

ИССЛЕДОВАНИЕ ПЛЕНКИ ФУЛЛЕРИТА ПО ПОВЕРХНОСТИ
ИРИДИЯ МЕТОДОМ ЭОС*Е.В.Рутков, А.Я.Тонтегоде, Ю.С.Грушко***Физико-технический институт им. А.Ф.Иоффе РАН
194021 Санкт-Петербург, Россия***Институт ядерной физики РАН
188350 Ленинградская обл., Гатчина, Россия*

Поступила в редакцию 29 апреля 1993 г.

Разработана методика создания в сверхвысоком вакууме потока молекул C_{60} и использована для выращивания пленки фуллерита на иридии. С высоким разрешением ($\Delta E/E \leq 0,1\%$) снят оже-спектр углерода от фуллерита, который имеет характерную форму, отличную от оже-спектров алмаза, моно- и поликристалла графита, карбидов металлов, SiC. Молекулы C_{60} начинают десорбироваться с фуллерита при ≥ 600 К, а с иридия при ≥ 900 К с потоком, слабо зависящим от T . При ≥ 1200 К молекулы C_{60} эффективно распадаются в адсорбированном слое на C с образованием графита.

Обнаруженные недавно молекулы фуллерена C_{60} [1], имеющие необычную форму полой сферы с наружным диаметром $\sim 7 \text{ \AA}$ и внутренним диаметром $\sim 4,5 \text{ \AA}$, составленной из 20 шестиугольников и 12 пятиугольников, вызывают огромный научный и практический интерес, который усилился после разработки в [2] метода получения макроскопических количеств этого вещества. Была обнаружена высокотемпературная сверхпроводимость при 30 К у Rb_3C_{60} кристалла фуллерита, построенного из молекул C_{60} , допированного рубидием. Поэтому задача данной работы – изучение свойств молекул C_{60} и получаемых из них пленок фуллеритов на поверхности металлов – представляется актуальной. Эти исследования также стимулировал многолетний опыт авторов по изучению взаимодействия углерода с поверхностью металлов, суммированный в монографии А.Я.Тонтегоде "Углерод на поверхности переходных металлов" [3].

Опыты проводили в двух высоковакуумных установках: электронном оже-спектрометре высокого разрешения ($\Delta E/E \leq 0,1\%$) и магнитном масс-спектрометре (с чувствительностью $\sim 10^{-16}$ торр), которые описаны в [4]. Для создания источника потока молекул C_{60} использовали тонкую ленту из иридия (с толщиной 20 микрон), которую предварительно отжигали в вакууме при 2200 К. Затем на нее многократно наносили каплю раствора C_{60} в бензоле, а бензол испаряли. Таким способом на иридии удавалось сформировать пленку фуллерита толщиной $\sim 1000 \text{ \AA}$. Как показали масс-спектрометрические опыты, в области $600 < T < 1100$ К из пленки десорбируется поток молекул C_{60} (в масс-спектрометре наблюдались ионы C_{60}^+ и C_{60}^{++}), плотность которого удивительно слабо зависит от температуры ленты.

Такой же источник C_{60} был создан в оже-спектрометре для изучения адсорбционно-десорбционных процессов на поверхности иридиевой ленты и формирования на ней пленки фуллерита. О толщине напыляемой пленки фуллерита судили по ослаблению оже-пика иридия. Для снятия оже-спектров

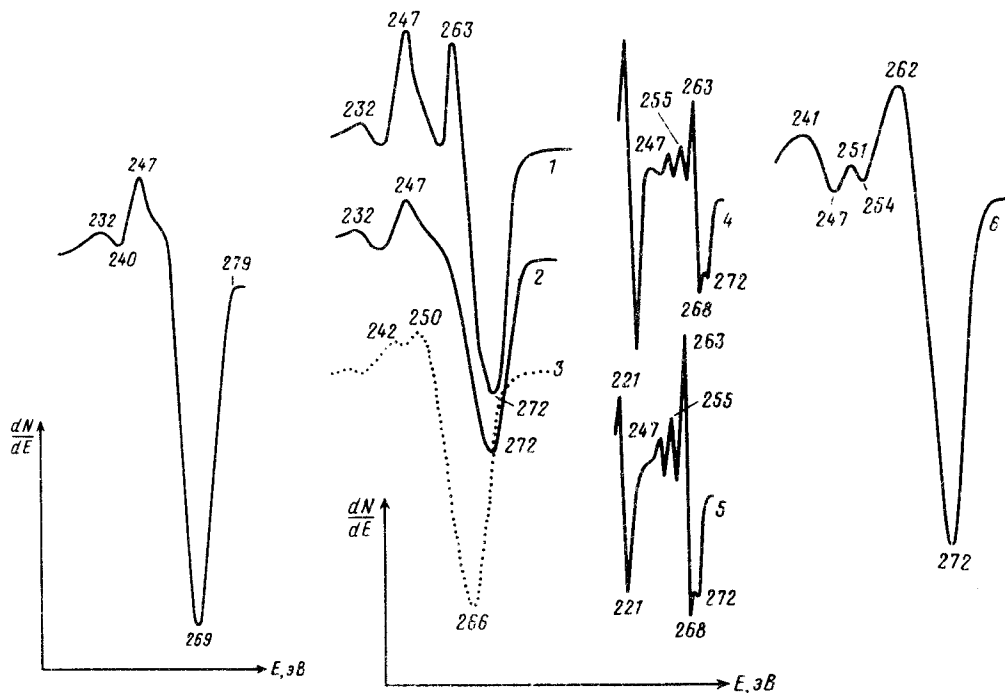


Рис.1

Рис.2

Рис.1. Оже-спектр углерода от пленки фуллерита на поверхности иридия

Рис.2. Оже-спектры углерода от: 1 – монокристалла графита, 2 – поликристалла графита, 3 – алмаза, 4 – поверхностного карбида молибдена MoC , 5 – объемного карбида молибдена Mo_2C с поверхностным карбидом MoC , 6 – карбида кремния SiC

углерода использовали напыленную пленку толщиной $\sim 8 \div 10$ мономолекулярных слоев, которая полностью экранирует металл. На рис.1 представлены в дифференциальной форме S_{kvv} оже-спектры из такой пленки фуллерита, а на рис.2 представлены снятые в том же приборе S_{kvv} оже-спектры от моно- и поликристалла графита, алмаза, карбидов металлов, карбида кремния. Видно, что форма S_{kvv} оже-спектра фуллерита существенно отличается от других состояний углерода. Наиболее близкой к форме оже-пика фуллерита оказался оже-пик углерода от поликристалла графита. Однако в отрицательном выбросе оже-пиков имеется существенное отличие в энергии на 3,0эВ (272эВ – у поликристалла графита и 269 – у фуллерита). Таким образом, с помощью ЭОС высокого разрешения легко отличить пленку фуллерита от других состояний углерода, что важно для диагностики поверхностного углерода. Отметим, что ранее в работе [5] методами оже- и электронной спектроскопии получены S_{kvv} оже-спектры от нановолоконного углеродного материала (трубообразного C_{60+18n} твердого тела), которые отличались от оже-спектров кристалла графита.

Интересно было изучить начальные стадии адсорбции C_{60} на иридии. Для этого фуллерен напыляли на ленту из Ir при 300 K до субмонослойного покрытия $1 \cdot 10^{14}$ мол. $\text{C}_{60}/\text{см}^2$, а затем ленту ступенчато нагревали и с помощью ЭОС следили за поверхностным углеродом.

Оказалось, что молекулы C_{60} начинают десорбироваться с металла при значительно более высоких $T \gtrsim 900$ К, чем с пленки фуллерита ($T = 600$ К) из-за большей энергии связи. Отметим слабую зависимость времени жизни молекул C_{60} от температуры подложки, что, видимо, отражает специфику термодесорбции многоатомного объекта. При $T \geq 1200$ К молекулы C_{60} эффективно распадаются в адсорбированном слое на Ir с образованием графита. Отметим, что только в форме молекул C_{60} поверхностный углерод можно удалить с иридия при столь низких $T \sim 900$ К, в то время, как хемосорбированные атомы С удаляются с иридия лишь при $T > 200$ К [6].

-
1. H.W.Kroto, I.R.Heath, S.C.O'Brien et al., *Nature* **318** 162 (1985).
 2. W.Krättschmer, L.D.Lamb, K.Fostiropoulos, and D.R.Huffman, *Nature* **347**, 354 (1990).
 3. A.Y.Tontegode, *Progress in Surf. Sci.* **38**, 201 (1991).
 4. N.A.Kholin, E.V.Rut'kov, and A.Y.Tontegode, *Surf. Sci.* **139**, 155 (1984).
 5. В.В.Хвостов, Л.А.Чернозатонский, З.Я.Косаковская и др., *Письма в ЖЭТФ* **56**, 280 (1992).
 6. Н.Р.Галль, М.С.Кобрин, С.Н.Михайлов и др., *Поверхность* №9, 21 (1984).