

03;12

Изменения плотности растворов C_{60} в некоторых ароматических растворителях в зависимости от концентрации фуллерена

© Б.М. Гинзбург, Ш. Туйчиев, С.Х. Табаров

Институт проблем машиноведения РАН, Санкт-Петербург, Россия
Таджикский государственный национальный университет, Душанбе,
Республика Таджикистан
E-mail: ginzburg@tribol.ipme.ru, tuichiev@mail.ru

Поступило в Редакцию 25 декабря 2006 г.

Методом пикнометрии определены плотности растворов фуллерена C_{60} в бензоле, толуоле и *n*-ксилоле в зависимости от концентрации фуллерена. Все зависимости носят немонотонный характер: сначала плотность падает, достигает минимума, а затем возрастает. Минимум плотности смещается в сторону больших концентраций в ряду бензол, толуол, *n*-ксилол.

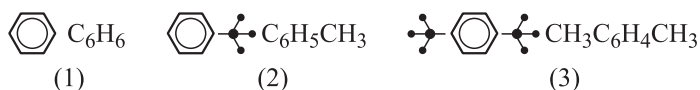
PACS: 82.60.Lf, 81.05.Tr

Ранее методами малоугловой и широкоугловой рентгенографии была исследована надмолекулярная структура растворов фуллерена C_{60} в ароматических растворителях — *n*-ксилоле, толуоле и бензоле [1–3]. На основании полученных данных был сделан вывод, что введение фуллерена в указанные растворители приводит к немонотонным изменениям структуры: сначала, при малых концентрациях фуллерена ($\leq 0.01\%$), преобладает процесс образования оболочек пониженной плотности вокруг молекул фуллерена, а затем преобладают процессы упорядочения растворителя. Наблюдавшееся улучшение упорядоченности согласовывалось с выделением тепла при растворении фуллерена C_{60} в ряде ароматических растворителей, в частности в толуоле [4].

При этом следует отметить, что ароматические растворители являются относительно хорошими для фуллерена C_{60} [5]. Более того, толуол широко используется в производстве фуллеренов для экстракции смеси C_{60} и C_{70} из фуллереновой сажи [6]. Кроме того, указанные аро-

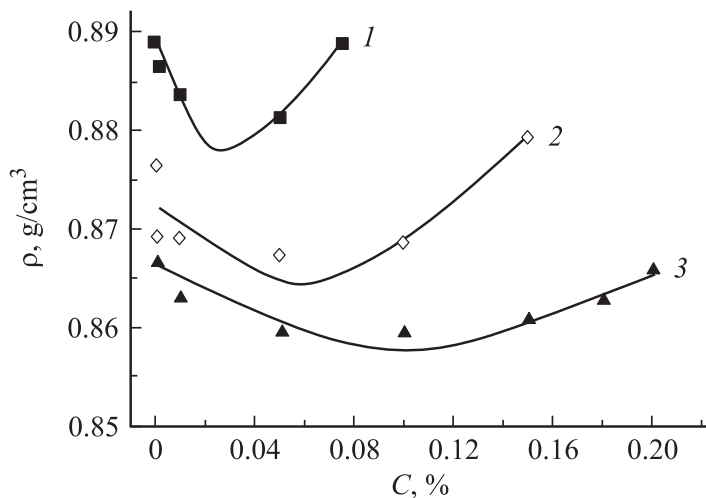
матические растворители не менее широко используются для получения общих растворов фуллеренов и полимеров или растворов фуллеренов с привитыми к ним полимерными цепями для последующего формирования из них различных фуллерено-полимерных систем, в частности пленок Ленгмюра–Блоджетт [7]. Таким образом, поведение фуллеренов в ароматических растворителях представляет не только научный, но и большой практический интерес.

Цель данной работы состояла в определении и сопоставлении концентрационных изменений плотности растворов фуллерена C_{60} в трех ароматических растворителях — бензоле (1) и его производных — толуоле (2) и *n*-ксилоле (3):



Использовали фуллерен C_{60} (с чистотой 99.7%), полученный методом Кречмера–Хуффмана [6], и растворители — бензол, толуол, *n*-ксилол марок „х.ч.“ после их однократной перегонки. Затем готовили растворы с массовой концентрацией от $C = 10^{-3}\%$ до концентраций, близких к концентрации насыщенного раствора. Плотность растворителей и растворов определяли пикнометрическим методом. Точность пикнометрических измерений составляла $\pm 0.0001 \text{ g/cm}^3$. Погрешность измерений одного образца — 0.01%. Основные погрешности измерений возникали при повторном приготовлении растворов и могли достигать 4–5%. Особенно заметен разброс измеренных значений в случае растворов в толуоле, наиболее склонных к образованию в них агрегатов C_{60} .

На рисунке представлены результаты измерений. Для всех исследованных растворителей по мере роста концентрации фуллерена сначала плотность падает, доходит до минимума, а затем снова возрастает. Полученные зависимости хорошо аппроксимируются параболическими кривыми. Следует обратить внимание на начальное понижение плотности, несмотря на то что плотность фуллерена примерно вдвое выше плотности растворителей. Таким образом, в соответствии с рентгенографическими данными для трех ароматических растворителей начальное падение плотности можно связать с образованием оболочек пониженной плотности вокруг молекул или агрегатов молекул фулле-



Зависимости плотности растворов от концентрации фуллерена C_{60} в бензоле 1, толуоле 2 и *n*-ксилоле 3. $T = 10^\circ\text{C}$.

рена, а последующее возрастание плотности — со структурированием растворителя [1–3].

Количественные оценки (с использованием данных малоугловой рентгенографии [1–3]) показывают, что толщина оболочек пониженной плотности составляет ~ 1.0 nm, т.е. находится на уровне межмолекулярных расстояний (или диаметра одной молекулы C_{60} в кристаллической решетке).

Из рисунка видно, что минимальное значение плотности смещается в сторону больших концентраций в ряду бензол, толуол, *n*-ксилол, что, в свою очередь, согласуется со смещением критических концентраций максимального структурирования растворителей по малоугловым рентгеновским данным [1,2] и с растворяющей способностью растворителя, увеличивающейся в том же порядке — бензол (1.4–1.7 mg/ml), толуол (2.15–2.8 mg/ml), *n*-ксилол (5.2 mg/ml) [5]. Очевидно, характер изменений надмолекулярной структуры растворов фуллерена C_{60} — образование оболочек пониженной плотности и структурирование растворителя — должен влиять на различные свойства растворов, что будет исследовано в последующей работе.

Работа выполнена в рамках междисциплинарного проекта „Развитие исследований структуры и свойств растворов фуллеренов и фуллерено-полимерных систем в органических растворителях“ Санкт-Петербургского научного центра и проекта МНТЦ-1145.

Список литературы

- [1] Гинзбург Б.М., Туйчиев Ш., Табаров С.Х., Шепелевский А.А. // Кристаллография. 2005. Т. 50. № 4. С. 597-600.
- [2] Гинзбург Б.М., Туйчиев Ш., Табаров С.Х., Лаврентьев В.К., Меленевская Е.Ю., Поздняков А.О., Поздняков О.Ф., Шепелевский А.А., Шибачев Л.А. // Журн. прикл. химии. 2005. Т. 78. № 6. С. 1047-1049.
- [3] Гинзбург Б.М., Туйчиев Ш. // Кристаллография. 2007. Т. 52. № 1.
- [4] Herbst M.H., Dias G.H.M., Magalhaes J.G., Torres R.B., Volpe P.L.O. // J. Molec. Liquids. 2005. V. 118. N 1-3. P. 9-13.
- [5] Безмельницын В.Н., Елецкий А.В., Окунь М.В. // Успехи физических наук. 1998. Т. 168. № 11. С. 1195-1220.
- [6] Krätschmer W., Huffman D.R. // Phil. Trans. Royal. Soc. London. A. 1993. V. 1667. N 343. P. 33-38.
- [7] Гинзбург Б.М., Голоудина С.И., Згонник В.Н., Виноградова Л.В., Меленевская Е.Ю. // Письма в ЖТФ. 1998. Т. 24. В. 12. С. 88-94.