

ВПЛИВ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ПОЛЯ НА НАНОСТРУКТУРНІ СИСТЕМИ ТА ДИСПЕРСНІ СЕРЕДОВИЩА

Куницька Л.Ю.

Авіаційний університет України, м. Київ,
e-mail: luibov2511@mail.ru

На сьогодні в науці та техніці сформулювалися нові перспективні напрямки з префіксом нано- (нанofізика, нанохімія, нанoeлектроніка, нанотехнології, тощо). Розвиток цих напрямів стимулює прогрес експериментальних і теоретичних досліджень як для пояснення вже відомих фактів, так і для прогнозування нових. При цьому особливий інтерес викликають ефекти взаємодії електромагнітного випромінення з нанорозмірними об'єктами. У порівнянні з масивними тілами в наносистемах ідентичного хімічного складу змінюються електродинамічні та структурні параметри, теплові, оптичні, електричні та магнітні властивості.

Мета роботи - розробка методів розрахунку параметрів розсіяння та поглинання електромагнітного випромінення при взаємодії з наночастинками різної природи, матричними дисперсними системами з нановключеннями, дослідженню фізичних процесів, що виникають при формуванні нанокристалічних та періодичних наноструктур, індукованих на поверхні твердих тіл під дією лазерного опромінення.

Предметом дослідження є закономірності електродинамічного відгуку системи наночастинок поблизу поверхні твердих тіл та матричних дисперсних систем на їх основі на зовнішнє електромагнітне випромінення; особливості фізичних процесів у наноструктурних системах, полімерних нанокомпозитах та поверхневих шарах матеріалів різної природи при взаємодії з електромагнітним випроміненням. Об'єктом дослідження були фізичні ефекти, що виникають при взаємодії електромагнітного випромінення з нанорозмірними структурами та поверхневими шарами матеріалів різної природи.

Для систем «кульова наночастинка над підкладкою» встановлено, що

- у зовнішньому електростатичному полі напруженістю E мають місце зміщення та розщеплення резонансної частоти поверхневого збудження наночастинки, які залежать від напрямку поля E ;
- дипольна взаємодія наночастинки з підкладкою зумовлює розщеплення та зміщення одночастинкового резонансу;
- врахування вищих мультиполів призводить до подальшого зміщення максимуму поглинання та збільшення його інтенсивності;
- форма спектрів поглинання суттєво змінюється в залежності від розмірів та природи наночастинок, характеру їх розташування та відстані від підкладки.

Показано, що наявність діелектричної оболонки на кульовій металевій наночастинці призводить до пропорційного товщині оболонки зсуву частоти поверхневого плазмону.

Встановлено ефект розщеплення одночастинкового резонансу поверхневого плазмону за рахунок шарватості наночастинок або міжчастинкової взаємодії.

Розраховані частотні залежності ефективної діелектричної проникності для матричних дисперсних систем з кульовими включеннями різної природи. Для випадку металевих включень показано суттєву залежність частоти поверхневого плазмону від ступеня заповнення $f=v/v_0$ (v – об’єм, зайнятий включеннями, v_0 – повний об’єм системи) з урахуванням парної диполь-дипольної взаємодії між включеннями.

Показано, що розташування та симетрія кластерів золота при напиленні на поверхню електретного темплату на основі фоточутливого карбазолвмісного нанокмпозиційного полімеру задаються топологією світлового поля голограми, використаного для формування темплату.

Визначено просторово-часовий розподіл полів температури та швидкості її зміни у приповерхневих шарах при дії системи періодичних теплових джерел, що дозволяє проводити оптимізацію режимів лазерного опромінення матеріалів різної природи.

Практичне значення одержаних результатів визначається можливістю використання одержаних результатів при розробці принципів створення нових багатофункціональних матеріалів з наперед заданими електродинамічними властивостями. Такі матеріали знаходять застосування в наноелектроніці, динамічній голографії, технології напівпровідникового виробництва, проектуванні оптичних елементів (фільтрів, поляризаторів тощо), сонячних батареях, фотоніці, медицині та біології. Теоретичне вивчення різноманітних процесів взаємодії наночастинок між собою та з поверхнею розділу фаз відіграє важливу роль при поясненні процесів зсідання колоїдів, адсорбції наночастинок поверхнею твердого тіла або мембраною клітини і відкриває можливість керування цими процесами.

[1] Шпак А.П. Періодичні структури, індуковані на поверхні твердих тіл інтерференцією лазерних жмугів. Теплові ефекти / Шпак А.П., Гречко Л.Г., Куницька Л.Ю., Лерман Л.Б., Семчук О.Ю. // Наносистеми, наноматеріали, нанотехнології. – 2007. – Т. 5, № 3. – С. 683-718.

[2] Гречко Л.Г. Поглинання електромагнетного випромінення в матрично-дисперсних системах з багат шаровими кульстими включеннями / Гречко Л.Г., Грищук О.Ю., Куницька Л.Ю., Лерман Л.Б., Лющенко М.О. // Металлофиз. новейшие технол. – 2008. – Т.30, № 6. – С. 789-804.

[3] Гречко Л.Г. Поверхневі моди малих частинок (НЧ) та матричних дисперсних систем (МДС) на їх основі / Гречко Л.Г., Грищук О.Ю., Куницька Л.Ю. // Наносистеми, наноматеріали, нанотехнології. – 2008. – Т. 6, № 3. – С.775-784.

[4] Куницька Л.Ю. Формування поверхневих періодичних наноструктур темплатним методом / Куницька Л.Ю., Гринько Д.О., Андеев Е.О., Барабаш Ю.М., Заболотний М.А., Барабаш М.Ю., Матяш І.Е. // Наносистеми, наноматеріали, нанотехнології. – 2009. – Т. 7, № 1. – С. 1001-1009.