

УДК 621.817:621.825.63.001.6

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ПОЛИМЕРНЫЕ МАТЕРИАЛЫ
ДЛЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ АГРЕГАТОВ

В. А. СТРУК, *В. И. КРАВЧЕНКО, Е. В. ОВЧИННИКОВ,
А. А. СКАСКЕВИЧ, С. Д. ЛЕЩИК
УМЦ «Промагромаш» ОАО «Белкард»
*Учреждение образования
«ГРОДНЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
им. Янки Купалы»
Гродно, Беларусь

Композиционные материалы на основе алифатических полиамидов широко применяются в машиностроении для изготовления деталей конструкционного и триботехнического назначения. Они обладают хорошим сочетанием физико-механических, теплофизических и триботехнических характеристик и перерабатываются в изделия методом литья под давлением. Вместе с тем, для полиамидных композиций характерны сравнительно невысокая стойкость к воздействию термоокислительных сред и повышенное влагопоглощение, ограничивающее диапазон их практического применения [1-2]. Для повышения показателей служебных характеристик в состав полиамидных материалов вводят различные функциональные добавки – стеклянные и углеграфитовые волокна, ультрадисперсные наполнители (порошки металлов, оксидов, графита и т.п.), полимерные и олигомерные модификаторы (полиолефины, акрилобутадиенстирольные и дивинилстирольные пластики, N, N¹-бис-имиды и др.) [3-4]. Анализируя принципы модифицирования полиамидных матриц можно отметить несколько основных подходов, заключающихся в:

- межфазном упрочнении с помощью введения высокомолекулярных коротковолокнистых наполнителей;
- межмолекулярном взаимодействии путем использования активных компонентов, обеспечивающих сшивку макромолекул по месту амидных связей;
- надмолекулярном регулировании с помощью активных центров кристаллизации полиамидной матрицы, введенных в расплав;
- межфазном модифицировании полимерными компонентами, образующими совмещенную полимер-полимерную матрицу.

Реализация каждого из данных принципов позволяет создать композиционный материал определенного функционального назначения. Вместе с тем разработаны многофункциональные материалы, одновременно обладающие высокими прочностными, триботехническими и теплофизическими характеристиками путем одновременного использования модификаторов различного механизма действия. Очевидно, что особую

перспективу имеют модификаторы полиамидных материалов, обеспечивающих достижение синергического эффекта.

Целью настоящей работы явилось исследование структуры и служебных характеристик композиционных материалов на основе полиамида 6, модифицированных компонентами различного механизма действия.

Исследование физико-механических характеристик композиционных материалов, содержащих различные типы модификаторов, в зависимости от времени термоокислительного старения свидетельствует о существенном влиянии состава и дисперсности наполнителя на стойкость композита. Вероятным механизмом модифицирующего действия является увеличение плотности структуры вследствие формирования межфазных слоев с особой укладкой молекул на границе раздела «полиамидная матрица – волокнистый наполнитель» и снижение неблагоприятного воздействия поверхностных дефектов (микротрещин) на прочность композита. Таким образом, в данном случае, реализуется механизм межфазного упрочнения, обеспечивающий эффект физического модифицирования, повышающий стойкость композиционного материала к термоокислительному старению. Модифицирование ПА 6 ультрадисперсными кластерами углерода и меди обеспечивают существенное увеличение стойкости композитов к воздействию термоокислительных сред. Эффект обеспечивается, вероятно, структурным упорядочением полиамидной матрицы преимущественно в ее аморфной части, обусловленным действием локализованного заряда на частицах модификатора. Одновременно возможно адсорбционное взаимодействие активных центров полиамидной макромолекулы – атомов амидной группы (-NHCO-) – на частицах наполнителя, приводящее к изменению подвижности молекулярных сегментов. Об этом свидетельствует увеличение показателя времени корреляции стабильного иминоксильного радикала, введенного в образец композиционного материала методом диффузии из паров, с $\tau_c = 231,6 \times 10^{-10}$ для исходного полиамида до $\tau_c = 263 \times 10^{-10}$ для полиамида, содержащего 0,05 мас.% высокодисперсной меди и до $\tau_c = 297,3 \times 10^{-10}$ для полиамида, содержащего 0,005 мас.% нанодисперсного углерода детонационного синтеза (шихты). Подобное активное воздействие наномодификатора приводит к одновременному повышению комплекса физико-механических и теплофизических характеристик. Совместное модифицирование полиамидной матрицы наполнителями различной дисперсности позволило одновременно реализовать механизмы межфазного и надмолекулярного упрочнения. Для этого в состав полиамида 6 вводили углеграфитовые волокна в количестве 30 мас.% в сочетании с 0,03 мас.% нанодисперсного углерода детонационного синтеза. Гомогенность распределения наполнителя обеспечивали обработкой гранул 1-2 мас.% раствором во фреоне фторсодержащего олигомера марки Ф-1. Сравнительное исследование физико-механических характеристик композиционного материала с комплексным модификатором (материал

композиционного материала с комплексным модификатором (материал УПА-30М) и исходного углепластика УПА-30 свидетельствуют о существенном увеличении прочностных показателей и стойкости к термоокислительному старению. Причиной проявления синергического эффекта является многоуровневое модифицирование полимерной матрицы наполнителями различной дисперсности, состава и механизма действия. Углеграфитовые волокна армируют полиамидное связующее по механизму межфазного упрочнения. Макромолекулы фторсодержащего олигомера обеспечивают увеличение стойкости композита к термоокислительной деструкции вследствие взаимодействия карбоксильной и амидной групп. В результате увеличивается устойчивость метиленовой группы, находящейся в α -положении к атому азота амидной группы. Не исключено хемосорбционное взаимодействие (-NH-) группы амидной связи молекулы полиамида с карбоксильной группой фторсодержащего олигомера. Вследствие этих взаимодействий повышается устойчивость композиционного материала к воздействию термоокислительных сред.

Таким образом, одновременное модифицирование полиамидной матрицы наполнителями различной дисперсности и механизма действия обусловило проявление синергического эффекта повышения физико-механических характеристик и устойчивости к термоокислению.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Рыскулов, А. А.** Разработка машиностроительных материалов на основе смесей металлополимеров : дис. ... канд. техн. наук, Гомель, 1990.
2. **Кравченко, В. И.** Конструкционные и композиционные материалы на основе модифицированных термопластов / В. И. Кравченко, В. А. Струк, В. В. Яценко // Трение и износ. – 2000. – Т. 21, № 6. – С. 653–657.
3. **Липо, В. А.** Рентгенодифрактометрические исследования структурных особенностей полимерных материалов, модифицированных ультрадисперсными углеродными наполнителями. / В. А. Липо, Л. В. Михайлова, В. А. Струк // Вестник ГрГУ. Серия 2 – 1999. – №2. – С.47–53.
4. **Липатов, Ю. С.** О роли межфазных явлений в формировании смесей полимеров / Ю. С. Липатов, А. Е. Файнерман, О. В. Анохин // Докл. АН. СССР. – 1976. – Т.231, № 2. – С. 381–384.