

Литература

1. Веймарн, П.П. К учению о состоянии материи (основания кристаллизационной теории необратимых коллоидов) / П.П. Веймарн. – СПб: Экон. типо-лит., 1910. – 192 с.
2. Гусев, А.И. Наноматериалы, наноструктуры, нанотехнологии / А.И. Гусев. – М.: Физматлит, 2007. – 416 с.
3. Ajayan P. M., Schadler L. S., Braun A. V. Nanocomposite science and technology. – NY: Willey, 2004. – 230 p.
4. Пул, Ч. Нанотехнологии: пер. с англ. / Ч. Пул, Ф. Оуэнс. – М.: Техносфера, 2005. – 334 с.
5. Введение в физику наноконпозиционных машиностроительных материалов / С. В. Авдейчик [и др.]. – Гродно: ГГАУ, 2009. – 438 с.

УДК 620.22:621.79.01:678.033:678.742

Антонов А.С.

(Гродненский государственный университет имени Янки Купалы)

КОМПОЗИЦИОННЫЕ МАТЕРИАЛЫ НА ОСНОВЕ СМЕСЕЙ ТЕРМОПЛАСТОВ ДЛЯ КОНСТРУКЦИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ ПОВЫШЕННОГО РЕСУРСА

В номенклатуре функциональных полимерных композитов определяющее место занимают смесевые материалы на основе полимерных и олигомерных компонентов. Совмещение матричного связующего с полимерным или олигомерным модификатором позволяет достичь необходимый диапазон параметров эксплуатационных характеристик, обеспечивающий заданный ресурс изделия в конкретных условиях его применения [1–4].

Существенной проблемой обеспечения стабильных параметров структурных характеристик смесевых композитов, определяющих нагрузочно-скоростной и температурный диапазон применения изделий в статических и динамических конструкциях узлов и агрегатов различного назначения, является преодоление выраженной термодинамической несовместимости полимерных и олигомерных компонентов, обусловленной особенностями состава, структуры макромолекулы, различием реологических, теплофизических и др. характеристик. Поэтому в технологии смесевых композитов используют специальное оборудование двухшнековые смесители, установки для механохимического

совмещения, высокоэнергетического воздействия) и специальные добавки – компатибилизаторы, повышающие межмолекулярное взаимодействие компонентов в смесевом композите. Вместе с тем, существенный научный и практический интерес представляют физико-химические и структурные превращения при совмещении полимерных и олигомерных компонентов, близких по молекулярному строению с использованием наноразмерных функциональных модификаторов различного состава и строения [5].

Цель работы состояла в разработке составов конструкционных и триботехнических материалов на основе смесей термопластов с близким макромолекулярным строением для конструкций технологического оборудования и автокомпонентов повышенного ресурса.

Учитывая разнообразие функционального назначения и конструктивного исполнения элементов технологического оборудования, запорной и регулирующей арматуры и автоагрегатов, были рассмотрены особенности совмещения компонентов с различным потенциалом к межфазному взаимодействию: смеси алифатических полиамидов (ПА 6, ПА 6.6, ПА 11, ПА 12), смеси полиамидов с полиэфирами (ПЭТФ, ПБТФ), смеси полиолефинов первичных и регенерированных с термоэластопластиками (ТЭП) и фторсодержащими соединениями (УПТФЭ). Для управления параметрами структуры и эксплуатационных характеристик композитов и изделий из них использовали дисперсные, в том числе наноразмерные, частицы углеродсодержащих (коллоидно-графитовый препарат С-1 (КГП С-1), шихту детонационного синтеза баллистических порохов, углеродные нанотрубки (УНТ)), силикатсодержащих (слюда, тальк) и металлсодержащих (медь) соединений.

Исследованы особенности структуры и эксплуатационных характеристик смесевых композитов на основе компонентов с повышенной термодинамической совместимостью – алифатических полиамидов и полиолефинов.

При термомеханическом совмещении гранулированных фракций полиэфиров (ПЭТФ и ПБТФ) и полиамидов в материальном цилиндре литьевой машины образуются гетерофазные структуры с выраженным разделением фаз вследствие различия молекулярного строения, реологических и теплофизических характеристик использованных компонентов. Исследования сколов модельных образцов, охлажденных в жидком азоте (75 К), методами АСМ и РЭМ свидетельствуют о наличии общих закономерностей формирования структуры композитов, характерных для термодинамически несовместимых полимеров, рассмотренных в исследованиях, выполненных чл.-корр.

С. С. Песецким, проф. В. А. Струком, А. Ф. Мануленко. При относительно небольшом содержании каждого компонента в матричном связующем (0,5–10 мас. %) возможно формирование гетерогенной структуры с достаточной стабильностью параметров деформационно-прочностных характеристик. Установлено, что введение в состав композита ПЭТФ (ПБТФ) 5–10 мас. % ПА 6 дисперсных частиц слоистых силикатов (слюды, талька) в количестве 5–20 мас. % способствует увеличению в 1,3–1,5 раза износостойкости и в 1,16–2,4 раза адгезионной прочности покрытий.

Базовые компоненты полиамид – полиамидных смесей имеют близкое строение молекулярной цепи с различной длиной сегментов, примыкающих к амидной группе. При этом параметры деформационно-прочностных, теплофизических и реологических характеристик различных марок существенно отличаются. Указанное обстоятельство позволяет, изменяя соотношение компонентов, оптимизировать структуру композита в соответствии с эксплуатационными требованиями к изделиям из них (таблица).

Введение в состав базового полиамида (ПА 6, ПА 6.6) модификаторов (ПА 12, ПА 6) позволяет оптимально реализовать преимущества каждого из компонентов смесового материала при достижении технически значимого эффекта увеличения параметров деформационно-прочностных характеристик.

Важной особенностью смесевых композитов на основе алифатических полиамидов является высокая гомогенность структуры, обусловленная формированием межфазных слоев из макромолекул близкого строения. В отличие от смесей компонентов с различным молекулярным строением компонентов (ПА 6 – ПЭТФ, ПА 6 – ПБТФ, ПА 6 – СФД) смеси алифатических полиамидов (ПА 6, ПА 6.6, ПА 12) не имеют выраженной границы раздела фаз. При введении в состав композита наноразмерных частиц (шихта, УНТ, КГП С–1) наблюдается повышение значений параметров деформационно-прочностных характеристик. Термомеханически совмещенные полиамиды целесообразно использовать в качестве связующих конструкционных и триботехнических материалов.

При совмещении полиолефинов (ПП, ПЭНД, ПЭВД, ТЭП) формируются композиты с высокой фазовой однородностью и регулируемые реологическими характеристиками. Достижимый эффект проявляется и при использовании регенерированных компонентов, что позволяет получать полноценные материалы для изделий различного функционального назначения.

Разработаны составы конструкционных и триботехнических материалов на основе смесей первичных и регенерированных термопластов класса полиамидов (ПА 6, ПА 6.6, ПА 12), полиэфиров (ПЭТФ, ПБТФ) и полиолефинов (ПП, ПЭНД, ТЭП), содержащие наноразмерные частицы углерод- (КГП С-1, шихта, УНТ), силикат- (слюда, тальк), металлсодержащих (медь) модификаторов при допинговых (0,01–1,00 мас. %) концентрациях с параметрами деформационно-прочностных характеристик в 1,1–1,2 раза, превышающими параметры базовых термопластов.

Разработанные составы смесевых композитов эффективны для изготовления конструкционных элементов металлополимерных ленточных конвейеров, применяемых в различных областях промышленности.

Исследования проводились при финансовой поддержке БРФФИ в рамках выполнения задания по договору №Т18М-139 «Реализация феномена наносостояния в механизмах нецепной стабилизации полимерных композитов» от 30.05.2018 г.

Литература

1. Струк, В.А. Трибохимическая концепция создания антифрикционных материалов на основе многотоннажно выпускаемых полимерных связующих : дис. ... д-ра техн. наук: 05.02.01 / В.А. Струк. – Минск, 1988. – 325 с.
2. Полимер-силикатные машиностроительные материалы: физико-химия, технология, применение / С.В. Авдейчик [и др.]; под ред. В.А. Струка, В.А. Щербы. – Минск: Тэхналогія, 2007. – 431 с.
3. Мануленко, А.Ф. Создание абразивостойких триботехнических материалов на основе смесей «термопласт-термоэластопласт»: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.02.01 / А.Ф. Мануленко; Акад. наук Белорус. ССР, Ин-т механики металлополимер. систем. – Гомель, 1987. – 16 с.
4. Ревяко, М.М. Теоретические основы переработки полимеров: учеб. пособие / М.М. Ревяко, Н.Р. Прокопчук. – Минск: Белорус. гос. технол. ун-т, 2009. – 305 с.
5. Антонов, А.С. Композиционные материалы на основе смесей термопластов для повышения эксплуатационного ресурса элементов технологического оборудования: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.16.09 / А.С. Антонов; Бел. гос. технологич. ун-т – Минск, 2018. – 26 с.