

МЕТОДЫ МОДИФИКАЦИИ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ УГЛЕРОДНЫМИ НАНОСТРУКТУРАМИ

Давыдов И.А., Жогова К.Б.*, Пискунов В.Н., Троицкий Б.Б.⁽¹⁾

Российский федеральный ядерный центр –
Всероссийский научно-исследовательский институт экспериментальной физики,
ул. Мира 37, Саров, 607188 Россия

(1) Институт металлоорганической химии им. Г.А.Разуваева РАН,
ул. Тropicина 49, Нижний Новгород, 603950 Россия

Введение

Одним из перспективных направлений получения материалов с заданными свойствами является разработка полимерных материалов, модифицированных углеродными наноструктурами (фуллеренами, нанотрубками, нановолокнами). При этом могут существенно изменяться прочность, термостабильность, газопроницаемость, электропроводность и другие важные эксплуатационные свойства полимеров [1-3].

Результаты и обсуждение

Включение фуллеренов в состав полимеров принципиально возможно двумя способами: ковалентно или комплексно связанными. Внедренный в полимерную матрицу ковалентно фуллерен реструктурирует ее, что используется при формировании новых многофункциональных полимерных наноструктур. Нековалентное связывание фуллерена с полимерным веществом может приводить к образованию комплексов с модифицированными свойствами. Углеродные нанотрубки в состав полимера вводятся путем смешения и равномерного диспергирования на микронном уровне.

Такие способы введения позволяют классифицировать фуллерены C_{60} , C_{70} и другие молекулярные наноструктуры как стабилизаторы и ингибиторы, т.е. вещества, регулирующие протекание химических процессов в полимере. Углеродные нанотрубки и нановолокна - как наполнители; т.е. как вещества в первую очередь влияющие на термодеструкционные и другие физико-механические характеристики полимеров.

Нами исследовано влияние добавки фуллерена C_{60} на термические, радиационные, оптические и механические свойства полимеров на основе полиметилметакрилата, полистирола, полиэтилена. Методика синтеза исследованных композитов заключалась в смешивании в определенных пропорциях раствора фуллерена в органических растворителях и полимера, что приводило к

нековалентному связыванию фуллерена с полимером (на оптических спектрах видны характерные для фуллерена C_{60} полосы поглощения в УФ-и видимом диапазоне).

В результате исследований показано, что фуллерены являются ингибиторами цепных радикальных реакций термической и термоокислительной деструкции полимеров. Фуллерены замедляют термораспад полиметилметакрилата вплоть до температуры $340^{\circ}C$, полистирола - до $380^{\circ}C$, полиэтилена - до $360^{\circ}C$. Механизм ингибирующего действия фуллеренов заключается во взаимодействии свободных макрорадикалов с фуллеренами с образованием термически устойчивых соединений. Сравнение фуллеренов с известными органическими антиоксидантами (аминами, фенолами, фосфор и серосодержащими соединениями), которые могут ингибировать термоокислительную деструкцию полимеров только до $270-290^{\circ}C$, показывает, что фуллерены имеют явное преимущество при температурах деструкции полимеров больших $300^{\circ}C$.

Исследование облученных электронами полимеров (дозы облучения 5,10 и 30 Мрад, энергия от 8 до 9 МэВ) методами дифференциально-термического, термогравиметрического, рентгенофазового анализа, оптической спектроскопии и испытания на растяжение показало, что добавка фуллерена C_{60} в указанные композиции увеличивает температуру начала деструкции ПММА, облученного электронами, на $20-55^{\circ}C$; снижает скорость термоокислительной деструкции в 4-4.5 раза для ПММА и в 1.4-2.0 для ПС; приводит к увеличению прочностных характеристик ПММА и сополимеров; изменяет пропускание пленок в УФ и видимом диапазонах и не изменяет в ближней ИК-области; приводит к стабилизации молекулярной массы ПММА, ПС и сополимеров; не вносит заметных изменений в фазовый состав пленок.

Полученные результаты указывают на увеличение стабильности полимеров при

добавлении фуллерена C_{60} , что может способствовать улучшению эксплуатационных характеристик материалов на их основе, увеличению срока их службы.

Выводы

Результаты исследований свойств композитов указывают на увеличение термической и радиационной стойкости, механических характеристик модифицированных полимеров.

Литература

1. Е.В. Ануфриева, М.Г.Краковяк, Т.Д.Ананьева и др. Взаимодействие полимеров с фуллереном C_{60} . ФТТ 2002; 44(3):443.
2. С.В.Гладченко, Г.А.Полоцкая, А.В.Грибанов, В.Н.Згонник. Исследование твердофазной композиции полистирол-фуллерен. ЖТФ 2002; 72(1):105.
3. Б.Б. Троицкий, Г.А. Домрачев, И.А. Давыдов, К.Б. Жогова. Исследование влияния фуллерена C_{60} на стабилизацию полиметилметакрилата при воздействии ионизирующего излучения. Доклады РАН 2002; 363(4):510-511.