

## БЕТАВОЛЬТАИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ В ДОНОРНО-АКЦЕПТОРНОМ КОМПЛЕКСЕ LCV-C<sub>60</sub>

© Ю.И. Головин, Д.В. Лопатин, А.Ю. Наседкин, М.А. Умрихина

Golovin Yu.I., Lopatin D.V., Nasedkin A.Yu., Umrikhina M.A. Betavoltaic effect of donor-acceptor complex LCV-C<sub>60</sub>. The betavoltaic effect of complex of fullerene C<sub>60</sub> with organic donors LCV was observed. Models explaining received effects were suggested.

В последнее время активно обсуждается возможность применения фуллереносодержащих материалов в дешевых фотовольтаических устройствах и фотодетекторах [1]. Известно, что проводимость монокристаллов фуллерита C<sub>60</sub> заметно возрастает под действием ионизирующего β-облучения малой интенсивности ( $K \sim 10^5 \text{ см}^2/\text{с}$ ) [2]. Целью данной работы являлось обнаружение и исследование эффектов, связанных с влиянием малодозового β-облучения на проводимость донорно-акцепторного комплекса LCV-C<sub>60</sub>.

В работе использовали молекулярный комплекс C<sub>60</sub> с органическим донором LCV (Leuco Crystal Violet или 4, 4', 4''-methylidynetris (N, N-dimethylaniline)), выращенный в ИИХФ РАН [2]. Ионизирующее β-облучение осуществляли препаратами на основе Sr<sup>90</sup> + Y<sup>90</sup> (средняя энергия эмитируемых электронов  $\langle E_1 \rangle = 0,2 \text{ МэВ}$  для Sr<sup>90</sup> и  $\langle E_2 \rangle = 0,93 \text{ МэВ}$  для Y<sup>90</sup>). Радиационная проводимость монокристаллических образцов LCV-C<sub>60</sub>, возбуждаемая облучением с интенсивностью  $K = 10^5\text{-}10^6 \text{ см}^2/\text{с}$ , измерялась с помощью электрометрического усилителя. Все измерения проводились при комнатной температуре.

На рис. 1 показана вольтамперная характеристика (ВАХ) комплекса LCV C<sub>60</sub> при  $K = 2,7 \cdot 10^6 \text{ см}^2/\text{с}$ . Видно, что ВАХ не проходит через начало координат и имеет характерный вид для фотовольтаических эффектов в полупроводниках. ЭДС составляла около 1 В, ток короткого замыкания составляет  $I_{\text{кз}} = 2,23 \cdot 10^{-12} \text{ А}$ .

Обнаружено, что зависимость β-вольтаического эффекта от интенсивности излучения имеет линейный характер (рис. 2). Внутренний квантовый выход β-вольтаического эффекта имеет большое значение (см. рис. 2) вследствие многокаскадной ударной ионизации молекул решетки релятивистскими электронами внешнего возбуждения. В результате ударной ионизации в объеме создается большое количество вторичных низкоэнергетических электронов, которые тоже могут принимать участие в генерации электронно-дырочных пар.

Возникновение радиационно-индуцированной проводимости комплексов LCV-C<sub>60</sub> в режиме короткого замыкания можно качественно объяснить при помощи модели, описывающей природу фотовольтаического эффекта в композитах проводящих полимеров с фуллеренами [1]. Индуцированный перенос электронной плотности с донора на акцептор приводит к образованию разделенных зарядов с большим временем жизни за счет пространственной делокализации электрона на объемной молекуле C<sub>60</sub> и к последующему движению электрона по фуллереновому слою вследствие эффек-

тивного перекрытия молекулярных орбиталей соседних молекул. Это в конечном итоге приводит к образованию свободных носителей заряда.

Линейный характер зависимости радиационного тока от интенсивности ионизирующего облучения указывает на возможность применения донорно-акцепторного комплекса LCV-C<sub>60</sub> в качестве датчика малоинтенсивного радиационного излучения. Оптимизация системы контакт – комплекс – контакт, типа контактов и других факторов позволит создать устройство прямого преобразования радиационной энергии в электрическую. Датчики и системы электропитания на основе данного материала будут характеризоваться долгим сроком службы (несколько десятков лет) и небольшими линейными размерами.

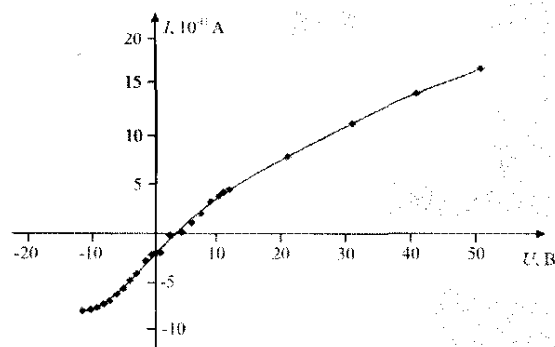


Рис. 1. ВАХ донорно-акцепторного комплекса LCV-C<sub>60</sub> при  $K = 2,7 \cdot 10^6 \text{ см}^2/\text{с}$

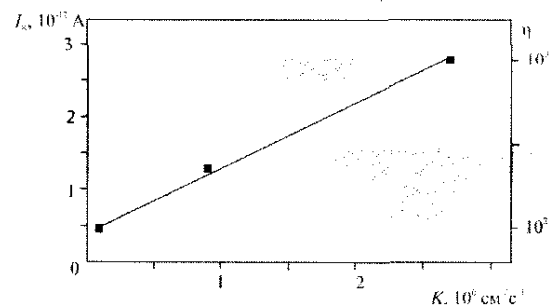


Рис. 2. Зависимость радиационно-индуцированного тока  $I_R$  и квантового выхода эффекта  $\eta$  от интенсивности возбуждающего облучения

## ЛИТЕРАТУРА

1. Hoppa H., Sariciftci N.S. // Mater. Res. 2004. V. 19. P. 1924.
2. Konarev D.V., Kovalevsky A.Yu., Litvinov A.L., Drihko N.V., Tarasov B.P., Coppens P., Lyubovskayan R.N. // J. of Solid State Chemistry, 2002. V. 168. P. 345.
3. Головин Ю.И., Лопатин Д.В., Николаев Р.К., Усрихин А.В., Усрихина М.А. // ФТГ. 2006. Т. 48. № 4. С. 761.

БЛАГОДАРНОСТИ: Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант № 06-02-96323).

Поступила в редакцию 16 октября 2006 г.

## СПЕКТРЫ ЛОКАЛЬНЫХ УРОВНЕЙ МОЛЕКУЛЯРНЫХ КОМПЛЕКСОВ НА ОСНОВЕ ФУЛЛЕРЕНОВ

© Ю.И. Головин, Д.В. Лопатин, А.А. Самодуров, Р.А. Столяров

Golovin Yu.I., Lopatin D.V., Samodurov A.A., Stolyarov R.A. Fullerene-based molecular complexes local levels spectra. Detection and research of local levels in the band-gap of fullerene-based complexes affecting their electric conductivity were carried out. Parameters of material causing its transport properties were experimentally defined too.

Известно, что оптические и электрические свойства полупроводников в сильнейшей степени зависят или целиком определяются дефектной структурой и обусловленной ею системой локальных уровней в запрещенной зоне. В молекулярных комплексах на базе фуллеренов исследовались физические свойства, сильно зависящих от концентрации и вида дефектов, представляют особый интерес, поскольку данные параметры влияют на рабочие характеристики приборов и устройств, а в некоторых случаях даже определяют эти характеристики. Цель настоящей работы заключалась в обнаружении и исследовании локальных уровней в запрещенной зоне комплексов на основе фуллеренов, влияющих на их электрическую проводимость, а также в экспериментальном определении параметров материала, обуславливающих его транспортные свойства.

В работе исследовали спектры электронных ловушек в молекулярных комплексах на основе фуллерена  $Cd-(Pt_2dtc)-DMP-C_{60}$  (1),  $TVPDA-2C_{60}$  (2),  $CuS_4-C_{60}$  (3),  $LCV-C_{60}-C_6H_5Cl$  (4),  $Hg-(Pt_2dtc)-DMP-C_{60}$  (5),  $TMPDA-C_{60}$  (6), выращенных в ИПХФ РАН.

Исследования показали, что спектры ТСТ в температурном диапазоне 300–850 К в целом для комплексов 1–6 различны (рис. 1). В зависимости от соотношения концентраций носителей заряда на мелких и глубоких центрах захвата, а также от соотношения времени (сечений) захвата и рекомбинации носителей заряда реализуются различные режимы термостимулированной проводимости. Как следует из теории термостимулированных токов, по виду кривых ТСТ можно судить о характере рекомбинации. Рассмотрим особенности температурных зависимостей ТСТ для 1–6.

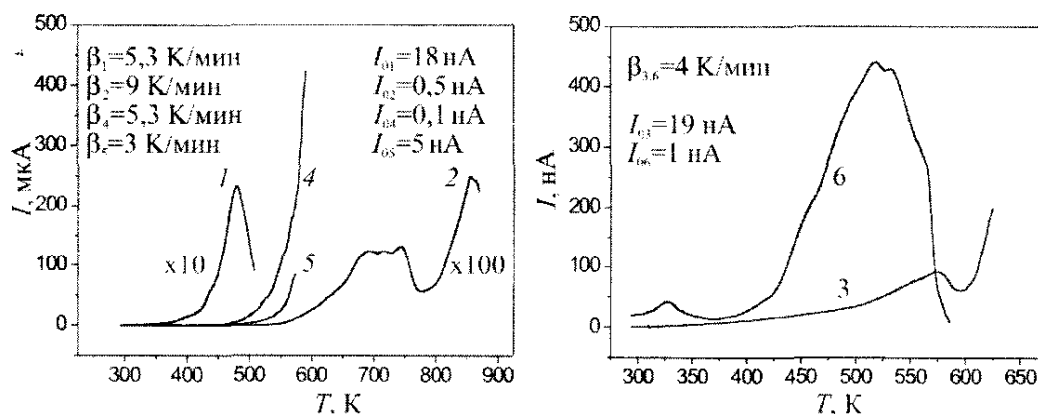


Рис. 1. Семейства температурных зависимостей термостимулированного тока проводимости фуллереносодержащих комплексов 1–6.  $\beta$  – скорость нагрева,  $I_0$  – начальный ток