

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ СОНЯЧНИХ МОДУЛІВ ПЛОСКИМИ ФОКЛІННИМИ КОНЦЕНТРАТОРАМИ

К.т.н. В.О. Письменецький, к.т.н. Р.Ю. Аллахверанов, М.А. Ємельянов, К.О. Батаєва, Харківський національний університет радіоелектроніки

Розглянуто підвищення ефективності сонячних модулів за рахунок використання плоских фоклінних концентраторів. Показано, що графік $I_{кз}$ практично повторює зміну освітленості в процесі проведення експерименту, а поведінка напруги U_{xx} залишається практично не змінною.

Рассмотрено повышение эффективности солнечных модулей за счет использования плоских фоклинных концентраторов. Показано, что график $I_{кз}$ практически повторяет изменение освещенности в процессе проведения эксперимента, а поведение напряжения U_{xx} остается практически неизменным.

The increase of efficiency of solar modules due to the use of flat ribbon concentrators is considered. It is shown that the graph $I_{кз}$ almost repeats the variation of illumination during the experiment, and the behavior U_{xx} of the voltage remains virtually unchanged.

Ключові слова: батарея сонячна, плоский відбивач, контрольний фотоприймач, фоклінний концентраторний модуль

Вступ

Можливість зниження витрат дорогих напівпровідникових матеріалів типу $A^{III}B^V$ в СЕ при використанні концентратора сонячного випромінювання дозволяє не тільки істотно знизити вартість батарей сонячних (БС) порівняно зі звичайними планарними БС, але і при цьому зберегти, а в деяких випадках і значно поліпшити їх енергетичні параметри.

Розрахунок максимального коефіцієнта концентрації сонячного випромінювання

В процесі виконання роботи були проведені аналітичні розрахунки для визначення максимального коефіцієнта концентрації сонячного випромінювання при оптимальному співвідношенні кута нахилу θ_k і висоти поверхні, що відбиває для плоских фокліннів.

Розрахунок коефіцієнта концентрації здійснювався виходячи з геометричних складових, представлених на рис. 1.

Вираз для середнього коефіцієнта концентрації має вигляд:

$$K_c = 1 + N \sum_{n=1}^k (-1)^n R_c^n \cos 2n\theta_k$$

де N – число граней концентратора; R_c^n коефіцієнт відбиття.

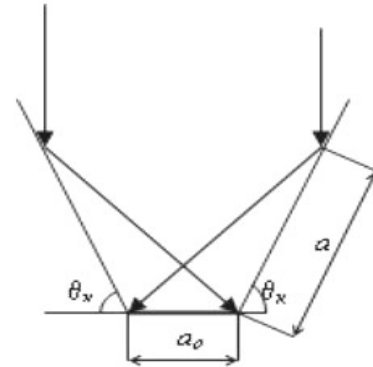


Рис. 1. Схема геометричних складових фокліна

Геометричний коефіцієнт концентрації має вигляд:

$$K_k = 1 + R_c N \frac{a}{a_0} \cos 2n\theta_k$$

де a – ширина поверхні, що відбиває;

a_0 – ширина приймача випромінювання;

θ_k – кут нахилу поверхні, що відбиває.

Завдання, яке вирішувалось авторами при виконанні даної роботи, полягало в дослідженні концентратора сонячного модуля на основі плоских фокліннів з поліпшеною оптичною ефективністю.

Основним елементом плоского концентратора є плоскі світловідбиваючі поверхні, які виконують першочергову роль у підвищенні ефективності системи в цілому. Для того щоб забезпечити рівномірний розподіл освітленості по панелі сонячної батареї, рефлектори повинні бути ідеально плоскими. При цьому плоскі фокліни зберігають початкове значення середнього коефіцієнта концентрації при невисокій точності орієнтації осей відбивачів на Сонце [2].

Для проведення експериментальних досліджень було виготовлено фоклінний концентраторний модуль з плоскими відбивачами (рис. 1) та модуль фотоприймача (рис. 2).

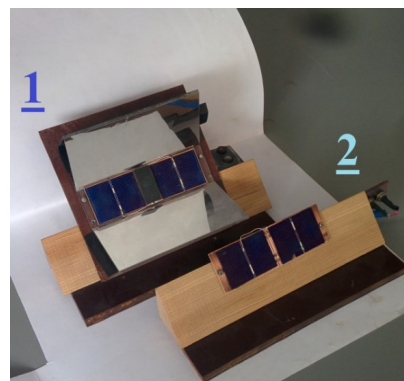


Рис. 2. Концентраторний фоклін (1) і контрольний фотоприймач (2)

ФЕП модуль КФМ та КФП

Параметри модулів		Проміжки часу				
		1	2	3	4	5
Модуль КФМ	$I_{kз}$, mA/cm ²	1,03	1,08	1,13	1,15	1,87
	U_{xx} , В	0,78	1,25	1,48	1,6	1,12
Модуль КФП	$I_{kз}$, mA/cm ²	1,56	1,87	2,01	1,59	1,99
	U_{xx} , В	0,35	0,42	0,47	0,47	0,45
Модуль КФМ	$I_{kз}U_{xx}$, мВт/см ²	0,81	1,35	1,67	1,82	2,09
Модуль КФП	$I_{kз}U_{xx}$, мВт/см ²	0,54	0,78	0,94	0,74	0,91
	K_k	1,5	1,7	1,8	2,4	2,2

В обох модулях використовуються два однакові монокристалічні кремнієві фотоелектричні перетворювачі (ФЕП), які з'єднані послідовно.

Для проведення вимірювання по горизонтальній осі відкладені нормовані значення тимчасових інтервалів

$$t_n = \frac{t - t_0}{30}$$

де t_0 – початок вимірів;

t – поточний час $t = t_0 + n * 30$ (інтервал вимірювань – 30 хв.)

Результати експериментальних досліджень наведено у табл. 1.

Результати вимірювань струмів короткого замикання $I_{kз}$, напруг холостого ходу U_{xx} концентратора фоклінного модуля КФМ і модуля контрольного фотоприймача (КФП), а також результатів розрахунків коефіцієнта концентрації наведено на рис.3

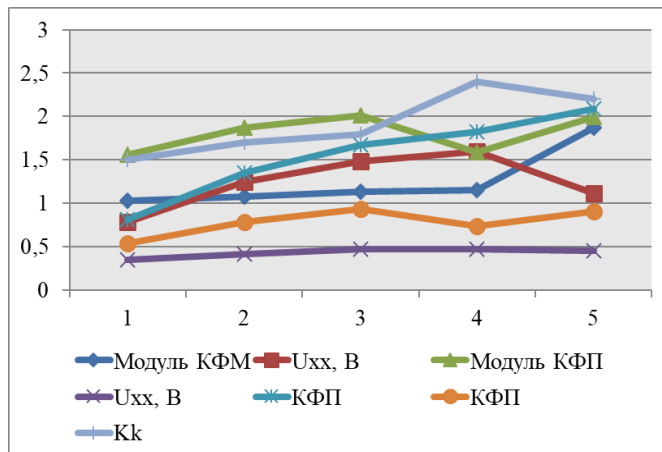


Рис. 3. Графіки часових залежностей, згідно табл. 1

$$K_k = \frac{I_{kз} U_{xx} K_{ФФ}}{I_{kз} U_{xx} K_{ФП}} \cdot FF$$

При розрахунках вважаємо, що для монокремнію параметр $FF = 0,17$.

Висновки

Проведені дослідження дозволяють зробити наступні висновки:

- згідно [2] при зростанні проміжків часу та одночасному збільшенню температури параметр U_{xx} практично не змінюється;

- графік $I_{kз}$ реально відтворює зміну освітленості. Мінімум у точці 4 пов'язаний з малохмарною погодою; - зменшення коефіцієнту концентрації між проміжками 5 і 4 підтверджує початок деградаційних процесів;

- використання фоклінних концентраторів з плоскими відбивачами світла дозволяє відносно просто збільшити щільність світлового потоку в 1,5 – 2,4 рази і відповідно ефективність фотоперетворення.

- для забезпечення теплового режиму кристала ФЕП з урахуванням температури навколишнього середовища і заданого коефіцієнта концентрації $K_k \geq 3$ необхідно вводити додаткові конструктивні елементи, що забезпечують тепловідвід.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ:

1. Serge Habraken, Jean- Marc Defise, Jean – Paul Collete, Pierre Rochus, Pierre-Alexis D'odemontand Michael Hogge. Space Solar Arraysand Concentrators // Materialsof 51st International Astronautical Congress 2-6 Oct 2000 / RiodeJaneiro-Brazil.

2. Андреев В.М., Грилихес В.А., Румянцев В.Д. Фотоэлектрическое преобразование концентрированного солнечного излучения. – Л. : Наука, 1989. – С. 310.