

РАДИАЦИОННЫЕ ПОВРЕЖДЕНИЯ И ОПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ТВЕРДЫХ ПЛЕНОК C₇₀

*О.П. Дмитренко, Н.П. Кулиш, Ю.И. Прилуцкий, Н.М. Белый, И.Н. Дмитрук,
В.С. Стащук, В.Г. Порошин*

Киевский национальный университет им. Тараса Шевченка, г. Киев;

В.В. Шлапацкая

ДП «Радма» ИФХ НАН Украины, г. Киев, Украина;

П. Шарф

Технический университет, Институт физики, г. Ильменау, Германия

Исследуются рамановское рассеяние, фотолюминесценция, оптическая проводимость и кристаллическая структура твердых пленок C₇₀ при электронном облучении. Показано, что изменения указанных свойств при различных дозовых нагрузках являются следствием радиационных повреждений, обусловленных смещением атомов углерода в междоузельные положения кристаллической ГПУ-решетки твердых фуллеренов C₇₀. Механизмы влияния на электронные, колебательные, экситонные спектры в пленках C₇₀ являются более сложными, чем в случае твердых C₆₀.

ВВЕДЕНИЕ

В связи с тем, что выход фуллеренов C₇₀ при существующих методах синтеза замкнутых углеродных кластеров гораздо меньше, чем фуллеренов C₆₀, объем исследований этих материалов незначительный. В то же время, несмотря на то, что геометрию молекулы C₇₀ можно построить, используя две половинки фуллеренов C₆₀ с добавлением между ними промежуточного пояса, содержащего дополнительные 10 атомов углерода, свойства молекул C₆₀ и C₇₀ существенно отличаются. В первую очередь это связано с отличием симметрии этих молекул. Если молекула C₆₀ описывается симметрией срезанного икосаэдра I_h , то симметрия фуллеренов C₇₀ соответствует точечной группе D_{5h} . В кристаллическом состоянии при комнатной и выше температурах молекулы C₆₀ образуют ГЦК-решетку, а твердые C₇₀ относятся к ГПУ-структуре [1, 2]. При температурах вблизи T = 300 К молекулы C₇₀ вращаются относительно более длинного направления, причем все эти важные направления выстраиваются параллельно друг другу. При температурах выше T = 573 К все молекулы разупорядочены и вращаются свободно. Фотоиндуцированная полимеризация в видимом и ультрафиолетовом диапазонах намного слабее, чем в твердых фуллеренах C₆₀ [3]. При полимеризации в результате высоких давлений и температур наблюдается превращение ГПУ-фазы в ромбоэдрическую ($R3m$) при заметном возрастании параметра c (в гексагональных координатах). Последующий отжиг при температурах около 500 К приводит к ГЦК-структуре с параметром решетки a , превышающим значение $a \approx 14,2 \text{ \AA}$ для конденсированного состояния молекул C₆₀ [4]. 1D или 2D полимеризованные структуры происходят в результате образования четырехзвенных колец между молекулами, как для фуллеренов C₆₀ [3], или при появлении нового типа межмолеку-

лярной связи, которая приводит к (3 + 3) звеньям [5]. В отличие от молекул C₆₀ рамановские спектры и фотолюминесценция, указывающие на колебательную структуру и экситонные состояния, для фуллеренов C₇₀ не изменяются с ростом температуры и давления [4]. Исследование спектров оптического поглощения свидетельствует о межмолекулярном переносе зарядов, уровни состояний которого, как и край поглощения, смещены по сравнению с положениями этих уровней для твердых фуллеренов C₆₀ [6]. Существенную роль в поведении свойств твердых фуллеренов C₇₀ играет допирование металлами, кислородом, водородом, азотом. При допировании щелочными металлами [2] спектры рамановского рассеяния и инфракрасного поглощения заметно трансформируются, так как, особенно в высокочастотном диапазоне, появляется существенное смещение частот колебательных мод, что не наблюдается для твердых C₆₀. Сложной является температурная зависимость электросопротивления при различных условиях окисления. Например, отжиг на воздухе при 353 К приводит к падению электропроводности, а в случае нагрева при 473 К, наоборот, проводимость возрастает [7].

Таким образом, представления о поведении твердых C₇₀, которые, с одной стороны, менее восприимчивы к полимеризации, а с другой, – показывают существенные изменения оптических свойств при допировании примесями, свидетельствуют о необходимости поиска возможно новых механизмов межмолекулярного взаимодействия, не всегда согласующихся с известными объяснениями для твердых C₆₀.

В данной работе изучено влияние отжига и высокоэнергетического электронного облучения на поведение кристаллической структуры, изменения рамановских спектров и фотолюминесценции, оптиче-

ских спектров показателя преломления, константы поглощения и частотной зависимости проводимости. При этом предполагалось изучить механизмы влияния радиационных повреждений, обусловленных смещением атомов углерода с каркаса молекул C_{70} , на кристаллическую, электронную, экситонную, колебательную структуры твердых C_{70} и сравнить их с механизмами, определяющими радиационную стойкость фуллеренов C_{60} .

Пленки твердых C_{70} были получены при вакуумной конденсации сублимированных при температуре около 773 К молекул на подложки из нержавеющей стали. Толщина пленок равнялась 1800 нм, температура подложек комнатная. Энергия облучающих электронов была выбрана 1,8 МэВ, дозы поглощения составляли 50, 100, 200, 400 МПа. Кроме облученных образцов изучалось отожженное состояние, которое было получено путем нагрева образцов с осажденными пленками при 473 К в течение 5 ч.

Кристаллическая структура определялась методом рентгеновской дифрактометрии. Трансформация электронной структуры исследовалась методами спектральной эллипсометрии и фотолюминесценции, колебательная структура изучалась методом рамановской спектроскопии. Рассеяние и возбуждение молекул осуществлялись при использовании лазера на ионах аргона с длиной волны $\lambda = 514,5$ нм.

1. КОЛЕБАТЕЛЬНАЯ И ЭКСИТОННАЯ СТРУКТУРА ТВЕРДЫХ ПЛЕНОК C_{70}

Присутствие дополнительных межмолекулярных взаимодействий в молекулярных кристаллах, вызванное появлением ковалентных связей при полимеризации или кулоновских связей при ионизации молекул, должно сопровождаться понижением симметрии фуллеренов и, соответственно, изменениями в спектрах рамановского рассеяния.

Действительно, видно, что отжиг и облучение при различных дозах поглощения электронов приводят к изменениям в спектрах рассеяния лазерных лучей (рис. 1). Заметно, что при отжиге фон рамановского рассеяния мало изменяется по сравнению с поведением рассеяния для пленок C_{70} в исходном состоянии осаждения. Это свидетельствует об отсутствии существенных статических смещений атомов углерода на оболочке молекулы. В то же время видно более заметное расщепление практически всех пиков, соответствующих различным колебательным модам. Для отдельных колебательных мод наблюдается изменение соответствия интенсивностей. Следует отметить, что приведенное поведение спектров рамановского рассеяния сильно отличается от аналогичного спектра, полученного при таких же условиях отжига для пленок C_{60} . Рассеяние для последних характеризуется появлением сильного высокочастотного фона и более существенными расщеплениями пиков колебательных мод H_g , особенно $H_g(8)$ [8]. При отсутствии относительного изменения интенсивностей пиков от отдельных колебательных

мод в спектре C_{60} возникали дополнительные пики от прежде не активных мод при рамановском рассеянии. По аналогии с пленками C_{60} можно предположить, что наблюдаемое поведение рамановского рассеяния в пленках C_{70} обусловлено присутствием в интеркалированном состоянии молекул кислорода [8, 9]. Перенос зарядов с фуллеренов на атомы кислорода в пленках C_{70} , по-видимому, незначительный, поэтому заметных дополнительных сил, сильно искажающих геометрию молекул, не наблюдается.

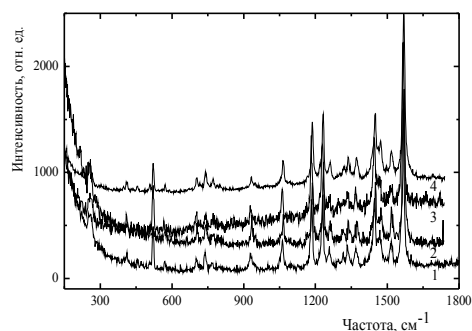


Рис. 1. Спектры рамановского рассеяния твердых пленок C_{70} после отжига и электронного облучения: 1 — исходное состояние; 2 — отжиг при 473 К, в течение 300 мин; 3 — облучение с дозой 200 МПа; 4 — 400 МПа ($d = 1800$ нм, подложка — нержавеющая сталь, $\lambda = 514,5$ нм, $E_e = 1,8$ МэВ)

Снятие вырождения для большинства пиков рамановского рассеяния имеется и в случае облучения электронами при дозе поглощения 200 МПа (см. рис. 1, кр. 3). Линии от отдельных колебательных мод более размыты не только по сравнению с исходным, но и с отожженным состоянием. Кроме того, заметным становится фон рамановского рассеяния почти во всем исследуемом диапазоне частот, хотя дополнительные линии, как для молекул C_{60} , не появляются. Возникновение фона, как можно предположить, является следствием смещения атомов углерода с поверхности молекул C_{70} и сопутствующих этому статических искажений, ответственных за диффузный фон при рассеянии. Возможно, что при попадании атомов углерода в междоузельные положения образуются комплексы с молекулами кислорода ($C-O_2$) [10]. Наличие при этом переноса зарядов создает кулоновское взаимодействие, при котором снижается симметрия молекулы C_{70} , хотя и менее заметно, чем для молекул C_{60} [10], также сопровождается возникновением более сложного спектра рамановского рассеяния по сравнению с исходным и отожженным состояниями.

Облучение с более высокой дозой поглощения 400 МПа приводит к частотной зависимости рассеяния света, вид которой отличается от спектров при предыдущих обработках и наиболее близок к спектру для исходного состояния.

Таким образом, в отличие от молекул C_{60} , для которых с ростом дозы наблюдается возрастание фона и усложнение спектра рассеяния, проявляющегося в расщеплении пиков колебательных мод H_g , а также в отличие от предыдущих обработок пленок C_{70} спектр рамановского рассеяния фуллеренов C_{70} в последнем случае становится более совершенным. Рассеяние после облучения с дозой поглощения 400 МРа по сравнению с меньшей дозой 200 МРа характеризуется падением диффузного фона. Кроме того, наблюдается смещение некоторых пиков, включая наиболее интенсивные, соответствующие колебательным модам n ($\sim 1183 \text{ см}^{-1}$), o ($\sim 1231 \text{ см}^{-1}$), u ($\sim 1446 \text{ см}^{-1}$), z ($\sim 1567 \text{ см}^{-1}$), в сторону увеличения частот. Претерпевают изменения относительные интенсивности для колебательных мод h ($\sim 705 \text{ см}^{-1}$) и j ($\sim 739 \text{ см}^{-1}$), n и o , r ($\sim 1334 \text{ см}^{-1}$) и t ($\sim 1369 \text{ см}^{-1}$). Такое поведение спектров рамановского рассеяния позволяет предположить, что несмотря на возрастание с увеличением дозы концентрации радиационных дефектов существенного нарушения симметрии молекул не происходит. Это может быть связано с перестройкой электронной структуры, вызванной смещенными атомами углерода или их комплексами, которая способствует не только созданию межмолекулярных взаимодействий кулоновского типа, но и перераспределению зарядов на каркасе молекул C_{70} , обеспечивающим ужесточение связей C–C.

Одной из причин установившейся электронной структуры также является возрастание скорости отжига неравновесных междоузельных атомов углерода на стоках. В конечном итоге концентрация радиационных дефектов может оказаться даже меньше, чем при более низких дозах поглощения.

Спектры фотолюминесценции пленок C_{70} и C_{60} в исходном состоянии осаждения молекул фуллеренов существенно отличаются друг от друга (рис. 2). Если для пленок фуллеренов C_{60} кроме основного максимума, обусловленного излучательной рекомбинацией синглетных экситонов Френкеля на молекулах C_{60} (1,69 эВ), заметными являются еще два пика при $\sim 1,5$ и $1,6$ эВ, которые относят за счет эмиссии экситонов на X -центрах [12], то спектр фотолюминесценции фуллеренов C_{70} более сложный. Кроме того, что положение основного максимума соответствует энергии $\sim 1,8$ эВ, при более низких энергиях наблюдаются четыре пика, энергии излучения которых равны $\sim 1,75$; $1,65$; $1,5$ и $1,35$ эВ. Природа этих пиков не изучена. В результате облучения интенсивности указанных максимумов не возрастают, как для фуллеренов C_{60} , а падают. Причем с ростом дозы до 200 МРа все пики сохраняются, хотя по отношению к основному пику интенсивности низкоэнергетических пиков уменьшаются, а их положения смещаются к меньшим энергиям (см. рис. 2). Если допустить, что все или отдельные низкоэнергетические пики связаны с эмиссией экситонов на X -центрах, то можно предположить, что их роль, а возможно и природа пленок C_{70} отличается от результатов локализа-

ции мигрирующих экситонов на X -центрах в пленках C_{60} . Это отличие в первую очередь обусловлено тем, что в пленках C_{70} X -центры способствуют процессам безызлучательной рекомбинации. Такими центрами, которые создают локализованные электронные состояния в энергетической щели, могут являться интеркалированные молекулы кислорода [13]. Другими центрами, аналогичным образом воздействующими на рекомбинацию экситонов, могут выступать различные комплексы, например, $(C-O_2)$.

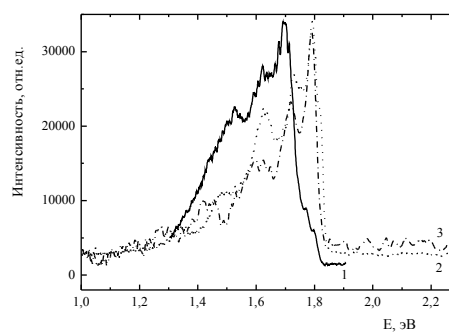


Рис. 2. Спектры излучательной рекомбинации экситонов для твердых пленок C_{60} и C_{70} : 1 – исходное состояние пленок C_{60} ; 2 – C_{70} ; 3 – облучение пленок C_{70} с дозой поглощения 200 МРа ($d(C_{60}) = 700 \text{ нм}$, $d(C_{70}) = 1800 \text{ нм}$, подложка – нержавеющая сталь, $\lambda = 514,5 \text{ нм}$, $E_e = 1,8 \text{ нм}$)

Таким образом, облучение до 200 МРа не изменяет общий характер спектра фотолюминесценции, однако приводит к генерации центров безызлучательной рекомбинации, смещению локализованных электронных состояний. Такое поведение электронной структуры в области энергетической щели вызвано смещением атомов углерода при радиационных повреждениях молекул C_{70} и интеркалированными молекулами кислорода. Ясно, что при этом должна наблюдаться перестройка электронной структуры и в области межзонных переходов.

2. ОПТИЧЕСКАЯ ПРОВОДИМОСТЬ ТВЕРДЫХ ПЛЕНОК C_{70} ПРИ ОБЛУЧЕНИИ

Для пленок C_{70} в области энергий фотонов света, при которых наблюдается поглощение, обусловленное межзонными переходами, ярко выраженная в исходном состоянии полоса появляется лишь при энергии ~ 4 эВ (рис. 3).

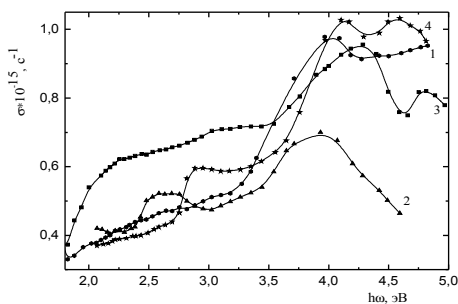


Рис. 3. Спектры оптической проводимости твердых пленок C_{70} после отжига и электронного облучения: 1 – исходное состояние; 2 – отжиг при 473 К, в течение 300 мин; 3 – облучение с дозой поглощения 200 МРа; 4 – 400 МРа ($d = 1800$ нм, подложка – нержавеющая сталь, $E_e = 1,8$ МэВ)

При более низких энергиях поглощение света значительно меньше, и заметные особенности в спектре оптической проводимости $\sigma(\omega)$, как в пленках C_{60} , не наблюдаются. Характер зависимости $\sigma(\omega)$ при длительном отжиге (473 К, в течение 300 мин) изменяется. При такой термообработке пленок C_{70} возникает особенность вблизи энергии 2,6 эВ и наблюдается резкое уменьшение оптической проводимости в диапазоне энергий, превышающих 4,0 эВ. Как показывают теоретические расчеты оптической проводимости при отжиге для пленок C_{60} , такое поведение $\sigma(\omega)$ является следствием акцепторного влияния на электроны фуллеренов атомов кислорода. Поэтому можно предположить, что и для фуллеренов C_{70} увеличение концентрации интеркалированных молекул кислорода, которое достигается при указанном отжиге, способствует наблюдаемой перестройке электронных спектров. Очевидно, что такая трансформация этих спектров может приводить к возникновению дополнительного кулоновского взаимодействия и, как для пленок C_{60} , вносить изменения в колебательный спектр молекул C_{70} , что и наблюдается (см. рис. 1).

Перестройка оптических спектров в области межзонных электронных переходов имеется и при облучении. Так при дозе поглощения 200 МРа в диапазоне энергий бомбардирующих фотонов до $\sim 3,5$ эВ оптическая проводимость возрастает и наблюдается появление слабо выраженных широких полос вблизи энергий 2,3 и 3,0 эВ. Падение $\sigma(\omega)$ при высоких энергиях меньше, чем в случае отжига, поэтому очевидно, что роль атомов кислорода при указанном облучении менее существенная. Так как при облучении возникают радиационные дефекты, то можно предположить, что наблюдаемое изменение электронных спектров связано с переносом зарядов между молекулами C_{70} и интеркалированными в кристаллической решетке атомами углерода, смещенными с молекул при радиационных повреждениях.

Как было показано, появление в междоузельных положениях атомов углерода и возникновение при этом кулоновского взаимодействия приводит к искажениям молекул C_{70} и обогащению дополнительными модами их колебательно спектра.

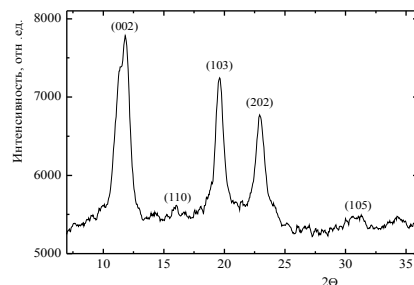
Увеличение дозы до 400 МРа приводит к спектру оптической проводимости, который близкий к аналогичному спектру для исходного состояния. В то же время при таком облучении возникают некоторые особенности в электронном спектре. К ним можно отнести энергетическую полосу вблизи энергии 3,0 эВ и расщепление полосы около энергии 4,25 эВ на две особенности возле энергий $\sim 4,2$ и 4,6 эВ. Естественно ожидать, что эти особенности также связаны с внедренными при облучении атомами углерода, хотя в меньшей мере влияющими на искажения молекул C_{70} , чем в случае меньших доз.

Как предполагалось, наблюдаемое изменение $\sigma(\omega)$ обусловлено ускорением миграции междоузельных атомов углерода к стокам или образованием комплексов $(C-O_2)^{-1}$, более слабо влияющих на молекулы C_{70} .

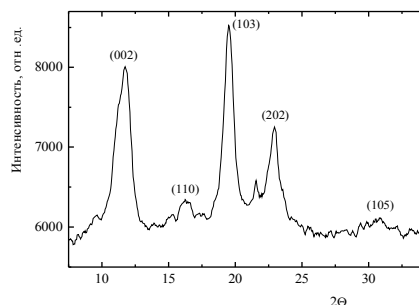
3. КРИСТАЛЛИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА ТВЕРДЫХ ПЛЕНОК C_{70} ПРИ ОБЛУЧЕНИИ

В том случае, когда имеется смещение атомов углерода с молекул в кристаллическую решетку, параметры решетки должны увеличиваться.

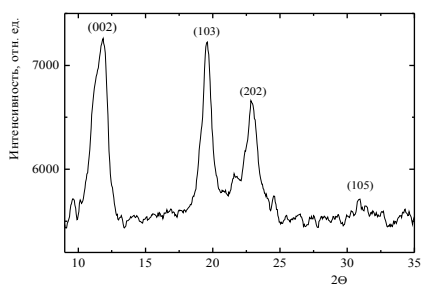
На рис. 4 приведены рентгеновские дифрактограммы в исходном состоянии и после облучения с дозами поглощения 200 и 400 МРа для пленок C_{70} .



а



б



6

Рис. 4. Рентгеновские дифрактограммы для твердых пленок C_{70} после электронного облучения: а – исходное состояние; б – облучение с дозой поглощения 200 МПа; в – 400 МПа ($d = 1800$ нм, подложка – нержавеющая сталь, $\lambda_{Co} = 1,79$ Å)

Как видно, в исходном состоянии конденсированные молекулы C_{70} образуют ГПУ-фазу с параметрами решетки $a = 12,65$ Å и $c = 18,00$ Å ($c/a = 1,42$). Заполнение решетки не соответствует идеальному. При облучении с дозами поглощения 50 и 100 МПа наблюдается возрастание параметра a , в то время как параметр решетки c не изменяется. Воздействие облучением с дозой поглощения 200 МПа (см. рис. 4,б), при сохранении ГПУ-структуры приводит к самому большому значению параметра решетки $a = 13,24$ Å, в то время как параметр решетки $c = 18,00$ Å остается прежним. При этом идеальность упаковки решетки ухудшается, $c/a = 1,36$. Такое изменение параметров решетки указывает на частичное заполнение тетраэдрических пор, расположенных вблизи базисной плоскости ГПУ-структуры.

При дальнейшем увеличении дозы поглощения до 400 МПа (см. рис. 4,в) параметры ГПУ кристаллической решетки возвращаются к значениям, соответствующим исходному состоянию. При этом параметры становятся равными $a = 12,60$ Å, $c = 18,03$ Å ($c/a = 1,43$).

Таким образом, как и предполагалось, наблюдается уход с междоузельных положений смещенных атомов углерода. Не исключено, что релаксация кристаллической ГПУ-структуры сопровождается возникновением новых фаз. Действительно, при облучении с дозой поглощения 200 МПа между отражениями (103) и (202) появляется дифракционный максимум, который отсутствует для кристаллов с ГПУ-структурой. Облучение с дозой поглощения 400 МПа приводит к сохранению этого максимума, и, кроме того, появляются более выраженные отражения в положениях (100) и (104) ГПУ-фазы. Возможно, что эти максимумы случайно перекрываются с отражениями ГПУ-структуры и соответствуют другой фазе.

Следует обратить внимание, что в пленках C_{60} увеличение дозы поглощения тоже сопровождалось уменьшением параметра решетки a , однако совершенствование колебательных спектров отсутствовало. Это указывает на различие механизмов влияния облучения на поведение оптических свойств в пленках C_{60} и C_{70} .

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Исследования колебательных спектров, электронной структуры в области энергетической щели и межзонных переходов, кристаллической структуры показывают, что электронное высокоэнергетическое облучение приводит к радиационным повреждениям молекул C_{70} . Эти повреждения сопровождаются накоплением атомов углерода в междоузельных положениях ГПУ-решетки, что влияет на электронную структуру и колебательные спектры пленок C_{70} . С ростом дозы поглощения наблюдается релаксация кристаллической структуры, которая обусловлена связыванием атомов углерода либо в комплексах ($C-O_2$), либо в новых фазах, которые формируются на базе фуллеренов C_{70} и атомов углерода.

При этом прослеживается возобновление вида частотной зависимости и колебаний молекул C_{70} . Такое поведение молекул в пленках C_{70} отличается от свойств молекул C_{60} при аналогичном облучении. В пленках C_{60} релаксация оптических свойств с ростом дозы поглощения при облучении электронами отсутствует.

ЛИТЕРАТУРА

1. P.C. Eklund, A.M. Rao, P. Zhou et al. Photochemical transformation of C_{60} and C_{70} films // *Thin Sol. Films*. 1995, v. 257, p. 185–203.
2. P.C. Eklund, A.M. Rao, Y. Wang et al. Optical properties of C_{60} and C_{70} – based solid films // *Thin Sol. Films*. 1995, v. 257, p. 211–232.
3. A.M. Rao, D.S. Cornett, M.A. Duncan et al. Photoinduced polymerization of solid C_{70} films // *Chem. Phys. Letters*. 1994, v. 224, p. 106–112.
4. C.S. Sundar, P.Ch. Sahu, V.S. Sastry et al. Pressure – induced polymerization of fullerenes: Comparative study of C_{60} and C_{70} // *Phys. Rev. B*. 1996, v. 53, N13, p. 8180–8183.
5. S. Buga, V. Blank, A. Fransson et al. Study of annealing and phase transformations of C_{60} and C_{70} polymerized under pressure in the range 9,5–13 GPa // *Jorn. Phys. Chem. Solids*. 2002, v. 63, p. 331–343.
6. S. Kazaoni, N. Minami, Y. Nanabe et al. Comprehensive analysis of intermolecular charge-transfer excited states in C_{60} and C_{70} films // *Phys. Rev. B*. 1998, v. 58, N12, p. 7689–7700.
7. D. Han, H. Habuchi, S. Nitta. Temperature dependence of the conductivity and kinetics of oxygen intercalation of C_{70} films // *Phys. Rev. B*. 1998, v. 57, N7, p. 3773–3777.
8. O.P. Dmytrenko, M.M. Bilyi, M.P. Kulish et al. Structural peculiarities and Raman vibrational modes in the C_{60} films // *Mol. Cryst. Liq. Cryst*. 2002, v. 385, p. 43–49.
9. R.A. Assink, J.E. Schirber, B. Morosin et al. Intercalation of molecular species into the interstitial sites of fullerene // *J. Mater. Res*. 1992, v. 7, N8, p. 2136–2142.
10. А.С. Вус, А.Н. Стеценко. Электропроводность дисперсных поликристаллических пленок системы фуллерен-углерод // *Алмазные пленки и пленки родственных материалов*. 2003, с. 270–276.
11. O.P. Dmytrenko, N.P. Kulish, N.M. Bilyi et al. Raman spectra and structure of thin Cu- C_{60} films // *Thin Solid Films*. 2004, v. 459, N1-2, p. 254–257.

12. O.P. Dmytrenko, N.M. Belyi, I.N. Dmytruk. Structure and photoluminescence of single-emulsion C₆₀ and Cu-C₆₀ films // *Fullerenes, nanotubes, carbon nanostructure*. 2004, v. 12, N1, p. 317–323.

13. H. Habuchi, S. Nitta, D. Han. Localized electronic states related to O₂ intercalation and photoirradiation on C₆₀ films and C₇₀ films // *J. Appl. Phys.* 2000, v. 87, N12, p. 8580–8588.

РАДІАЦІЙНІ ПОШКОДЖЕННЯ ТА ОПТИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ТВЕРДИХ ПЛІВОК C₇₀

О.П. Дмитренко, М.П. Куліш, Ю.І. Прилуцький, М.М. Білий, І.М. Дмитрук, В.С. Стацук, В.Г. Порошин, В.В. Шлапацька, П. Шарф

Досліджуються раманівське розсіяння, фотоломінесценція, оптична провідність та кристалічна структура твердих плівок C₇₀ при електронному опроміненні. Показано, що зміни вказаних властивостей при різних дозових навантаженнях є наслідком радіаційних пошкоджень, які обумовлені зміщенням атомів вуглецю у міжвузлові положення кристалічної ГЦУ-гратки твердих фулеренів C₇₀. Механізми впливу на електронні, коливні, екситонні спектри у плівках C₇₀ є більш складними ніж у випадку твердих C₆₀.

RADIATION DAMAGES AND OPTICAL PROPERTIES OF THE SOLID C₇₀ FILMS

O.P. Dmytrenko, N.P. Kulish, Yu.I. Prylutskyi, N.M. Belyi, I.N. Dmytruk, V.S. Staschuk, V.G. Poroshin, V.V. Shlapatskaya, P. Scharff

Raman scattering, photoluminescence, optical conductivity and crystal structure of the solid C₇₀ films during the electronic irradiation are studied in detail. It is shown that changes in the indicated properties at the different dose loads are the consequence of the radiation damages, caused by the atomic displacement of carbon atoms to the interstitial positions of the crystalline hcp lattice of solid C₇₀. The mechanisms of influence on the electronic, vibrational and exciton spectra in the C₇₀ films are more complicated than in the case of solid C₆₀.