

УДК 620.9+621.565(075.8)

ЗАСТОСУВАННЯ КОНЦЕНТРАТОРІВ СОНЯЧНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ В ФОТОЕЛЕКТРИЧНИХ СИСТЕМАХ

А.В. Трофименко

*Кафедра двигонобудування. Дніпровський національний
університет імені Олеся Гончара,
просп. Гагаріна, 72. Дніпро, 49107, Україна,
тел. +38(097)425-62-32, e-mail: antrof2005@gmail.com*

У роботі проведено аналіз впливу концентраторів сонячного випромінювання на ефективність роботи енергетичної установки з фотоелектричними елементами. Розглянуто плоскі, конічні концентратори, а також лінзи Френеля. Отримані результати показали, що основний недолік пірамідальних і конічних концентраторів – це нерівномірність розподілу сконцентрованого ними випромінювання по поверхні приймача. Встановлено, що перевагою сферичних сонячних концентраторів лінз Френеля є можливість ефективно вловлювати сонячне випромінювання під будь-яким кутом. Це дає змогу істотно заощадити на засобах для різних пристроїв, що відстежують рух сонця, а також забезпечує рівномірність інтенсивності сонячного випромінювання на приймальній поверхні фотоелектричного елемента.

Ключові слова: *концентратори сонячного випромінювання, фотоелектричний елемент, лінза Френеля.*

APPLICATION OF SOLAR RADIATION CONCENTRATORS IN PHOTOELECTRIC SYSTEMS

A. Trofymenko

*Department of Engine Engineering. Oles Honchar Dnipro
National University,*

Gagarin Avenue, 72. Dnieper. 49107, Ukraine,
tel.: +38(097)425-62-32, e-mail: antrof2005@gmail.com

The analysis the influence of solar radiation concentrators on the efficiency of the power plant with photovoltaic cells is carried out in the work. Consider flat, conical concentrators, as well as Fresnel lenses. The obtained results showed that the main disadvantage of pyramidal and conical concentrators is the uneven distribution of concentrated radiation on the surface of the receiver. It is established that the advantage of spherical solar concentrators of Fresnel lenses is the ability to effectively capture solar radiation at any angle. This significantly saves money on various devices for tracking the movement of the sun, and also provides uniformity of the intensity of solar radiation on the receiving surface of the photovoltaic cell.

Keywords: solar concentrators, photovoltaic cell, Fresnel lens.

ORCID: 0000-0001-5312-9658.

Важливим конструктивним елементом сонячної фотоелектричної установки є система концентрування сонячного випромінювання. Основне функціональне призначення системи концентрування є підвищення щільності потоку сонячного випромінювання до рівня, який забезпечує його ефективне та економічне перетворювання в електричну енергію [1].

Інтегральним показником, що характеризує цю функцію системи, є середній коефіцієнт концентрації, що визначається відношенням середнього значення щільності сконцентрованого променистого потоку на приймач до поверхневої щільності сонячного випромінювання в площині, перпендикулярній напрямку його поширення. При використанні системи концентрування не тільки підвищується щільність сонячного випромінювання, але можлива зміна розподілу щільності сонячного випромінювання на поверхні сонячного елемента.

Здебільшого концентратори променистого потоку використовують у плоских слабоконцентрувальних системах. Тому для таких систем важливою вимогою постає забезпечення рівномірного розподілу щільності променистого потоку на приймальній поверхні сонячного елемента.

Відомо, що збільшення кількості відбивних граней дає змогу зменшити висоту (глибину) концентратора, необхідну для забезпечення необхідного підвищення щільності сонячного випромінювання. На рис. 1 показані криві, що характеризують залежність середнього коефіцієнта концентрації при $\rho_c = 0,9$ від відносної ширини відбивної поверхні a/a_0 для дво- і чотиригранного концентраторів.

Як бачимо, при $C_k = 5$ застосування чотиригранної системи дозволяє зменшити відношення a/a_0 у 3,5 раза, а це в багатьох випадках сприяє забезпеченню раціонального компонування сонячних фотоелектричних установок (СФЕУ).

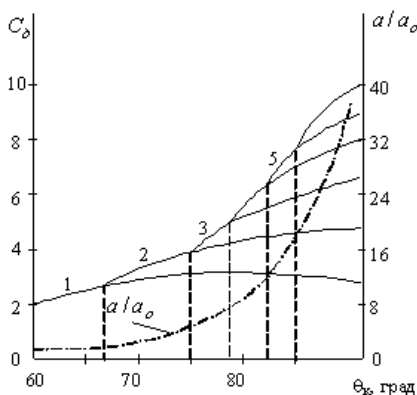


Рис. 1. Залежність геометричного коефіцієнта концентрації та відносної ширини відбивної поверхні від кута нахилу граней плоского фокліна: 1, 2, 3, 4, 5 – кількість відображень

Крім того, збільшення кількості відображень у реальних системах ($\rho_c < 1$) веде до зростання втрат енергії, пов'язаних з поглинанням сонячного випромінювання дзеркалами, і це теж свідчить на користь застосування чотиригранних систем.

Чотиригранні концентрувальні системи можуть складатися з прямокутних плоских дзеркал з підставкою, які дорівнюють довжині сторони квадратного приймача, або мати усічену пірамідальну конфігурацію.

Основний недолік пірамідальних концентраторів – нерівномірність розподілу сконцентованого ними випромінювання по поверхні приймача. Обумовлено це багаторазовим перевідображенням променів, що падають на кутові ділянки дзеркал.

Одна з важливих переваг систем з плоскими відбивними поверхнями пов'язана з можливістю підтримки рівномірного опромінення приймача при неточній орієнтації системи на Сонце й деформації відбивних поверхонь. Це досягається за рахунок збільшення ширини граней.

Відомі також конічні концентратори, ступінь концентрації яких більша ніж у плоских. Однак на відміну від плоских концентраторів конус не забезпечує рівномірного розподілу щільності променистого потоку на приймачі.

На рис.2, а наведені розрахункові [2] значення змін ступеня концентрації при різних θ_K і $\rho_c = 0,9$. Як видно, максимальний ступінь концентрації – у центрі приймальної поверхні. На рис 2, б подано теоретичну криву ($\theta_K = 60^\circ, \rho_c = 0.8$) й експериментальну.

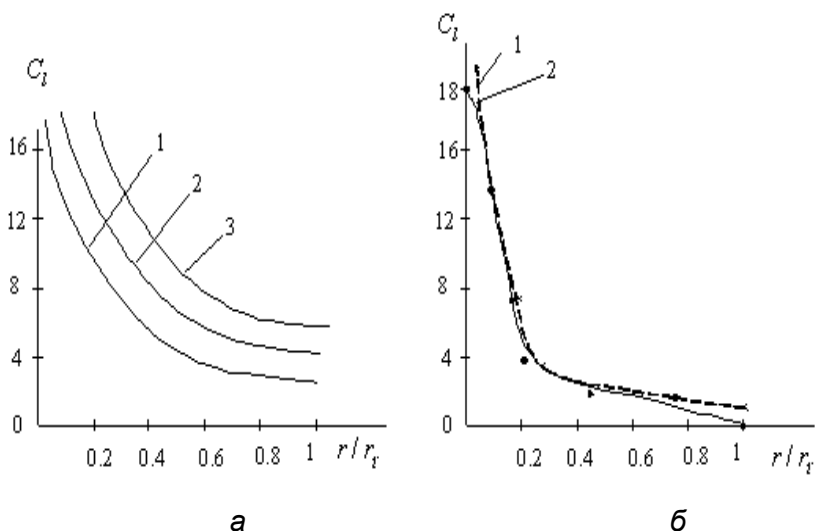


Рис. 2. Зміна локального коефіцієнта концентрації по радіусу кінчного приймача: а -- розрахункові залежності при $\rho_c=0,9$, $\theta_k=60^\circ$ (1), 70° (2), 80° (3); б – порівняння розрахунку (1) з експериментом (2) при $\rho_c=0,9$, $\theta_k=60^\circ$ (1)

Відомо, що використовувати кінчні концентратори з багатoelementними фотоелектричними перетворювачами недоцільно через велику величину схемних похибок. Тому в цьому разі можна говорити лише про окремі концентратори для кожного сонячного елемента (СЕ).

Підвищити ефективність роботи СФЕУ можна також за допомогою лінзи Френеля. Перевагою сферичних сонячних концентраторів є можливість ефективно вловлювати сонячне випромінювання під любым кутом. Це суттєво економить засоби на різні пристрої для відстеження за рухом сонця.

Таки лінзові концентратори сонячного світла можуть бути розташовані зверху фотоелементів. За рахунок

розміщення на сонячній батареї цих спеціальних лінз у вісім разів зростає концентрація променистого потоку. Отже, з'являється можливість зменшити кількість фотоелементів, наприклад арсеніда галія, які складають основну частину вартості сонячних батарей. При цьому не зменшується кількість виробленої електричної енергії.

CEA-Leti створили лінзи Френеля, які використовувє фотоелемент з ККД 44,7 %, перевершивши своє власне досягнення в 43,6 %. У 2014 році в Інституті сонячних енергосистем Фраунгофер створили сонячні батареї, в яких завдяки фокусуванню лінзою світла на фотоелементі ККД склав 46 % [3].

Література:

1. Трофименко А.В. Влияние различных видов дефокусировок на энергетические характеристики системы концентратор – приемник в солнечных энергоустановках.

2. Трофименко А.В., Білогуров С.О. Концентратори сонячного випромінювання: Навч. пос. Дніпро: Ліра, 2019. – 43 с.

3. [https://studme.org/325754/tehnika/kontsentratory_osnove kontsentrisheskih linz frenelya](https://studme.org/325754/tehnika/kontsentratory_osnove_kontsentrisheskih_linz_frenelya)