

02;04;10;12

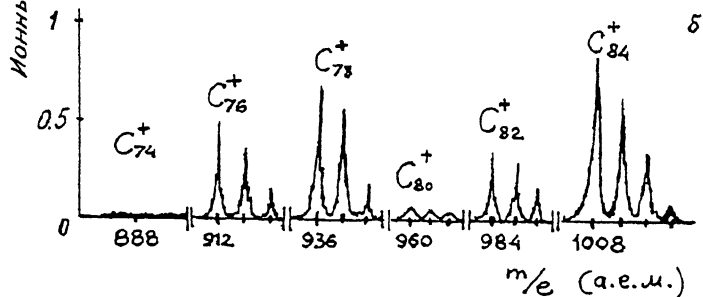
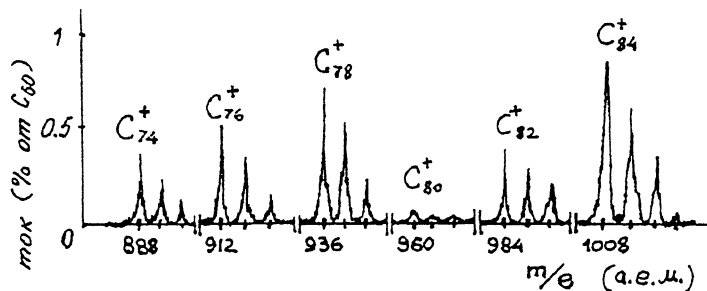
АНОМАЛЬНЫЕ СВОЙСТВА ФУЛЛЕРЕНА C_{74}

© В.И.Каратаев

Проведен масс-спектрометрический анализ большого количества образцов фуллеренов, полученных по известной технологии распыления графита в электрической дуге в атмосфере гелия [1]. Образцы были изготовлены на различных установках в ряде лабораторий. Полученные ниже результаты базируются на многочисленных анализах, проведенных в идентичных условиях измерений в течение длительного времени. Изучались образцы двух типов: 1) фуллереносодержащая сажа и 2) экстракты фуллеренов, выделенные из сажи после растворения в толуоле и в ксилоле с последующей фильтрацией и сушкой.

Масс-спектр положительных ионов фуллереновой сажи при ионизации электронным ударом обычно содержит кроме основных линий C_{60} и C_{70} так называемые линии тяжелых фуллеренов, которые состоят из кластеров с четным количеством атомов углерода и простираются до C_{120} и выше атомных единиц массы [2,3,4]. Доля тяжелых фуллеренов в общем балансе составляет в среднем 2–3%, причем на долю фуллерена C_{74} приходится $\sim 0.3\%$.

Измерения проводились на времяпролетном масс-спектрометре типа масс-рефлектор [5]. Образцы в виде частиц сажи или экстракта фуллеренов весом от 0.1 до 1 мг помещали в кварцевый тигель, который, в свою очередь, вставлялся в танталовую печь с электронагревателем. Температура испарения, обеспечивающая выход тяжелых фуллеренов, составляла 450–500°C. На рисунке показаны участки масс-спектров, соответствующие кластерам от C_{74} до C_{84} . Рисунок, а представляет типичный масс-спектр образца фуллереновой сажи, а рисунок, б — аналогичный спектр экстракта после растворения сажи в растворителе, отделения осадка с помощью фильтра и сушки. Как видно из сопоставления масс-спектров, содержание фуллерена C_{74} в экстракте аномально низкое и составило для разных образцов от 10^{-4} до $10^{-3}\%$, по сравнению с 0.3% для образцов сажи, не подвергавшихся обработке. Для нашего случая величина $10^{-4}\%$ совпадает с чувствительностью измерений. Верхний предел содержания C_{74} в экстракте в ряде случаев размыт и доходит до $10^{-2}\%$, что может быть обусловлено степенью тщательности процесса фильтрации, в результате



Участок масс-спектра тяжелых фуллеренов от C_{74} до C_{84} .

$T_{\text{испарения}} = 450^\circ\text{C}$, $U_{\text{электронов}} = 30$ эВ: а — образцы фуллереновой сажи; б — образцы фуллереновых экстрактов.

чего малая доля C_{74} могла попасть в экстракт. Другой вероятной причиной разбросов содержания C_{74} в экстрактах может быть различная температура раствора при экстракции, что сильно меняет растворимость фуллеренов. Аномальная растворимость фуллеренов в органических растворителях наблюдалась ранее и приписывалась, в частности, фазовым изменениям C_{60} как в твердом состоянии, так и в растворе [6,7]. Контрольный масс-спектрометрический анализ пробы осадка, взятого с фильтра, показал в нем наличие C_{74} в количестве $\sim 0.3\%$ от общего количества фуллеренов, оставшихся в осадке после экстракции. Однако ожидаемого увеличения концентрации, т.е. накопления C_{74} в осадке, обнаружить не удалось и вопрос о судьбе C_{74} после взаимодействия с органическими растворителями пока остается открытым.

К настоящему моменту для C_{74} уже экспериментально получено аномально большое значение сродства к электрону [8], что характеризует его повышенную химическую активность и может быть одной из причин его пониженного содержания в экстрактах.

Аномальное поведение C_{74} в органических растворителях может послужить материалом для изучения особенно

стей как строения кластера, так и его химических свойств. Практическое значение этого эффекта может состоять в использовании его в процессах, связанных с выделением фуллеренов из сажи и их сепарацией.

Работа выполнена по проекту № 94006 в рамках Российской научно-технической программы "Фуллерены и атомные кластеры".

Список литературы

- [1] *Kratschmer W., Lamb L.D., Fostiropoulos K., Huffman D.R.* // *Nature*. 1990. V. 347. P. 354-358.
- [2] *Diederich F., Ettl R., Rubin Y., Whetten R.L., Beck R., Alvarez M.* et al. // *Science*. 1991. V. 252. P. 729-736.
- [3] *Ruoff R.S., Tse D.S., Malhotra R., Lorents D.S.* // *J. Phys. Chem.* 1993. V. 97. P. 3379-3382.
- [4] *Каратаев В.И.* // Письма в ЖТФ. 1993. Т. 19. В. 15. С. 65-71.
- [5] *Мамырин Б.А., Каратаев В.И., Шмик Д.В.* // ЖЭТФ. Т. 64. № 1. С. 82-89.
- [6] *Heiney P.A. et al.* // *Phys. Rev. Lett.* 1991. V. 6. P. 2911-2914.
- [7] *Ruoff R.S., Malhotra R., Huestis D., Tse D.S., Lorents D.S.* // *Nature*. 1993. V. 362. P. 140-141.
- [8] *Boltalina O.Y. et al.* // *Chem. Phys. Lett.* 1996 (in press).

Физико-технический институт
им. А.Ф. Иоффе РАН
С.-Петербург

Поступило в Редакцию
9 июля 1996 г.