыска 30 см^3). Определяли модуль упругости при растяжении, предел текучести, прочность при растяжении и относительное удлинение при разрыве. Испытания проводили на универсальной машине Instron 5567 (Великобритания). За результат измерения принимали среднее значение 5–7 параллельных испытаний.

Метод ударного разрушения по Шарпи (ГОСТ 4647) использовали для определения ударной вязкости материалов. Испытания проводили на маятниковом копре PIT550J (производство фирмы Shenzhen Wance Testing Machine Co. Ltd., КНР). Использовали бруски размером $80 \times 10 \times 4$ мм. Перед испытаниями на образец наносили острый или прямоугольный надрез. Глубина надреза составляла: для образцов с острым надрезом – $0,8 \pm 0,1$ мм; для образцов с прямоугольным надрезом – $1,2 \pm 0,1$ мм.

Методами растяжения и ударного разрушения исследованы особенности деформационно-прочностных свойств и ударной вязкости смесей ПА6 с ФПЭВП.

В результате исследования свойств полиамидных смесей было показано, что использование ФПЭВП позволяет управлять свойствами ПА6 и получать материалы с улучшенным комплексом ударо- и деформационно-прочностных свойств. Добавки ФПЭВП в количестве 15–30 мас. % повышают ударную вязкость ПА6 на образцах с острым (a_{KB}) и прямоугольным (a_{KA}) надрезами в 1,8–8,5 раза. Установлено, что оптимальный комплекс ударо- и деформационно-прочностных характеристик для полиамидных смесей достигается при концентрации ФПО близкой к 30 мас. %. Смешение ПА6 с ФПЭВП позволяет получать материалы с повышенной ударной прочностью, в том числе при отрицательных температурах.

Ударная вязкость смесей ПА6 с ФПЭВП при температуре -40°C превышает в 2,5–5,6 раза ударную прочность исходного ПА6, благодаря чему повышается морозостойкость данных смесевых композитов. При этом для смесей ПА6 с ФПЭВП значения ударной вязкости при отрицательных температурах выше, чем у исходного ПА6 в обычных условиях.

С ростом содержания ФПЭВП снижается предел текучести (σ_T) полиамидных смесей, но для отдельных составов этот показатель сохраняется на уровне конструкционных полимерных композитов (38–50 МПа). При этом возрастает эластичность смесей ПА6 с ФПЭВП, характеризуемая относительным удлинением (ϵ_p), благодаря чему изделия из данных смесей более надежны в эксплуатации.

Литература

1. Jurkowski, B. Functionalized polyolefins and aliphatic polyamide blends: interphase interactions, rheology and high elastic properties of melts / B. Jurkowski, S. Pesetskii ; ed. D. Nwabunma, T. Kyu. – New Jersey : Wiley and Sons. Inc, 2008. – Ch. 18. – P. 527–555.
2. Песецкий, С. С. Функционализированные полимеры и сополимеры олефинов и их применение в составах полимерных композитов / С. С. Песецкий, Ю. М. Кривогуз // Перспективные материалы и технологии ; под ред. В. В. Клубовича. – Витебск : Изд-во ВГТУ, 2013. – Гл. 23. – С. 473–495.