

5. Келдыш Л. В. “О влиянии сильного электрического поля на оптические характеристики непроводящих кристаллов” // ЖЭТФ, 1958, 34, №5, с. 1138—1141.
6. Шапарь В. Н. “Схема функционального преобразователя для исследования статических вольт-амперных характеристик лавинных фотодиодов”. // Полупроводниковая техника и микроэлектроника, 1981, вып. 34, с. 75-81.
7. А. с. 1083137 (СССР). “Устройство для контроля качества лавинных фотодиодов” / С. В. Свечников, В. Н. Шапарь, А. В. Иевский, В. А. Афанасьев. Оpubл. в Б. И., 1984, № 12.
8. Miller S.L., “Avalanche breakdown in germanium”. – // Phys.Rev., 1955, 99, #4, p. 1231-1241.
9. Кузьмин В. А., Крюкова Н. Н., Кюрегян А. С. и др. “О коэффициентах ударной ионизации электронов и дырок в кремнии” // ФТП, 1974, 8, вып. 4, с.735-738.

УДК 621.472:629.78

РОЗРОБКА КОНЦЕНТРАТОРІВ СОНЯЧНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ

Зайцев Р.В., Кіріченко М.В., Хрипунов Г.С., Прокопенко Д.С.

Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт»

e-mail: zaitsev.poman@gmail.com

В останній час активно розпочалися розробки комбінованих висококонцентраційних фотоенергетичних установок у яких при виробленні електричної енергії проводиться утилізація теплової енергії [1]. Дослідження комбінованих фотоенергетичних установок із значними по площі концентраторами та зі спеціальними системами утилізації теплової енергії мають одиничний характер та запроваджуються до модельних лабораторних зразків [2, 3]. Суттєвою перешкодою для широкомасштабного виробництва комбінованих фотоенергетичних установок, які працюють при високому рівні концентрації сонячного опромінення, є технологічні проблеми, які виникають при формуванні в якості віддзеркалюючої поверхні параболоїду з двома радіусами кривизни [4].

Для спрощення технології виготовлення концентраторів сонячного випромінювання запропоновано три варіанти концентраторів: фасетний, вакуумний та сегментний.

За результатами натурної апробації [5] встановлено, що концентратори фасетного типу та із вакуумним принципом формування відбиваючої поверхні (рис. 1) не відповідають вимогам поставленим при виготовленні фотоенергетичних установок, зокрема концентратор фасетного типу є занадто складним у виготовленні і налаштуванні не забезпечуючи при цьому одержання заданої форми фокальної плями, а концентратору вакуумного типу притаманна низька стабільність коефіцієнту відбиття у оптичному та інфрачервоному діапазонах та фокусної відстані, пов'язана із неможливістю забезпечити абсолютну герметичність об'єму корпусу концентратора.



а)

б)

Рис. 1 - Зовнішній вигляд дзеркала фасетного (а) та вакуумного типу (б)

Розроблено перспективну для використання у складі фотоенергетичних установок конструкцію концентратора сегментного типу [6], що являє собою круговий масив сегментів виготовлених з дзеркального матеріалу, інтегральний коефіцієнт відбиття якого сягає 95% (за стандартом DIN 5036). Показано, що геометричні параметри таких трапецієподібних сегментів параболічного циліндра - довжина 1100 мм, вигин 202 мм, точність відхилення радіуса кривизни сегменту при радіусі 3000 мм на рівні 50 мм, точність суміщення сегментів 1 мм на довжині 1100 мм, точність суміщення фокусів окремих сегментів складає 5 мм можуть бути досягнуті в умовах майстерні й не потребують використання складного обладнання та технологій. За результатами розробки виготовлено сегментний концентратор площею 3,6 м² (рис. 2), апертура концентратора складає 3,7, подвійний кут апертури не перевищує 60°, що забезпечує низький коефіцієнт відбиття від поверхні фотоприймаючого модуля та проведено його натурну апробацію у складі експериментальної зразка фотоенергетичної установки [7].

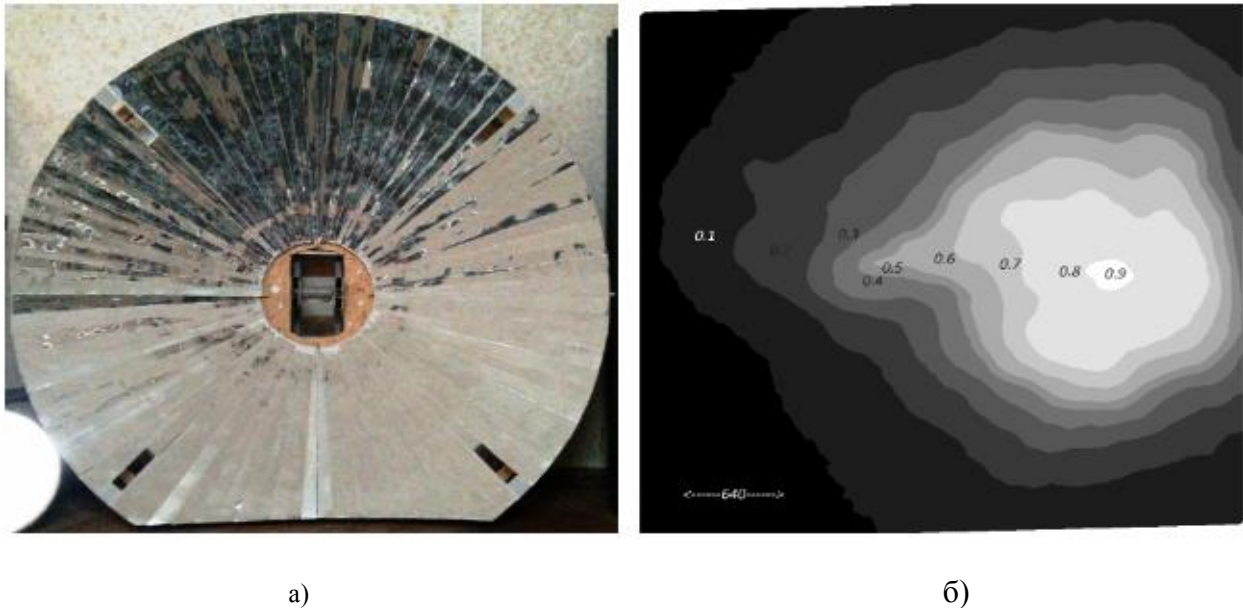


Рис. 2 - Зовнішній вигляд дзеркала сегментного концентратора (а) та експериментальне зображення світлової плями (б), одержане в ході налаштування сегментного концентратора

За результатами натурної апробації виготовленого сегментного концентратора встановлено, що досягнуті геометричні параметри дозволяють отримати фокусну пляму діаметром 120 мм з трапецієвидним розподілом освітленості із коефіцієнтом концентрації випромінювання на рівні 360 од.

Список використаної літератури

1. Dupeyrat P. Study of the thermal and electrical performances of PVT solar hot water system / P. Dupeyrata, C. Ménézob, S. Fortuin // *Energy and Buildings*. – 2014. – Vol. 68. – P. 751-755.
2. Сокол Є.І. Фізико - технічні особливості та предельні практичні можливості фотоенергетичного модуля нового покоління на території України / Є.І. Сокол, В.Р. Копач, Р.В. Зайцев, М.В. Кіріченко, А.В. Меріуц, Г.С. Хрипунов // *Відновлювана енергетика*. – 2011. – № 2(25). – С. 18 – 28.
3. Andreev V.M. Photovoltaic Conversion of Concentrated Sunlight / V.M. Andreev, V.A. Grilikhes, V.D. Romyantsev // *John Wiley & Sons Ltd*. - 1997.
4. Давидюк Н.Ю. Исследование влияния вторичных линзовых концентраторов на выходные параметры солнечных модулей с фотоэлектрическими преобразователями

каскадного типу / Н.Ю. Давидюк, Е.А. Ионова, Д.А. Малевский, В.Д. Румянцев, Н.А. Садчиков // ЖТФ. – 2010. – Т. 80. – Вып. 7. – С. 90-95.

5. Клімат України // За ред. В.М. Липінського, В.А. Дячука, В.М. Бабіченко. – К.: Вид во Раєвського, 2003.

6. Сокол Є.І. Сегментний концентратор випромінювання / Є.І. Сокол, Г.С. Хрипунов, В.О. Нікітін, Р.В. Зайцев, М.В. Кіріченко // Патент на корисну модель №97781. Зареєстровано в Державному реєстрі патентів України на корисні моделі 10.04.2015 р.

7. Zaitsev R.V. Thermo-photovoltaic hybrid module / R.V. Zaitsev // II International Conference on Eurasian scientific development, 2 December 2017, Proceedings of the Conference. – Austria, Vienna: Premier Publishing s.r.o., 2017. – P. 40-46.

УДК 621.383.51

ОПТИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ТА МОРФОЛОГІЯ ПОВЕРХНІ ПЛІВОК CdTe, ОТРИМАНИХ МАГНЕТРОНИМ РОЗПИЛЕННЯМ

Доброжан А.І., Зайцев Р.В., Кіріченко М.В., Копач Г.І.

Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»

E-mail: doabr.abc@gmail.com

Загальновідомо, що фотоелектричне перетворення сонячного випромінювання являє собою перспективний спосіб використання цього екологічно чистого відновлюваного джерела енергії. Одними з найбільш привабливих для широкомасштабного наземного використання по собівартості електричної енергії, що виробляється, є плівкові сонячні елементи тильної конфігурації на основі базових полікристалічних шарів телуриду кадмію. Коефіцієнт корисної дії таких сонячних елементів доведено до 15%, тоді як теоретична оцінка цього параметра для монокристалічних базових шарів CdTe значно вища і досягає 25%. Високотехнологічним та економічним методом отримання тонких напівпровідникових шарів в конструкціях мікроелектроніки є магнетронне розпилення. Тому актуальним є дослідження оптичних властивостей та структури полікристалічних базових шарів телуриду кадмію для сонячних елементів, отриманих методом магнетронного розпилення на постійному струмі.

Лабораторна технологія конденсації плівок CdTe використовувала конструкцію магнетрона, особливість якої полягала в тому, що контур охолодження охоплював тільки магнітну систему. В результаті цього не відбувалось примусового охолодження розпилюваної мішені. Мішень була виготовлена методом холодного пресування порошку телуриду кадмію хімічної чистоти. Для здійснення процесу термоелектронної емісії електронів з матеріалу мішені для розпалювання плазмового розряду проводився попередній нагрів мішені протягом 10-15 хв. Плівки телуриду кадмію конденсувались на скляні підкладки в такому фізико-технологічному режимі: температура підкладки $T_{\text{п}}=300-320^{\circ}\text{C}$, тиск інертного газу Ar в робочому об'ємі вакуумної камери $P_{\text{ар}}=0,9-1$ Па, струм магнетронного розряду $I=80$ мА, напруга на магнетроні $V=550-600$ В, час розпилення 10 хв.

Отримані плівки телуриду кадмію підлягали хлоридній обробці, що є традиційним етапом технології виготовлення сонячних елементів на базі полікристалічних шарів CdTe. Для цього на поверхню CdTe без розігріву підкладки термічним випарюванням при тиску $5,3 \cdot 10^{-3}$ Па наносились плівки CdCl₂. Отримані гетеросистеми скло/CdTe/CdCl₂ відпалювались на повітрі в замкнутому об'ємі при температурі 430⁰C протягом 25 хв.