

УДК 539

Абакумова О.В.¹, Рева В.І.², Коротун А.В.²

¹ студ. гр. РТ-419сп НУ «Запорізька політехніка»

² канд. фіз.-матем. наук, доц. НУ «Запорізька політехніка»

ВПЛИВ ПЛАЗМОННИХ ЕФЕКТІВ НА ЯКІСТЬ ГЕНЕРАЦІЇ КОЛЬОРІВ У ДВОВИМІРНІЙ ГРАТЦІ МЕТАЛЕВИХ НАНОСТРУКТУР

Матеріали, що створюють яскраві кольори завдяки особливостям своєї мікроструктури використовуються людством із давніх часів. Такі явища також відомі й у живій і неживій природі (наприклад, крила метеликів, опали). Дослідження, проведені в останні десятиліття, показали, що наночастинки металів завдяки їх сильному світлорозсіянню та можливостям спектрального налаштування є перспективними платформами для одержання структурованих кольорів, представлення кольорів із роздільною здатністю, обмеженою лише дифракцією [1]. Ці оптичні резонансні наноструктури можна налаштовувати таким чином, щоб вони демонстрували інтенсивні кольори при освітленні білим світлом.

Відомо, що у багатьох наноструктурах насиченість кольору обмежено добротністю резонансу окремого оптичного розсіювача, а комбінація окремих поверхневих плазмонних резонансів із модами ґратки дозволяє збільшити різкість резонансу і, таким чином, зробити кольори більш яскравими. Зокрема, спектральні перекриття розсіювання наночастинок із аномаліями Вуда ґратки створює чіткі спектральні максимуми, а також їхнє точне змішування. Відмітимо, що в якості вищезгаданої ґратки можна використовувати двовимірну ґратку металевих розсіювачів, розташованих на діелектричній підкладці. В якості розсіювачів розглядаються металеві наночастинки різної форми: півсфери, стрижні диски тощо.

Порівнюється спектральна ширина резонансу для наночастинок різної форми і розмірів, а також виготовлених із різних металів. Зазначимо, що спектральна ширина ППР визначається внеском усіх механізмів релаксації: об'ємного і поверхневого розсіювання та радіаційного загасання:

$$\gamma_{\text{eff}} = \gamma_{\text{bulk}} + \gamma_{\text{surf}}(x, \omega_{sp}) + \gamma_{\text{rad}}(x, \omega_{sp}), \quad (1)$$

де $\gamma_{\text{bulk}} = \text{const}$ – швидкість об'ємної релаксації; γ_{surf} – швидкість поверхневої релаксації; γ_{rad} – швидкість радіаційного загасання; ω_{sp} – частота поверхневого плазмонного резонансу, а під x розуміють розмірний параметр (R – радіус півсфери або сукупність радіуса R і довжини L (або радіуса R і висоти H) для циліндра (диска), відповідно).

Таким чином, можна визначити оптимальну форму, розміри і матеріал розсіювача для створення ґратки, яка дасть насичені яскраві кольори при освітленні білим світлом. Така ситуація матиме місце у випадку мінімальної ефективної швидкості релаксації.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Kumar, K.; Duan, H.; Hegde, R. S.; Koh, S. C. W.; Wei, J. N.; Yang, J. K. W. Printing Colour at the Optical Diffraction Limit. *Nat. Nanotechnol.* 2012, 7, 557–561.