

РЕАЛИЗАЦИЯ МЕХАНИЗМА НЕЦЕПНОЙ СТАБИЛИЗАЦИИ В ПОЛИМЕРНЫХ НАНОКОМПОЗИТАХ С ПОВЫШЕННОЙ СТОЙКОСТЬЮ К ТЕРМООКИСЛИТЕЛЬНОМУ СТАРЕНИЮ

А.С. Антонов, С.В. Авдейчик, А.С. Воронцов

УО «Гродненский государственный университет имени Янки Купалы»

e-mail: antonov.science@gmail.com

В различных металлополимерных конструкциях изделия из композиционных материалов подвергаются длительному воздействию повышенных температур, которые интенсифицируют процессы термоокислительной деструкции, приводящие к снижению параметров деформационно-прочностных, триботехнических, адгезионных и других характеристик. Повышение стойкости изделий из полимерных и композиционных материалов к старению под действием эксплуатационных факторов относится к числу актуальных проблем функционального материаловедения. Очевидно, что композиционные материалы нового поколения должны с высокой степенью адекватности трансформировать первоначальную структуру при воздействии переменных эксплуатационных факторов с изменяющейся интенсивностью для оптимального противостояния и сохранения заданных параметров безопасной, эффективной и комфортной эксплуатации металлополимерной системы определенного конструктивного исполнения и функционального назначения. В этом аспекте особую перспективу представляет разработка технологических методов практической реализации принципа многоуровневого модифицирования, предложенного в [1, 2].

Целью данного исследования являлась разработка составов и технологий наноконпозиционных полимерных материалов с повышенной стойкостью к термоокислительному старению для конструкций технологического оборудования и автокомпонентов повышенного ресурса.

Для проведения исследования в качестве матричного компонента использовали полиамид ПА 6-210/310 производства филиала «Завод Химволокно» ОАО «Гродно Азот». Для управления параметрами структуры и эксплуатационных характеристик изделий из композитов использовали дисперсные, в том числе наноразмерные, частицы углерод- и металлсодержащих соединений, полученных по оригинальным технологиям производителей (НП ЗАО «Синта», ГНУ «Институт тепло- и массообмена имени А.В. Лыкова НАН Беларуси»).

Эффективным направлением повышения стойкости изделий из полимерных и композиционных материалов к термоокислительному старению является реализация механизма нецепной стабилизации, предложенного в работах Г.П. Гладышева и сотрудников [3], сущность которого состоит во введении в состав компонентов, способных к преимущественному взаимодействию с активным кислородом с образованием оксидных соединений. При этом тормозятся цепные процессы термоокисления и деструкции матричного связующего, что благоприятно сказывается на стойкости изделий.

Наши исследования показали, что при введении в состав композитов на основе алифатических полиамидов нанодисперсных углеродсодержащих частиц наблюдается синергический эффект повышения параметров деформационно-прочностных, адгезионных, триботехнических характеристик и стойкости к термоокислительной деструкции благодаря формированию дополнительных физических связей адсорбционного типа, изменяющих интенсивность межмолекулярного взаимодействия и приводящих к трансформированию структуры композита на межмолекулярном, надмолекулярном и межфазном уровнях. В результате образуется оптимизированная структура композита с сеткой лабильных физических связей. В связи с чем можно предположить, что наноразмерные углеродсодержащие частицы выполняют функцию физического компатибилизатора, способствуя образованию более совершенной структуры композита на различных уровнях организации. Аналогичный эффект увеличения стойкости к термоокислительной деструкции был обнаружен при введении наноразмерных частиц металлов путем термолитиза металлосодержащих прекурсоров непосредственно в расплаве матричного связующего в процессе переработки композита в изделие методом литья под давлением или экструзии. Наноразмерный металлосодержащий модификатор получали термообработкой гранулированных или порошкообразных полуфабрикатов, диффузионно модифицированных в водных растворах металлосодержащего прекурсора в течение 1 – 10 часов.

Сравнительную оценку эффективности действия наноразмерных модификаторов различного состава в композиционных материалах осуществляли по параметрам деформационно-прочностных характеристик стандартных образцов, подвергнутых термоокислительному старению при температуре 150 ± 5 °С в среде воздуха в течение 200 часов.

Установленные закономерности формирования структуры нанокompозитов на основе алифатических полиамидов позволили разработать составы композиционных материалов для изготовления изделий различных металлополимерных конструкций – покрытий для узлов трения карданных валов и токарных патронов, элементов запорной и регулирующей арматуры, применяемой в трубопроводах низкого давления.

Список использованной литературы

1. Введение в физику нанокompозиционных машиностроительных материалов: монография / С.В. Авдейчик [и др.]; под науч. ред. В.А. Лиопо, В.А. Струка. – Гродно: ГГАУ, 2009. – 438 с.
2. Реализация принципа многоуровневого модифицирования в материаловедении и технологии полимерных композитов / С.В. Авдейчик [и др.] // Горная механика и машиностроение. – 2017. – № 3. – С. 86 – 100.
3. Гладышев, Г.П. Стабилизация термостойких полимеров / Г.П. Гладышев, Ю.А. Ершов, О.А. Шустов. – М.: Химия, 1979. – 272 с.