

3. Патент № 2099458 РФ. Бумажная масса /Авторы: Ламоткин А.И., Черная Н.В., Комаров А.А.
4. Ламоткин А.И., Комаров А.А., Черная Н.В., Грицкевич Д.Н. Разработка рецептуры клеевой композиции ТМВС-2Н для нейтральной проклейки бумаги и картона. – Сб. тр. БГТУ: Химия и химическая технология, 1997. – Вып.5. – С. 102-105.
5. Лабораторные работы и задачи по коллоидной химии / Под ред. Ю. Г. Фролова и А. С. Гродского. – М.: Химия, 1986.
6. Практикум по коллоидной химии и электронной микроскопии /Под ред. С. С. Воюцкого и Р. М. Панич. – М.: Химия, 1974.

УДК 678.742.2-19.01:53

Н. А. Свидуневич, профессор;
Н. А. Поух, аспирантка

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ФУЛЛЕРЕНА C_{60} НА СВОЙСТВА МАТЕРИАЛОВ

The opportunity of application is investigated as the modifier of polymeric materials the fullerene C_{60} . Thus the significant improvement of physical and mechanical parameters of the modified materials is observed.

Развитие промышленности требует создания новых полимерных материалов с заданным сочетанием свойств, в первую очередь повышенными прочностью, твердостью, жесткостью, теплопроводностью, тепло- и термостойкостью, а также пониженным тепловым расширением и низкой стоимостью. Требуемые сочетания свойств можно получить как созданием наполненных полимерных композиционных материалов, так и модификацией полимерных материалов различными добавками.

На данном этапе работы была исследована возможность модификации следующих полимерных материалов фуллереном C_{60} : полиэтилен низкого давления (ПЭНД) марки 277-73 ГОСТ 16338-85Е, полиэтилен высокого давления (ПЭВД) марки 10803-020 ГОСТ 16337-79, полипропилен (ПП) марки 21030-16 ГОСТ 26996-86Е и сополимер этилена с винилацетатом (СЭВА) марки 1104-030 ТУ 6-05-1636-78.

В качестве модификатора перечисленных полимеров исследовали новую аллотропную форму углерода фуллерен C_{60} [1]. За открытие этой модификации углерода в 1997 году ученые Крото, Смолли, Курл получили Нобелевскую премию. В настоящее время более 500 лабора-

торий мира работает над изучением фуллеренов. Наиболее распространенной и детально изученной из молекул, принадлежащих к семейству фуллеренов, является молекула C_{60} , структура которой соответствует правильному усеченному икосаэдру. Поверхность этой молекулы выполнена двадцатью правильными шестиугольниками и двенадцатью правильными пятиугольниками. По внешнему виду фуллерен C_{60} — кристаллический порошок черного цвета (99,9% C_{60}).

Фуллерены, имеющие специфическое строение молекул и обладающие высокой симметричностью и компактностью, способны легко диспергироваться в массе полимера, равномерно распределяясь по всему объему.

В ходе работы были исследованы закономерности изменения некоторых свойств полимеров в зависимости от содержания модификатора, концентрация которого составляла 0,01; 0,1; 1 масс.% на 100 масс. частей полимера. Компоненты смешивали предварительно при интенсивном механическом воздействии, а затем методом литья под давлением получали образцы для испытаний, форма и размеры которых соответствовали требованиям ГОСТов при определении соответствующего показателя. Полученные таким образом образцы подвергли испытаниям на определение следующих показателей: прочность при растяжении, относительное удлинение при разрыве, изгибающее напряжение, твердость, износостойкость.

Определение прочностных характеристик проводили на разрывной машине РМИ-3, при этом определяли максимальную нагрузку, приводящую к разрушению образца, длину образца до и после растяжения и нагрузку на изгиб, приводящую к заданному прогибу образца. Твердость измеряли методом вдавливания стального шарика диаметром 5 мм при нагрузке 12,5 Н в течение 30 секунд.

Абразивный износ определяли на машине "Шопер". В качестве контртела использовали абразивное полотно (шлифовальную шкурку марки 14А16НМ из электрорунда (ГОСТ 5009-82). Путь истирания составлял 40м, скорость 0,3 м/с.

При исследовании были получены зависимости изменения прочности материалов от содержания модификатора (рис.1) Введение в полимер модификатора в количестве 0,01 масс. % на 100 масс. % полимера практически не влияет на прочность при растяжении исследуемых материалов. Однако увеличение содержания модификатора до 0,1 масс.% уже приводит к повышению этого показателя в 1,44 раза для СЭВА, в 1,35 раза для ПЭВД, в 1,3 раза для ПЭНД, в 1,15 раза для ПП, а при введении модификатора 1 масс.% на 100 масс.% полимера

прочность при растяжении увеличивается в 1,5-2 раза по сравнению с немодифицированным полимером.

Влияние C_{60} на прочность материалов при растяжении

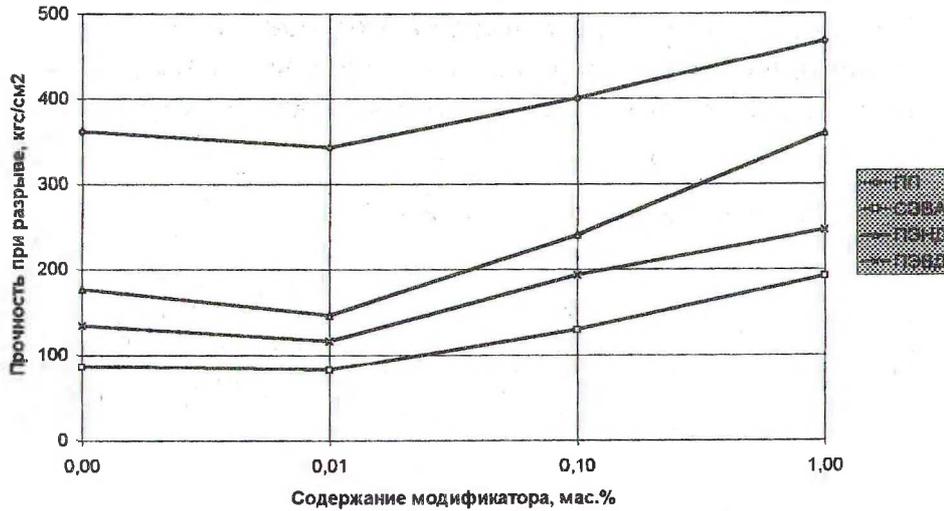


Рис. 1

При повышении прочности происходит значительное снижение относительного удлинения при растяжении (рис.2). Фуллерен, уже в количестве 0,01% снижает относительное удлинение при растяжении в 1,5-2,5 раза, дальнейшее повышение содержания модификатора приводит к уменьшению этого показателя в 3-4 раза.

Относительное удлинение при разрыве образцов в зависимости от содержания C_{60}

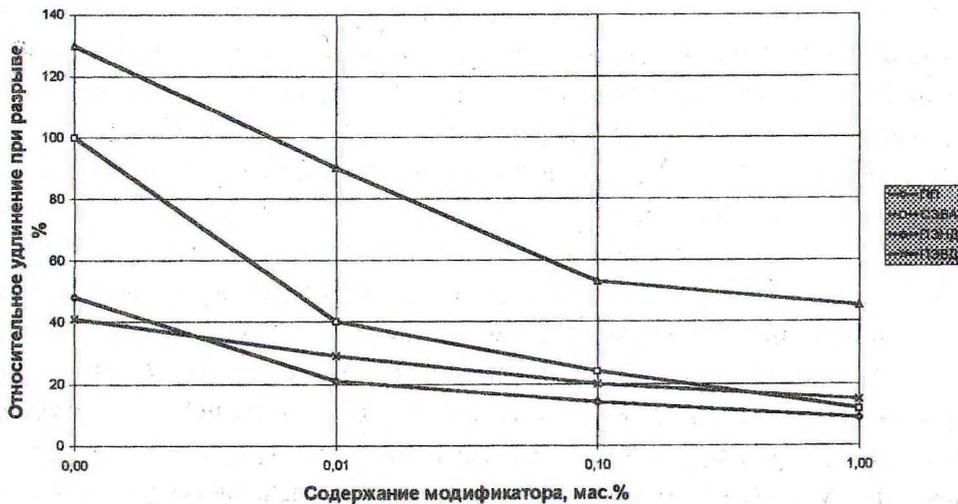


Рис. 2

Аналогично влияет фуллерен C_{60} и на изгибающее напряжение исследуемых полимеров (рис.3). Незначительное количество модификатора (до 0,01%) практически не приводит к изменению значений изгибающего напряжения. В то время как более высокое содержание фуллерена C_{60} (0,1; 1 масс.%) повышает этот показатель. Полимеры, модифицированные фуллереном C_{60} в количестве 1 масс.%, имеют в 1,5-3 раза большее изгибающее напряжение, чем немодифицированные.

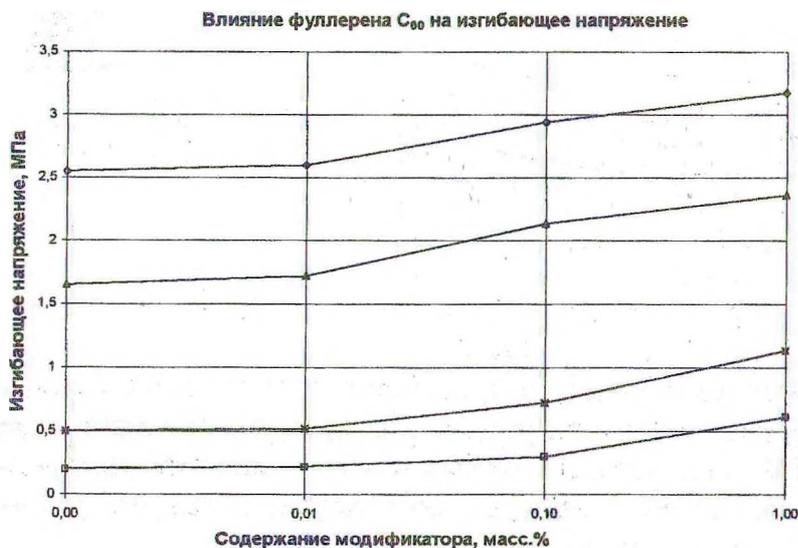


Рис. 3

При исследовании износостойкости полученных полимерных материалов наблюдается следующая зависимость изменения этого показателя (рис.4). Для СЭВА истирание уменьшается при количестве модификатора 1% в 2,5 раза, для ПЭНД - в 3,5 раза, для ПЭВД - в 4 раза, для ПП - в 2,5 раза по сравнению с соответствующими немодифицированными полимерами.

Подобное изменение свойств вызвано изменением структуры полимеров. Как известно, модификатор, взаимодействуя с макромолекулами полимеров, приводит к изменению структуры, а следовательно, и к изменению свойств полимеров. Исходя из данных ИК-спектроскопии модифицированных полимеров, химического взаимодействия между молекулой фуллерена и макромолекулой полимера не происходит. Модифицирующие добавки, имеющие высокую дисперсность и благоприятную форму частиц, при введении в полимер приводят к структурным изменениям полимера. Модификатор, вводимый в

полимер, изменяет надмолекулярные структурные образования полимеров, приводит к изменению их формы и ориентации, в результате чего происходит изменение степени кристалличности полимерных материалов, что приводит к повышению прочностных показателей.

Влияние фуллера C_{60} на износостойкость материалов

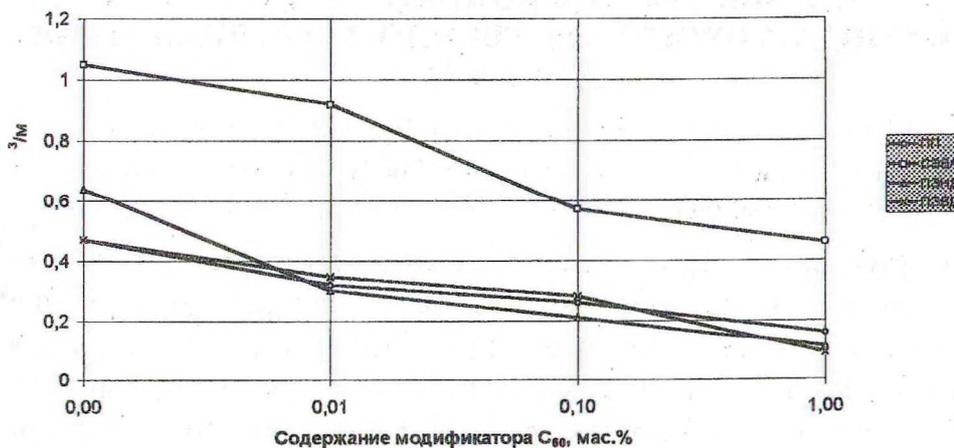


Рис. 4

Таким образом, проведенные исследования показали, что фуллерен C_{60} является эффективным модификатором данных полимеров, значительно улучшает эксплуатационные свойства композиций на основе этих полимеров.

ЛИТЕРАТУРА

1. А. В. Елецкий, Б. М. Смирнов. Фуллерены и структуры углерода // Успехи физических наук. 1995, т.165, № 9. С. 977-1009.