

ОПТИМІЗАЦІЯ АНТИВІДБИВНИХ ПОКРИТТІВ КРЕМНІЄВИХ  
ФОТОПЕРЕТВОРЮВАЧІВ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ СОНЯЧНИХ  
ЕНЕРГЕТИЧНИХ СИСТЕМ

Дяденчук А. Ф., к.т.н., доц., e-mail: [alena.dyadenchuk@tsatu.edu.ua](mailto:alena.dyadenchuk@tsatu.edu.ua)

Галько С. В., к.т.н., доц., e-mail: [galkosv@gmail.com](mailto:galkosv@gmail.com)

Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного

**Актуальність дослідження.** В останні десятиліття спостерігається стрімкий розвиток сонячної енергетики як важливого джерела відновлювальної енергії [1-3]. Сонячні панелі стають все більш поширеними і економічно доступними для домогосподарств, підприємств та громадських будівель. Оптимізація фотоперетворювачів може допомогти підвищити ефективність цих систем. В антивідбивних покриттях фотоперетворювачів велике значення мають втрати через відбивання світла [4]. Ці втрати можуть суттєво знижувати загальну ефективність сонячних панелей. Оптимізація антивідбивних покриттів є важливим завданням для зменшення цих втрат. Використання діоксиду кремнію  $\text{SiO}_2$  як антивідбивного покриття в кремнієвих фотоелементах призводить до зменшення втрат через відбивання світла та підвищення ефективності фотоперетворення [5]. Мінімізація відбивання світла може відбуватися шляхом оптимізації параметрів шару діоксиду кремнію щодо товщини та оптичних властивостей.

**Мета даного дослідження** полягає в дослідженні та оптимізації антивідбивних покриттів кремнієвих фотоелементів з використанням діоксиду кремнію  $\text{SiO}_2$  шляхом контролю товщини шару.

**Основні матеріали дослідження.** Відбивна здатність структури може бути обумовлена різними факторами, включаючи оптичні та геометричні властивості матеріалу, товщина та кількість шарів тощо. Відбивну здатність структури, коли падаюче світло падає нормально на поверхню кремнію, покритого шаром одного антивідбивного покриття, знайдемо за формулою [6]:

$$R = \frac{r_1^2 + r_2^2 + 2r_1r_2 \cos 2\theta_1}{1 + r_1^2r_2^2 + 2r_1r_2 \cos 2\theta_1},$$

де  $r_1 = \frac{n_0 - n_1}{n_0 + n_1}$ ,  $r_2 = \frac{n_1 - n_2}{n_1 + n_2}$  і  $\theta_1 = \frac{2\pi n_1 d_1}{\lambda}$ .

На рис. 1 показано зміну коефіцієнта відбиття як функцію довжини хвилі. При розрахунках товщина шару  $\text{SiO}_2$  фіксувалась на значенні 100 нм, показник заломлення для  $\text{SiO}_2$  та  $\text{Si}$  обирались 1,55 та 3,88 відповідно.

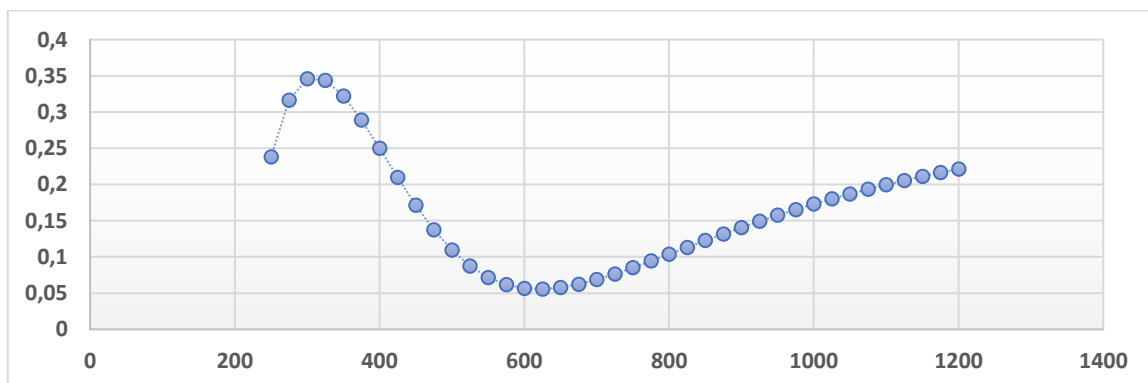


Рисунок 1 – Зміна коефіцієнта відбиття як функція довжини хвилі для структури  $\text{SiO}_2/\text{Si}$

З рис. 1 видно, що покриття  $\text{SiO}_2$  в діапазоні довжин хвиль 500-700 нм, на який припадає пікова енергія в сонячному спектрі (500 нм) та максимальний відгук в кремнієвій комірці ~800 нм, має коефіцієнт відбиття в межах 6-11 %.

На наступному етапі дослідження було проведено дослідження впливу товщини шару діоксиду кремнію на відбивну здатність розглядуваної структури (рис. 2).

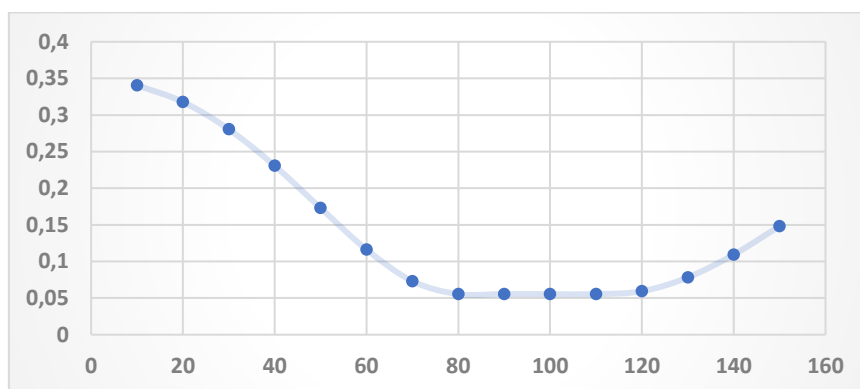


Рисунок 2 – Зміна коефіцієнта відбиття як функція товщини шару SiO<sub>2</sub>

Отримані результати свідчать, що в заданому інтервалі товщин (500-700 нм) відбивна здатність набуває значень 35-5%. Встановлено, що існує оптимальна товщина шару 80-100 нм для досягнення мінімального відбиття на рівні 5%.

Дослідження можуть бути продовжені для пошуку оптимальної товщини шару діоксиду кремнію, яка забезпечує найменше відбивання в різних діапазонах довжин хвиль. Це дозволить визначити точні параметри для мінімізації втрат світла.

**Висновок.** Отримані значення коефіцієнту відбиття (6-11%) свідчать про певну антивідбивну ефективність поверхні структури SiO<sub>2</sub>/Si. Встановлена оптимальна товщина шару діоксиду кремнію в межах 80-100 нм, яка дозволяє досягти мінімального коефіцієнта відбиття на рівні 5%. Ця оптимальна товщина може бути важливою для розробки антивідбивних покриттів для оптичних систем та сонячних панелей. Результати дослідження підкреслюють важливість оптимізації товщини шару діоксиду кремнію для підвищення антивідбивної ефективності та покращення ефективності оптичних систем та сонячних енергетичних систем.

#### ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Галько С. В. Використання когенераційних фотоелектричних модулів для зарядки акумуляторів електромобілів. *Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. Технічні науки*. Мелітополь: ТДАТУ. 2019. Вип. 19, т. 3. С. 130-141. <https://doi.org/10.31388/2078-0877-19-3-130-141>.
2. Галько С. В. Експериментальне дослідження і визначення параметрів когенераційного фотоелектричного модуля для гібридних сонячних електростанцій. *Традиційні та інноваційні підходи до наукових досліджень: матеріали Міжнар. наук. конф., м. Луцьк, 10 квіт. 2020 р.* Луцьк: МЦНД. 2020. Т. 1. С. 83-90. <https://doi.org/10.36074/10.04.2020.v1.10>.
3. Divyapriya S., Amudha A., Vijayakumar R. Design of Solar Smart Street Light Powered Plug-in Electric Vehicle Charging Station by Using Internet of Things. *J. Inst. Eng. India Ser. B*. 2021. V. 102. Pp. 477–486. <https://doi.org/10.1007/s40031-021-00548-y>
4. Kidalov V. V., Dyadenchuk A. F., Khrypko S. L., Khrypko O. S. Investigation the Structures ZnO: Al/SiOx/PorSi/p-Si/Al. *Physics and Chemistry of Solid State*. 2017. V. 18(2). Pp. 180-183.
5. Kanmaz I., Abdullah Ü. Z. Ü. M. Silicon dioxide thin films prepared by spin coating for the application of solar cells. *International Advanced Researches and Engineering Journal*. 2021. V. 5(1). Pp. 14-18.
6. Sharma R., Gupta A., Viridi A. Effect of Single and Double Layer Antireflection Coating to Enhance Photovoltaic Efficiency of Silicon Solar. *J. Nano- Electron. Phys*. 2017. V. 9, No 2. Pp. 02001(4pp). [https://doi.org/10.21272/jnep.9\(2\).02001](https://doi.org/10.21272/jnep.9(2).02001)