

Импедансные исследования электрофизических свойств жидкого кристалла, допированного ионным сурфактантом

*А.Н. Масленников, науч. рук. д.ф.-м.н., Н.А. Дрокин
Институт физики им. Л.В. Киренского СО РАН*

Как известно, жидкие кристаллы (ЖК) являются диэлектриками, обладающими анизотропией и дисперсией диэлектрической проницаемости (ДП). Хотя в процессе синтеза ЖК–соединения подвергаются тщательной очистке, некоторое количество ионов в мезофазе может возникать из-за продуктов деструкции и диссоциации самих молекул ЖК, адсорбированной влаги или случайных ионных комплексов, которые приводят к появлению заметной ионной проводимости, снижающей эффективность работы различных устройств отображения информации и электроники. Однако в последнее время большое внимание уделяется изучению жидких кристаллов, в состав которых вводятся специальные вещества – ионные сурфактанты. Особенностью такого легирования является то, что молекулы сурфактанта не только адсорбируются на поверхности электродов, задавая требуемую начальную ориентацию молекул ЖК в ячейке, но и одновременно присутствуют в объеме мезофазы, выступая в роли свободных ионов. При воздействии на ячейку постоянного электрического поля концентрация адсорбированных молекул сурфактанта может изменяться, что приводит к изменению поверхностной ориентации «директора». Этот эффект может рассматриваться как новый способ управления ориентацией ЖК [1]. С практической точки зрения, для конструирования устройств, работающих на принципе ионно-сурфактантного управления, возникает потребность в определении таких важных характеристик, как подвижность, концентрация и коэффициент диффузии ионов сурфактанта, растворенного в ЖК. Количественное определение этих параметров является сложной задачей, поскольку наряду с ионами сурфактанта в мезофазе присутствуют ионы собственных примесей ЖК. В связи с этим, применение существующих теорий для аппроксимации исследуемых импедансных и диэлектрических спектров затруднительно.

Для проведения более качественного анализа экспериментальных спектров в данной работе использовалась хорошо очищенная от случайных ионных примесей жидкокристаллическая смесь МБ-1, в состав которой вводился ионный сурфактант цетил-триметиламмоний бромистый (ЦТАБ) заданной концентрации. Исследования данного образца проводились с использованием метода импедансной спектроскопии в диапазоне частот 10^{-2} – 10^8 Гц. В ходе проведения эксперимента установлено, что введение ионов в составе сурфактанта приводит к существенному изменению импедансных спектров в области низких и сверхнизких частот ($f < 0.1$ Гц). Такое поведение низкочастотного импеданса ЖК обусловлено процессами диффузии положительно и отрицательно заряженных ионов к поверхности электродов и образованием двойных электрических слоев, приводящих к уменьшению эффективного электрического поля в объеме ячейки и кажущемуся возрастанию ДП в области низких частот. Используя метод замещения образца эквивалентной электрической схемой, проведена аппроксимация импедансных и диэлектрических спектров и рассчитаны значения концентрации, подвижности и коэффициента диффузии ионов ЦТАБА, а также определены электрофизические и релаксационные характеристики исследуемой ЖК-смеси МБ-1: проводимость, диэлектрическая проницаемость, времена электрической и диэлектрической релаксации.

Литература:

[1] Зырянов В.Я., Крахалев М.Н., Прищепа О.О., Шабанов А.В. // Письма в ЖЭТФ. 2007. Т.86. Вып. 6. С. 440 – 445.