

ПОЛИМЕРНАЯ СТРУКТУРА УГЛЕВОДОРОДНЫХ ПЛЕНОК

А. П. Соколов, А. П. Шебанин

Высокая твердость и хорошие оптические качества углеводородных пленок (УВП) делают их перспективными в качестве защитных и просветляющих покрытий. Ведется интенсивная дискуссия о структуре УВП. При этом в большинстве работ анализируются спектры комбинационного рассеяния света (КРС) в области частот $1200\text{--}1600\text{ см}^{-1}$: изучаются положение о спектре так называемой G -моды ($\sim 1530\text{--}1580\text{ см}^{-1}$), ее полуширина и отношение интегральных интенсивностей D ($\sim 1350\text{ см}^{-1}$) и

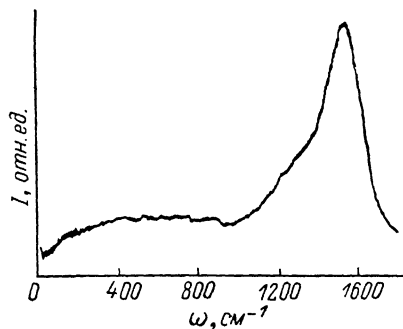
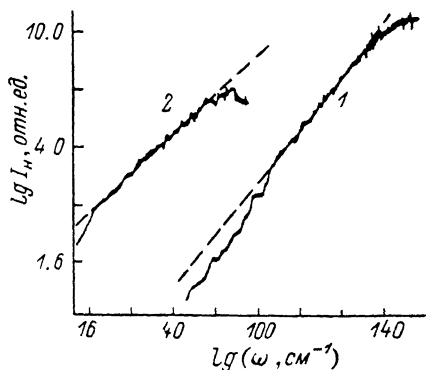


Рис. 1. Спектр КРС УВП.

Рис. 2. Низкочастотные спектры КРС.
1 — УВП, 2 — полиметилметакрилат [7].

G -моды. Из анализа спектров делаются выводы о близости структуры УВП к структуре алмаза либо структуре, образованной графитоподобными кластерами размером $\sim 10\text{--}20\text{ \AA}$, либо к структуре полимеров [1–3]. В данной работе для изучения структуры УВП был впервые использован метод низкочастотной спектроскопии КРС. Он является эффективным методом изучения микронеоднородностей структуры с масштабом $\sim 10\text{--}100\text{ \AA}$ [4–6], фрактальной структуры различных объектов, в том числе полимеров [7, 8].

УВП были получены осаждением из ацетиленовой плазмы тлеющего разряда на кварцевую подложку. Спектры КРС измерялись в геометрии «на отражение» на приборе U-1000. Длина волны возбуждающего света $\lambda = 514\text{ нм}$, мощность $P = 50\text{ мВт}$, спектральная ширина щелей прибора 4 см^{-1} . На рис. 1 приведен спектр КРС УВП. Кроме упомянутых выше G - и D -мод в области $\omega \sim 1200\text{--}1600\text{ см}^{-1}$, в низкочастотной части спектра наблюдается широкое бесструктурное плечо.

Отсутствие пиков в данной области спектра позволяет сделать вывод об отсутствии кластеров размером $\sim 10\text{--}100\text{ \AA}$ в исследованных образцах УВП [4–6]. С другой стороны, анализ спектра (спектр приведен с учетом бозевского фактора $n(\omega) + 1$) обнаруживает значительный степенной участок с наклоном $\mu \approx 0.92$ в области $100 \leq \omega \leq 400\text{ см}^{-1}$ (рис. 2, 1). Аналогичный спектр наблюдается и в полимерах [7, 8] (рис. 2, 2). В случае полимеров степенной участок смещен в область более низких частот и имеет меньший показатель степени $\mu \approx 0.8\text{--}0.6$ [7, 8].

Низкочастотные спектры КРС полимеров связывают с фрактальностью их структуры. Согласно [8], интенсивность рассеяния света фрактальными колебательными возбуждениями должна иметь степенную зависимость

$$I_n = I / (n(\omega) + 1) \sim \omega^\mu, \quad (1)$$

где $\mu \sim \bar{d}$ — спектральной размерности колебательных возбуждений. В нормальной трехмерной структуре $\bar{d}=3$, а в идеальном линейном полимере $\bar{d}=1$. В реальных полимерах $\bar{d} > 1$, что свидетельствует об отличии их структуры от идеальной линейной цепочки. Проведенные сравнения данных нейтронного рассеяния и низкочастотной спектроскопии КРС подтвердили справедливость (1), но обнаружили некоторое количественное расхождение в ценке \bar{d} из величины μ [9]. Вместе с тем результаты [7-9] позволяют сделать однозначный вывод, что μ монотонно растет от ~ 0.6 до ~ 0.8 при увеличении \bar{d} от 1.44 до 1.8.

Таким образом, низкочастотный колебательный спектр исследованной УВП аналогичен спектру полимеров, но обладает более высоким значением $\bar{d} \approx 1.9 \div 2.0$, близким к значению \bar{d} для колебательного спектра плоскости. Этот результат позволяет сделать вывод, что структура исследуемого образца промежуточная между структурой полимера и графитоподобной структурой.

По-видимому, изменения условий приготовления и отжиг образцов могут значительно изменять структуру УВП, приводить к появлению графитоподобных либо алмазоподобных кластеров и т. д. Дальнейшее использование метода низкочастотной спектроскопии КРС позволит изучить эти процессы.

Авторы выражают благодарность В. П. Королькову за предоставленные образцы а-С:Н и В. Н. Новикову за полезные обсуждения.

Список литературы

- [1] Hsiao-chu Tsai, Body D. B. // J. Vac. Sci. Technol. A. 1987. V. 5. N 6. P. 3287—3312.
- [2] Tamor M. A. e. a. // Appl. Phys. Lett. 1989. V. 54. N 2. P. 123—125.
- [3] Баранов А. В., Кошина Е. А. // Опт. и спектр. 1988. Т. 65. № 4. P. 856—860.
- [4] Boukenter A. e. a. // Phys. Rev. Lett. 1986. V. 57. N 19. P. 2391—2394.
- [5] Малиновский В. К., Новиков В. Н., Соколов А. П. // ФТТ. 1987. Т. 29. № 11. С. 3470—3471.
- [6] Овсянко Н. Н., Горохов Б. Б., Грищенко В. В., Шебанин А. П. // Письма в ЖЭТФ. 1988. Т. 47. С. 248—251.
- [7] Багрянский В. А., Малиновский В. К., Новиков В. Н., Пущаева Л. М., Соколов А. П. // ФТТ. 1988. Т. 30. № 8. С. 2360—2366.
- [8] Boukenter A., Duval E., Rosenberg H. M. // J. Phys. C. 1988. V. 21. N 15. P. 541—547.
- [9] Багрянский В. А., Землянов М. Г., Малиновский В. К., Новиков В. Н., Паршин П. П., Соколов А. П. // Препринт ИАиЭ СО АН СССР. Новосибирск, 1989. № 437.

Институт автоматики и электрометрии
СО АН СССР
Новосибирск

Поступило в Редакцию
8 декабря 1989 г.

УДК 539.22;548.4

© Физика твердого тела, том 32, № 10, 1990
Solid State Physics, vol. 32, N 10, 1990

ОТНОШЕНИЕ ВЕРОЯТНОСТЕЙ ПОГЛОЩЕНИЯ И ПЕРЕИЗЛУЧЕНИЯ БЕЗ ОТДАЧИ γ -КВАНТОВ

К. Ф. Цицкишвили

Мессбауэровские γ -кванты, резонансно поглощаемые ядрами с вероятностью f' , через время τ переизлучаются без отдачи с вероятностью f'' или с отдачей с вероятностью $1-f''$. Общепринято, что $f' = f''$ [1]. Вопрос о сравнении этих величин никогда не ставился, f' определяется в экспериментах поглощения различными методами, а для определения f'' применяется отношение интенсивностей резонансно отраженных γ -квантов с отдачей и без отдачи. Для нерасщепленной линии f'' было рассчитано