

УДК 538.956:544.25:537.622.6(045)

ЗМІНИ ЕЛЕКТРИЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ НЕМАТИЧНОГО РІДКОГО КРИСТАЛА 6СВ ПІД ДІЄЮ НАНОЧАСТИНОК Cu_7PS_6

Студ. М.Ф.Кравчук, гр. БТ-17

Науковий керівник проф. О.В. Ковальчук

Київський національний університет технологій та дизайну

Мета і завдання. Метою роботи було дослідити вплив наночастинок суперіонного провідника Cu_7PS_6 на електричні властивості нематичного рідкого кристала 6СВ.

Для досягнення такої мети в роботі були поставлені та розв'язані наступні завдання: а) виготовити зразки з диспергованими у нематичному рідкому кристалі (РК) суперіонними наночастинками Cu_7PS_6 та дослідити вплив наночастинок на електричні властивості РК.

Об'єкт та предмет дослідження. Об'єктом дослідження були електричні властивості рідкого кристала 6СВ. Предмет дослідження – вплив суперіонних наночастинок Cu_7PS_6 на електричні властивості нематичного рідкого кристала 6СВ.

Методи та засоби дослідження. Рідкий кристал 6СВ без/з наночастинками Cu_7PS_6 ми досліджували у комірках типу сендвіч з прозорими ІТО електродами. Концентрація сферичної форми наночастинок діаметром 117 нм у рідкому кристалі складала 0,1, 0,5 та 1 мас %. Товщина зразків складала 10 мкм.

Електричні властивості отриманих сандвіч-комірок досліджували в діапазоні частот 10^1 - 10^6 Гц при температурі 293 К за допомогою осцилоскопічного методу [1]. Амплітуда вимірювального сигналу синусоїдальної форми складала 0,2 В. Приймаючи, що еквівалентною схемою вимірювальної комірки є паралельно з'єднані опір та конденсатор, визначали величини опору R та ємності C . По величині опору R на ділянці частотної залежності де опір не залежав від частоти визначали провідність рідкого кристала.

Наукова новизна та практичне значення отриманих результатів. У даній роботі було досліджено і пояснено вплив суперіонних наночастинок Cu_7PS_6 на електричні властивості нематичного рідкого кристала 6СВ. Ці результати важливі для практичної модифікації властивостей РК за допомогою наночастинок.

Результати дослідження. На рис.3 наведені частотні залежності провідності планарно орієнтованого 6СВ з домішкою Cu_7PS_6 концентрацією: 0 (1), 0,1 (2), 0,5 (3) та 1 (4) мас. %. Як випливає з цього рисунка, за винятком 6СВ без наночастинок (крива 1), провідність рідкого кристала з наночастинками змінюється з частотою. Причиною такого ефекту може бути внесення додаткових (до тих, які вже є у рідкому кристалі) носіїв заряду наночастинками, або перенесення заряду самими наночастинками коли вони у рідкому кристалі можуть ставати зарядженими, наприклад внаслідок процесів дисоціації. Отримані нами дані не давали можливості вияснити основні причини зміни провідності від частоти при наявності наночастинок. Більш важливим для нас було проаналізувати залежність провідності 6СВ від концентрації наночастинок.

На основі аналізу експериментальних даних наведених на тис.1а можна зробити висновок, що провідність 6СВ з наночастинками стає значно менше залежати від частоти починаючи з $f=10^3$ Гц. Тому було вирішено проаналізувати залежність провідності рідкого кристала 6СВ від концентрації наночастинок Cu_7PS_6 саме для частоти 10^3 Гц.

На рис.1б наведена залежність провідності планарно орієнтованого 6СВ від концентрації наночастинок Cu_7PS_6 для частоти 10^3 Гц.

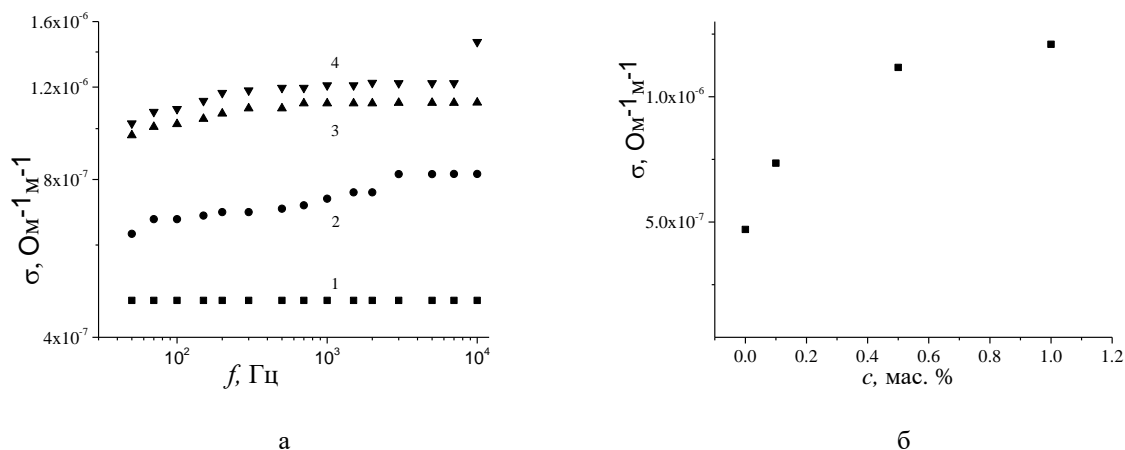


Рисунок 1 – Частотні залежності провідності планарно орієнтованого 6СВ з домішкою Cu_7PS_6 концентрацією: 0 (1), 0,1 (2), 0,5 (3) та 1 (4) мас. % (а). Залежність провідності планарно орієнтованого 6СВ від концентрації наночастинок Cu_7PS_6 для частоти 10^3 Гц (б). Товщина зразків 10 мкм. Температура 293 К

Із аналізу наведених на рис.1б експериментальних даних випливає, що у діапазоні концентрацій наночастинок Cu_7PS_6 0-1 wt. % величина електропровідності нематичного рідкого кристала 6СВ монотонно зростає. Проте навіть при таких досить малих концентраціях наночастинок зміни електропровідності при найбільших концентраціях Cu_7PS_6 прямують до насичення. Ефект насичення електропровідності нематичного рідкого кристала E7 при введенні діамантових наночастинок спостерігали раніше в [2]. Такий ефект було пояснено двома конкуруючими механізмами зміни концентрації носіїв заряду у рідкому кристалі при введенні наночастинок: збільшенням концентрації носіїв заряду у рідкому кристалі переважно за рахунок десорбції носіїв заряду з поверхні наночастинок, зменшенням концентрації носіїв заряду у рідкому кристалі за рахунок їх адсорбції на поверхні наночастинок.

Висновки. Показано, що провідність 6СВ монотонно збільшується з ростом концентрації наночастинок Cu_7PS_6 . Проте для найбільших із концентрацій наночастинок спостерігається ефект насичення. Запропоновано пояснити даний ефект на основі існування конкуруючих процесів зміни концентрації носіїв заряду при введенні наночастинок: генерації додаткових до існуючих у рідкому кристалі носіїв заряду за рахунок їх десорбції з поверхні наночастинок і зменшення концентрації носіїв заряду за рахунок адсорбції на поверхні наночастинок.

Ключові слова: нематичний рідкий кристал, планарна орієнтація, суперіонні наночастинок, електрична провідність, частотні залежності.

ЛІТЕРАТУРА

1. A.J. Twarowski, A.C. Albrecht, Depletion layer in organic films: Low frequency measurements in polycrystalline tetracene// J. Chem. Phys **70**(5), 2255-2326(1979).
2. S. Tomylo, O. Yaroshchuk, O. Kovalchuk, U. Maschke, and R. Yamaguchi, Dielectric and Electro-Optical Properties of Liquid Crystals Doped with Diamond Nanoparticles// Mol. Cryst. Liq. Cryst. 541, p. 35[273]–43[281](2011).