

УДК 620.92

Коротун А.В.1, Курбацький В.П.1, Михайлов Д.В.2

¹ доц. НУ «Запорізька політехніка»

² студ. гр. РТ-419м НУ «Запорізька політехніка»

ВПЛИВ ОКСИДНОГО ШАРУ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ ПОГЛИНАННЯ СОНЯЧНОЇ РАДІАЦІЇ

Одним із шляхів підвищення ефективності перетворювачів сонячної енергії є використання металевих наночастинок [1], у яких можливе виникнення локалізованих поверхневих плазмонів. При цьому збуджені у наночастинках локалізовані плазмонні резонанси посередництвом ближнього поля взаємодіють із напівпровідником, збільшуючи ефективний переріз розсіяння. Це, в свою чергу, сприяє максимальному вловлюванню сонячної енергії та її наступному перетворенню у теплову. Дія інтенсивного оптичного випромінювання і нагрівання наночастинок може сприяти окисленню поверхневого шару металевої наночастинок й утворенню двошарових метал-оксидних наночастинок типу «ядро – оболонка». Тому дослідження таких двошарових наночастинок та їх оптичних властивостей представляє інтерес з метою їх подальшого використання у прикладних системах теплової енергетики.

Для кількісної характеристики ефективності використання наночастинок різної морфології при розсіюванні електромагнітної енергії використовують їх альбедо, що визначається як [2]

$$\eta_{\text{rad}} = \frac{C_{\text{sca}}}{C_{\text{sca}} + C_{\text{abs}}}, \quad (1)$$

де C_{sca} та C_{abs} – перерізи розсіювання та поглинання, відповідно, значення яких залежать від поляризованості частинки

$$C_{\text{abs}} = \frac{4\pi\omega}{c} \sqrt{\epsilon_m} \text{Im} \alpha, \quad C_{\text{sca}} = \frac{\omega^4 \epsilon_m^2}{6\pi c^4} |\alpha|^2 \quad (2)$$

Поляризованість α металевої наночастинки радіусом r , вкритої шаром оксиду товщиною t , розташованої в діелектрику з проникністю ϵ_m , у дипольному наближенні визначається співвідношенням [3]:

$$\alpha = R^3 \frac{(\epsilon_{\text{ox}} - \epsilon_m)(2\epsilon_{\text{ox}} + \epsilon(\omega, r)) - (2\epsilon_{\text{ox}} + \epsilon_m)(\epsilon_{\text{ox}} - \epsilon(\omega, r))Q^3}{(\epsilon_{\text{ox}} + 2\epsilon_m)(2\epsilon_{\text{ox}} + \epsilon(\omega, r)) - 2(\epsilon_{\text{ox}} - \epsilon_m)(\epsilon_{\text{ox}} - \epsilon(\omega, r))Q^3}, \quad (3)$$

де $Q = 1 - t/R$ ($R = r + t$); ϵ_{ox} – діелектрична проникність оксиду; $\epsilon(\omega, r)$ – комплексно-значна діелектрична функція металевої частини, дійсна й уявна частини якої мають вигляд:

$$\epsilon_1(\omega, r) = \epsilon^\infty - \frac{\omega_p^2 \tau_{\text{eff}}^2(r)}{1 + \omega^2 \tau_{\text{eff}}^2(r)}, \quad \epsilon_2(\omega, r) = \frac{\omega_p^2 \tau_{\text{eff}}^2(r)}{\omega(1 + \omega^2 \tau_{\text{eff}}^2(r))}. \quad (4)$$

Тут ϵ^∞ – компонента, яка описує внесок іонного остова; ω_p – плазмова частота; $\tau_{\text{eff}}(r)$ – ефективний час релаксації.

Вибір нових оптичних властивостей і оптимальних параметрів гомогенних монометалевих та двошарових метал-оксидних наночастинок для ефективного поглинання сонячної радіації і для термічних застосувань ґрунтується на дослідженні матеріалів, морфології наночастинок та порівняльному аналізі їх оптичних властивостей. Аналіз результатів вказує, що наявність шару оксиду призводить до зниження ефективності поглинання сонячної радіації у видимій області оптичного спектра.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. **Crisostomo, F.** A hybrid PV/T collector using spectrally selective absorbing nanofluids [Text] / F. Crisostomo, N. Hjerrild, S. Mesgari, Q. Li, R.A. Taylor // Appl. Energy. – 2017. – V. 193. – P. 1–14.
2. **Tanabe, K.** Optical radiation efficiencies of metal nanoparticles for optoelectronic applications [Text] / K. Tanabe // Mater. Let. – 2007. – V. 61. – P. 4573–4575.
3. **Коротун, А.В.** Оптические свойства сферических металлических наночастиц, покрытых слоем оксида [Текст] / А.В. Коротун, А.А. Коваль // Опт/и спектр. – 2019. – Т. 127. – №12. – С. 1032–1038.