

УДК 538.956:544.25:537.622.6(045)

ВПЛИВ МОДИФІКОВАНИХ ГРУПОЮ СООН ВУГЛЕЦЕВИХ НАНОТРУБОК НА ДІЕЛЕКТРИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ НАНОРОЗМІРНИХ КРАПЕЛЬ НЕМАТИЧНОГО РІДКОГО КРИСТАЛА У ПОЛІМЕРІ

Студ. В.Є.Богданова, гр. БШМК2-16
Науковий керівник проф. О. В. Ковальчук
Київський національний університет технологій та дизайну

Мета і завдання. Мета роботи - дослідити вплив модифікованих групою СООН вуглецевих нанотрубок (SWNT-СООН) на діелектричні властивості нанорозмірних крапель нематичного рідкого кристала (РК) у полімері.

Для досягнення мети в роботі були поставлені та розв'язані наступні завдання: виготовити зразки з нанорозмірних крапель нематичного рідкого кристала у полімері без та з SWNT-СООН, дослідити вплив наночастинок на морфологію та діелектричні властивості плівок рідкого кристала, диспергованого у полімерній матриці (РКДП)

Об'єкт та предмет дослідження. Об'єкт дослідження - морфологія та діелектричні властивості РКДП. Предмет дослідження - вплив SWNT-СООН на морфологію та діелектричні властивості РКДП. Використовували SWNT-СООН довжиною 1000 нм і діаметром 2 нм. Досліджувались зразки з чистим РК та концентрацією нанотрубок 0,01, 0,1 та 0,2 мас.%. РК диспергували у полівініловому спирті. Товщина зразків складала 50 мкм.

Методи та засоби дослідження. Морфологію отриманих плівок досліджували за допомогою скануючого електронного мікроскопу JSM-35 (напруга прискорення електронного пучка 35 кВ). Діелектричні властивості отриманих РКДП досліджували в діапазоні частот 10^{-1} - 10^6 Гц при температурі 293 К за допомогою осцилоскопічного методу [1]. Амплітуда трикутного вимірювального сигналу складала 0,25 В.

Наукова новизна та практичне значення отриманих результатів. У даній роботі вперше досліджено вплив SWNT-СООН на діелектричні властивості РКДП. У наших попередніх дослідженнях було показано, що SWNT-СООН зменшують провідність гомогенного рідкого кристала [2]. З практичної точки зору було важливим встановити чи буде подібний ефект проявлятися для РКДП.

Результати дослідження. Аналіз морфології плівок РКДП показав, що розмір крапель РК в досліджуваних РКДП не перевищував 1 мкм і в середньому дорівнював 500 нм. Тому можна вважати, що отримані зразки є нано РКДП. Такий висновок підтверджується і оптичними характеристиками досліджених зразків. Якщо зразки досліджені в роботі [3] (мікро РКДП) сильно розсіювали світло у видимому ділянці спектра, то нано РКДП при тій же товщині пропускали світло.

Також із аналізу отриманих фотографій випливало, що, як і у випадку мікро РКДП, морфологія нано РКДП не суттєво змінюється в залежності від типу та концентрації наночастинок. Кількісні оцінки щодо діаметра наночастинок, як це було зроблено в [3], не вдалось зробити, оскільки краї нано включень РК були близькими до їх діаметра. З даних по властивостям РКДП відомо [4], що після поділу фаз при виготовленні зразків РКДП чіткої межі між РК і полімером не спостерігається.

На рис.1а наведені частотні залежності ϵ' . Аналіз цих даних дає всі підстави стверджувати, що не має чіткої однозначної залежності величини ϵ' нано РКДП від концентрації SWNT-СООН. Оскільки використовували малі концентрації наночастинок то основними причинами зміни ϵ' нано РКДП при введенні нанотрубок може бути зміна морфології плівки.

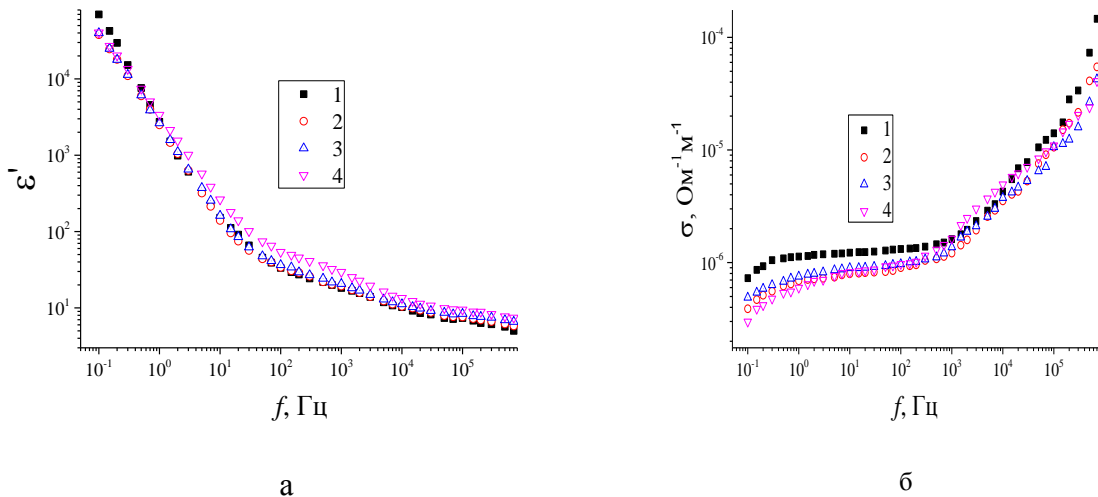


Рисунок 1 - Частотні залежності дійсної компоненти комплексної діелектричної проникності ϵ' (а) та провідності(б) для: нано РКДП (1), нано РКДП +0,01 мас.% SWNT-COOH (2), нано РКДП +0,1 мас.% SWNT-COOH (3), нано РКДП +0,2 мас.% SWNT-COOH (4)

На рис.1б наведені частотні залежності провідності. Із аналізу цих даних можна стверджувати, що на відміну від величини ϵ' для ділянки частот $f < 10^2$ Гц спостерігається чітка залежність провідності нано РКДП від концентрації SWNT-COOH. Причому як і у випадку гомогенних РК провідність нано РКДП зменшується з ростом концентрації SWNT-COOH. Із рис. 1б випливає, що для частот $f > 10^3$ Гц не має однозначної залежності величини провідності від концентрації нанотрубок.

Висновки. На основі аналізу зображень отриманих за допомогою скануючого електронного мікроскопа показано, що морфологія нано РКДП плівок не змінюється при введенні невеликої кількості SWNT-COOH.

Показано, що ефект зменшення провідності за рахунок введення SWNT-COOH властивий і для нано РКДП. Проте кількісне порівняння з даними для гомогенного рідкого кристалу не можливо зробити оскільки нанотрубки у нано РКДП не тільки зменшують величину іонної складової провідності крізь РК, але одночасно збільшують електронну компоненту провідності крізь полімер.

Ключові слова. Рідкий кристал, діелектрична спектроскопія, морфологія, провідність.

ЛІТЕРАТУРА:

1. A.J. Twarowski, A.C. Albrecht, Depletion layer in organic films: Low frequency measurements in polycrystalline tetracene//J. Chem. Phys **70**(5), 2255-23261(1979).
2. P. Kopčanský, O.V. Kovalchuk, N. Tomašovičová et al., Nonadditive changes in the conductivity of nematic liquid crystal when introducing single-walled carbon nanotubes and magnetite // The 13th Small Triangle Meeting on Theoretical Physics. Institute of Experimental Physics, Kosice, Slovakia, p. 72-79 (2012).
3. P. Kopčanský, M. Timko, Z. Mitrova et al. Nonadditive changes in conductivity of micro PDLC under the influence of carbon nanotubes and magnetic nanoparticles// Semiconductor Physics, Quantum Electronics and Optoelectronics, **16**(4), p. 374-378 (2013).
4. H. Stark, Physics of colloidal dispersions in nematic liquid crystals // Physics Repotts. 351(6), 387-474(2001).