

ПОЗИТРОННАЯ СПЕКТРОСКОПИЯ ЖИДКОКРИСТАЛЛИЧЕСКИХ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ С РАСТВОРЁННЫМИ ФУЛЛЕРЕНАМИ C₆₀

Фоменко И. Е.*, Нищенко М.М., Лихторович С.П., Мирная Т.А.⁽¹⁾, Былина Д.В.⁽¹⁾

Институт металлофизики им Г.В. Курдюмова НАН Украины, бульв. Акад. Вернадского, 36,
Киев, 03142 Украина

⁽¹⁾Институт общей и неорганической химии НАН Украины, пр. Палладина, 18, Киев, 03142
Украина

* E-mail: pozit@imp.kiev.ua

Введение

Лаурат лантана $\text{La}(\text{C}_{12}\text{H}_{25}\text{COO})_3$ является представителем ионных металломезогенов, которые, как известно, образуют термотропные и лиотропные жидкие кристаллы [1]. Особыми свойствами жидких кристаллов являются их анизотропия, и высокая молекулярная подвижность, обеспечивающая быстроедействие информационных систем на их основе. Молекулярная подвижность определяется присутствием дефектов типа свободного объёма. Для её реализации, в первом случае, требуется наличие межмолекулярных полостей или нанопор, а во втором – вакансий атомного размера.

Методом позитронной аннигиляции, чувствительным к наличию дефектов типа свободного объёма, исследована аннигиляция позитронов в лантановой соли лауриновой кислоты $(\text{La})_3\text{C}_{12}\text{COOH}$ в кристаллическом (порошок) и жидкокристаллическом состояниях, а также после растворения в ней фуллеренов C₆₀.

Лаурат лантана получали, согласно методике [2], реакцией метатезиса между лауратом натрия и нитратом лантана в воде. Угловая корреляция аннигиляционных фотонов (УКАФ) измерялась в стандартной геометрии длинно-щелевого спектрометра с использованием радиоактивного изотопа ²²Na в качестве источника позитронов.

Результаты и обсуждение

Исследования показали, что вероятность аннигиляции позитрония в области нанопор исходных образцов равна 11,13%, а средний радиус нанопор для кристаллического и жидкокристаллического состояния составляет 0,33 и 0,28 нм соответственно. После включения в исходные образцы фуллеренов C₆₀ вероятность аннигиляции позитрония в нанопорах

уменьшается в 2,7 раза. При этом средний размер нанопор увеличивается до 0,39 нм, что свидетельствует об уменьшении доли малых нанопор, поскольку именно они дают основной вклад в вероятность аннигиляции. Эти изменения сопровождаются увеличением вероятности аннигиляции на анионах кислорода от 77,3 до 87,7 % и уменьшением их радиуса от $0,160 \pm 0,001$ до 0,156 нм.

Наличие ван-дер-ваальсовых связей между атомами углерода оболочки фуллерена C₆₀ и внешней оболочки атомов нанопор обеспечивает снижение поверхностной энергии и повышение термодинамической стабильности образовавшегося клатрата. Если учесть, что энергия ван-дер-ваальсовой связи между углеродными слоями находится в пределах 0,44-0,88 эВ, то при включении одной молекулы в органическую матрицу свободная энергия системы будет уменьшена в среднем на 40 эВ на молекулу C₆₀. Предполагается, что матрично-изолированный фуллерен C₆₀ фактически формирует с участием ближайших к нему углеводородных радикалов сольватную оболочку. Наличие потенциала на поверхности сферического кластера на основе фуллерена и электростатического взаимодействия между ними являются важными факторами в процессах упорядочения при формировании гибридных наноструктур.

Литература

1. Mirnaya T.A., Volkov S.V. Ionic Liquid Crystals as Universal Matrices (Solvents). - Green industrial applications of ionic liquids. NATO Science Series, II: Mathematics, Physics and Chemistry. Kluwer Academic Publ., 2003. P. 439-456
2. Jongen L., Binnemans K. Thermal behavior of lanthanum (III) alkanoates. Liquid Crystals, V.28, N 11, P.1727-1733