

ВЛИЯНИЕ ХИРАЛЬНОЙ СТРУКТУРЫ ОБЪЕКТОВ НА РАДИАЦИОННЫЕ ЭФФЕКТЫ

Б.Л. Оксенгендлер^{1), 2)}, С.Х. Сулейманов¹⁾, Н.Н. Никифорова¹⁾, А.Ф. Зацепин²⁾,
А.С. Дорошкевич³⁾, Ж.В. Мезентсева³⁾, С.Е. Максимов⁴⁾, Х.Б. Ашуров⁴⁾

¹⁾Институт материаловедения Академии Наук Республики Узбекистан,
ул. Г. Мавлянова 2Б, Ташкент 700084, Узбекистан,
oksengendlerbl@yandex.ru, nikiforovann@mail.ru

²⁾Физико-технологический институт Уральского федерального университета,
ул. Мира 21, Екатеринбург 620002, Россия, a.f.zatsepina@urfu.ru

³⁾Объединенный институт ядерных исследований, Дубна, Россия,
zhanna.mezentseva@gmail.com

⁴⁾Институт ионно-плазменных и лазерных технологий им. У.А. Арифова Академии Наук
Республики Узбекистан,
ул. Дормон йўли 33, Ташкент 100125, Узбекистан,
maksimov_s@yahoo.com, ashurov@iplt.uz

Кратко рассмотрено образование дефектов на хиральной цепи в рамках ряда радиационных процессов, включая Оже-деструкцию. Показано, что использованная методология может быть применена для объяснения и предсказания особенностей ряда радиационных макроэффектов и определения их места в современной общей идеологии «complexity».

Ключевые слова: радиационные эффекты; хиральность; Оже-деструкция; упругое рассеяние; «complexity».

INFLUENCE OF THE CHIRAL STRUCTURE OF OBJECTS ON RADIATION EFFECTS

B.L. Oksengendler^{1), 2)}, S.Kh. Suleymanov¹⁾, N.N. Nikiforova¹⁾, A.F. Zatsepina²⁾,
A.S. Doroshkevich³⁾, Zh.V. Mezentseva³⁾, S.E. Maksimov⁴⁾, Kh.B. Ashurov⁴⁾

¹⁾Institute for Material Sciences of Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan,
2B G. Mavlyanov Str., 700084 Tashkent, Uzbekistan,
oksengendlerbl@yandex.ru, nikiforovann@mail.ru

²⁾Institute of Physics and Technology of Ural Federal University,
21 Mira Str., 620002 Ekaterinburg, Russia, a.f.zatsepina@urfu.ru

³⁾Joint Institute for Nuclear Research, 6 Joliot-Curie Str., 141980 Dubna,
Moscow Region, Russia, zhanna.mezentseva@gmail.com

⁴⁾Arifov Institute of ion plasma and laser technologies, Academy of Sciences of the Republic of
Uzbekistan, 33 Dormon Yuli Str., 100125 Tashkent, Uzbekistan,
maksimov_s@yahoo.com, ashurov@iplt.uz

The formation of defects on a chiral chain is shortly considered in the framework of some radiation processes, including Auger destruction. It is shown that the methodology used can be applied to explain and predict the features of a number of radiation macroeffects and determine their place in the modern general ideology of "complexity".

Keywords: radiation effects; chirality; Auger destruction; elastic scattering; «complexity».

Введение

Хиральность, являясь одной из важнейших структурных характеристик живых и неживых объектов, играет особо

важную роль именно в радиационно-физических процессах, которые, как представляется [1], ответственны за взаимные переходы живого и неживого со-

стояния материи. Кроме этого, фундаментального обстоятельства, необходимо иметь в виду резко увеличивающееся число нанохиральных структур и их значимость для современной техники и технологии (при неизменном участии радиации) [2]. В этой связи в настоящей работе изучаются особенности механизмов радиационных атомных перестроек, где базовое значение имеют хиральные свойства облучаемых объектов.

Модели радиационных процессов в хиральных средах

Радиационная физика конденсированного состояния (РФКС) вполне доказательно выделяет три типа причин, приводящих к радикальным изменениям в РФКС:

1. Появление новых типов аппаратуры и устройств, осуществляющих существенную модификацию генерируемой радиации.
2. Появление новых типов облучаемых объектов, причём эта новизна может быть обусловлена как физико-химией, так и структурой.
3. Появление новой концепции, касающейся и физики конденсированного состояния, распространение которой в область радиационной физики представляется крайне актуальным.

Отметим, что на границе XX и XXI веков все эти три позиции не только стали распространёнными, но и осуществили перекрывание с учётом как физико-химических, так и структурных особенностей (Рис.1), в отличие от того, что имело место ранее [3].

Сейчас можно полагать, что наибольшее значение по п.1 (аппаратура) сфокусировано на высокоинтенсивной радиации и радиации широкого энергетического спектра (типа синхротрона и Большой Солнечной Печи [4]). По п.2 — это появление новых объектов типа нано, фрактальности, комбинированной малой размерности, хиральности и иерархичности структур. Третья позиция (новая концепция

РФКС) связана с объединением идей синергетики в концепцию т.н. «complexity» [2], применимую и в случаях, явно не подпадающих под метод синергетики (например, модели Пригожина, использующие коэффициенты диффузии компонентов и др.).

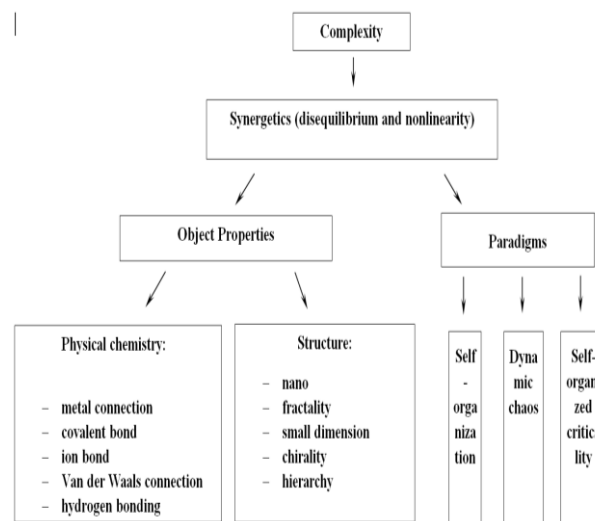


Рис. 1. Схема расширенной концепции «Complexity»

Как известно, существует несколько каналов передачи энергии радиации веществу: упругое рассеяние, тепло, ионизация, упругие и ударные волны [5]. Последовательное применение к хиральным средам особенностей элементарных актов не рассматривалось. В данной работе сделана попытка устранения этого пробела.

Механизм ионизации

Рассмотрим длинные полимерные цепи 2 типов: без хиральности и с хиральностью. Здесь важны особенности процессов Оже-деструкции, вызванной первичной ионизацией К-оболочки наиболее тяжёлых (многоэлектронных) атомов этих полимерных цепей. В обеих цепях первая стадия (К-ионизация) идёт одинаково и характеризуется сечением σ_K ; на второй происходит Оже-каскад с выносом в валентную оболочку заряда Z с вероятностью $\alpha_A(Z)$; на третьей стадии ожидается «кулоновский взрыв» образовавшегося многократного заряда Z , если не произойдёт «заливание» этого заряда окружаю-

щими электронами. Именно на этой стадии результаты радиационного воздействия различны. Ранее показано [6], что вероятность «взрыва» в условиях конкуренции заливания определяется как

$$\eta = \exp[-\tau_+/\tau_e] \approx \exp[-\Delta E_V/\hbar\omega_D] \quad (1)$$

где $\tau_+ \approx 5 \cdot 10^{-14}$ с, ω_D – дебаевская частота в цепи, ΔE_V – ширина валентной зоны полимера. Важно, что величины ΔE_V для обычных и хиральных полимеров связаны соотношением

$$\Delta E_V^{хир} \approx \Delta E_V^{нхир} \varphi^2, \quad (2)$$

где $\varphi (<1)$ – хиральный угол.

Тепловой механизм

Если имеет место локальное выделение энергии радиации в виде тепла, равное Q_R , а энергия границы раздела фаз с различной хиральностью есть ε_{gr} , то будет происходить изменение орбиталей типа $\uparrow\uparrow + Q \rightarrow \uparrow\downarrow$.

Механизм упругого рассеяния

Чрезвычайно важную роль в рамках данного механизма играет рассеяние заряженной частицы на молекулярной хиральной цепи. В момент рассеяния принципиально возможен процесс типа *flip-flop* [7], или, иными словами, переворот одного из спинов молекул и образование дефекта.

Заключение

Кратко рассмотрены три процесса образования дефектов на хиральной цепи. Полученные качественные результаты показывают, что использованная методоло-

гия может быть, с одной стороны, использована для решения широкого круга фундаментальных и прикладных задач, и, с другой стороны, полученная таким путём информация об элементарных актах может быть с успехом применена для объяснения и предсказания особенностей ряда радиационных макроэффектов и определения их места в современной общей идеологии «complexity» [8].

Библиографические ссылки

1. Doring A., Ushakova E., Rogach A.L. Chiral carbon dots: synthesis, optical properties, and emerging applications. *Light: Science & Applications* 2022; 11: 75-97.
2. Oksengendler B.L., Zatsopin A.F., Ashirmetov A.Kh., Turaeva N.N., Suleimanov S.Kh., Nikiforova N.N., Ashurov Kh.B. On the Concept of “Complexity” in Radiation Physics. *J. Sur. Investig.* 2022; 16(3): 364–373.
3. Oksengendler B.L., Turaeva N.N., Ashirmetov A.Kh., Ivanov N.V., Karpova O.V., Maksimov S.E. et al. Nanofractals, Their Properties and Applications. in: «Horizons in World Physics». New York: Nova Science Publishers Inc. 2019; 292: 1-35.
4. <https://uz24.uz/ru/articles/institut-solnca>
5. Oksengendler B.L., Ashirmetov A.Kh., Turaeva N.N., Nikiforova N.N., Suleymanov S.Kh., Zatsopin A.F., Iskandarova F.A. The features of Auger destruction in quasi-one-dimensional objects of inorganic and organic nature. *Nucl.Instr.Meth. B* 2021; 512: 66-75.
6. Оксенгендлер Б.Л., Тураева Н.Н. Радиационная физика конденсированных сред. Концепции, Т. 1, Ташкент: Фан; 2006. 136 с.
7. Ашуров Х.Б., Кутлимуротов Б.Р., Максимов С.Е., Никифорова Н.Н., Оксенгендлер Б.Л. Эффект Стеблера-Вронского в аморфном кремнии и нанофрактальная спиновая химия. *Узбекский физический журнал* 2021; 23(3): 29-32.
8. Бак П. Как работает природа. Москва: УРСС; 2013. 276 с.