

УДК 621.311

В.О. Чумакевич¹, В.В. Атаманюк², І.В. Пулеко³, А.М. Дубовський¹¹ Львівський національний аграрний університет, Львів² Національна академія сухопутних військ імені гетьмана Петра Сагайдачного, Львів³ Житомирський військовий інститут імені С.П. Корольова Національного авіаційного університету, Житомир

ОБҐРУНТУВАННЯ МОЖЛИВОСТІ ОСВІТЛЕННЯ ПАРКІВ В МІСЦЯХ ПОСТІЙНОЇ ДИСЛОКАЦІЇ ЗА ДОПОМОГОЮ СОНЯЧНИХ БАТАРЕЙ У ЛЬВІВСЬКІЙ ОБЛАСТІ

У статті обґрунтовано можливість та наведено варіанти організації освітлення території парків за допомогою сонячних батарей.

Ключові слова: енергія сонця, сонячні батареї, освітлення, інвертор.

Вступ

Постановка проблеми. Сучасний стан економіки України вимагає пошуку нових підходів до економії ресурсів на утримання силових структур, у тому числі скорочення витрат на забезпечення повсякденної діяльності військ. У той же час висувається вимога підтримання функціональних можливостей силових структур на заданому рівні.

Одним із шляхів заощадження коштів є запровадження економії засобів на утримання силових структур шляхом впровадження інноваційних технологій. Використання відновлювальних джерел електроенергії для організації освітлення території військових частин в місцях постійної дислокації є одним із можливих напрямів економії коштів.

Таким чином постає актуальна задача визначення можливості використання сонячної енергії для освітлення паркової території та способів впровадження цієї ідеї у життя.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Сама ідея використання сонячної енергії у збройних силах не є новою. В статті [1] автори робили спробу проаналізувати можливість використання альтернативних джерел енергії для військових об'єктів, а у військовому інституті КНУ ім. Т.Г. Шевченко ще у 2012 році розробили унікальну фотоелектричну сонячну батарею, яка здатна зарядити ноутбук лише за 20 хвилин навіть у похмуру погоду (рис. 1) [2]. Під час різноманітних військових конфліктів у ЗС США використовують мобільні панелі сонячних батарей (рис. 2) [3].



Рис. 1. Мобільна фотоелектрична сонячна батарея, винайдена у ВІ КНУ ім. Т. Шевченка



Рис. 2. Використання сонячних батарей під час операцій в Афганістані

Сьогодні ряд проектів використання сонячної енергії впроваджено в Україні, проте це лише невеличкі проекти з освітлення вулиць населених пунктів або забезпечення світлом та теплом окремих споруд (рис. 3) [4, 5, 6]. Використання для освітлен-

ня автономних систем дозволяє зменшити кількість спожитої електроенергії, а, відповідно, і фінансових витрат. Також це шлях до більшої автономності й захищеності електропостачання об'єктів, що є умовами до електропостачання військових об'єктів.



Рис. 3. Встановлення геліотермічної установки компанії Ritter XL Solar GmbH на даху військового бункера в ФРН (а), автономне вуличне освітлення у с. Острог на Рівненщині (б) та с. Нові Мартиновичі Новомартиновицької сільської Ради, Пирятинського району Полтавської області (в)

Мета статті. Обґрунтувати можливість та запропонувати варіанти освітлення парку від джерел енергії, які використовують енергію сонця.

Основний матеріал

Дослідження почнемо з визначення необхідної кількості освітлювальних пристроїв та їх загальної потужності [7].

Для освітлення території парку ($S_n=30000 \text{ м}^2$) обираємо більш економічні світлодіодні прожектори типу LED 2.80.4200.

Розраховуємо кількість ламп для досліджуваного об'єкта:

$$n_l = \frac{k' \cdot S_n \cdot E \cdot z}{F_l \cdot \eta_c} \quad (1)$$

$$n_l = \frac{1,3 \cdot 30000 \cdot 15 \cdot 0,8}{7800 \cdot 0,75} = 80 \text{ шт.},$$

де $k'=1,3$ – коефіцієнт запасу; S_n – площа парку; E – загальна освітленість згідно з нормами, лк; z – коефіцієнт нерівномірності освітлення; F_l – світловий потік, лм; η_c – коефіцієнт використання світлового потоку.

Визначимо потужність системи освітлення за формулою

$$P_{oc} = \sum K_l \cdot P_l; \quad (2)$$

$$P_{oc} = 80 \cdot 80 = 6400 \text{ Вт},$$

де K_l – кількість ламп одного виду, шт.; P_l – потужність лампи одного виду, Вт.

Середньодобову потребу в електроенергії для ламп розраховуємо через добуток потужності лампи та тривалості освітлення за формулою

$$W_{oc}^o = P_{oc} \cdot t_{oc}; \quad (3)$$

$$W_{oc}^o = 6,4 \cdot 6 = 38,4 \text{ кВт} \cdot \text{год},$$

де P_{oc} – потужність системи основного освітлення території, кВт; t_{oc} – тривалість роботи системи основного освітлення, год.

Витрату електроенергії на потреби основного освітлення за досліджуваний період можна визначити за формулою

$$W_{oc} = W_{oc}^o \cdot n_p; \quad (4)$$

$$W_{oc} = 38,4 \cdot 365 = 14016 \text{ кВт} \cdot \text{год}.$$

Для потреб автономного електропостачання найбільше розповсюдження отримали СЕС, які використовують фотобатареї. Тому в даній роботі саме їх і будемо розглядати.

На рис. 4 а наведено дані про надходження сонячної енергії на горизонтальну або похилу площину сонячного колектора для об'єкта у Львівській області [7].

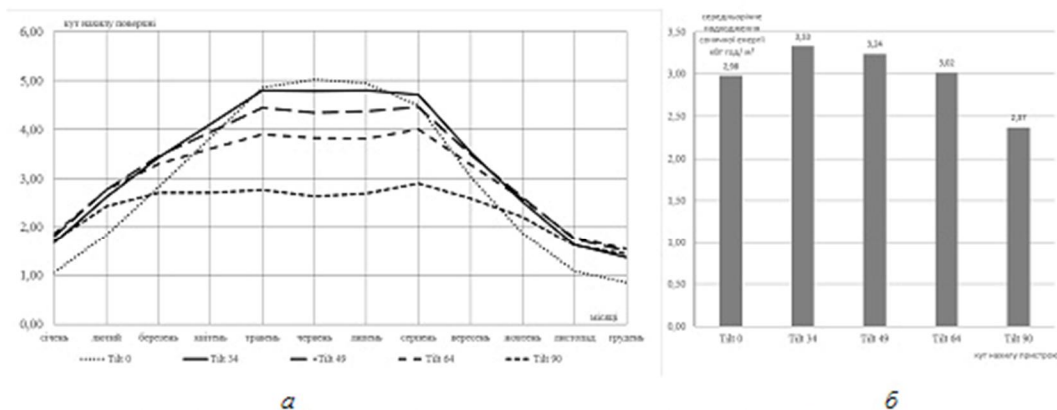


Рис. 4. Середньомісячне радіаційне випромінювання на поверхню, нахилену у бік екватора (кВт-год/м²/день) (а) та середньорічне надходження сонячної енергії (кВт-год/м²) (б)

Як правило, кут нахилу сонячного колектора знаходиться в межах 45 – 50°. Обираємо кут нахилу 49° (рис. 4 б), а середньорічне надходження сонячної енергії при цьому буде становити 3,24 кВт год/м². Таким чином, встановлення сонячних батарей є можливим.

Проведемо розрахунок централізованої сонячної електроустановки. Для забезпечення електроенергією будемо застосовувати фотоелектричні модулі типу KV50/12-М вітчизняного виробництва.

Вихідним параметром розрахунку є добова потреба в акумульованій електроенергії W_0 . Її збільшують множенням на коефіцієнт запасу n , наприклад на випадок негоди наступного дня $n=2$.

$$\begin{aligned} W_a &= 2W_0; \\ W_a &= 2 \cdot 38,4 = 76,8 \text{ кВт}. \end{aligned} \quad (5)$$

Для розрахунку середньоденного виробництва електроенергії з одного елемента сонячної фотоелектричної панелі скористаємось формулою

$$\begin{aligned} W_{CD} &= \eta \cdot H_\beta \cdot S \cdot \eta_{ak} \cdot \eta_{im}; \\ W_{CD} &= 0,163 \cdot 3,24 \cdot 4 \cdot 0,75 \cdot 0,97 = 1,53 \text{ кВт} \cdot \text{год}, \end{aligned} \quad (6)$$

де η – коефіцієнт корисної дії фотоелектричної панелі;

H_β – інтенсивність надходження сонячної енергії, кВт·год.;

S – площа сприймаючої поверхні фотоелектричної панелі, м².

Необхідну розрядну ємність акумулятора розраховують діленням W_a на номінальну напругу (пропонується використовувати автомобільні акумулятори):

$$\begin{aligned} C_p &= \frac{W_a}{U_A}; \\ C_p &= \frac{76,8}{12} = 6,4 \text{ кА} \cdot \text{год}. \end{aligned} \quad (7)$$

Втрати в акумуляторі мінімізуються за умови використання лише половини його номінальної ємності у межах 30-80% зарядного стану. Тому номінальну ємність приймають двічі вищою:

$$\begin{aligned} C_n &\approx 2C_p \\ C_n &\approx 2 \cdot 6,4 \approx 12,8 \text{ кА} \cdot \text{год}. \end{aligned} \quad (8)$$

Необхідну ємність системи запасання енергії визначають з врахування енергетичного к.к.д. зарядно-розрядного циклу акумулятора $\eta_{FM} \approx 80\%$:

$$\begin{aligned} C_a &= \frac{C_n}{\eta_w}; \\ C_a &= \frac{12,8}{0,8} = 16 \text{ кА} \cdot \text{год}. \end{aligned} \quad (9)$$

Будемо використовувати акумуляторні батареї Santec 12-200, кількість яких визначаємо з формули

$$\begin{aligned} n_{ak} &= \frac{W_a}{200}; \\ n_{ak} &= \frac{16000}{200} = 80 \text{ шт.} \end{aligned} \quad (10)$$

Сумарну річну потребу в енергії на виході фотомодуля W_{FM} (добову електричну продуктивність) визначають діленням W_a на 0,6 – коефіцієнт, який враховує втрати енергії на шляху від сонячних елементів до акумулятора:

$$\begin{aligned} W_{FM}^0 &= \frac{W_a}{0,6}; \\ W_{FM}^0 &= \frac{76,8 \text{ кВт} \cdot \text{год}}{0,6} = 128 \text{ кВт} \cdot \text{год}. \end{aligned} \quad (11)$$

Необхідну кількість сонячної енергії для забезпечення добової продуктивності фотомодуля розраховують за співвідношенням

$$\begin{aligned} H_{FM}^0 &= \frac{W_{FM}^0}{\eta_{FM}}; \\ H_{FM}^0 &= \frac{128 \text{ кВт} \cdot \text{год}}{0,163} = 785,3 \text{ кВт} \cdot \text{год}, \end{aligned} \quad (12)$$

де η_{FM} – к.к.д. фотомодуля.

Сумарну площу сонячних модулів S для забезпечення потрібного надходження сонячної енергії розраховують діленням H_{FM}^0 на відому для даної території кількість сонячної енергії, яка надходить на 1 м² поверхні фотомодуля, нахиленої під кутом β до горизонту:

$$\begin{aligned} S &= \frac{H_{FM}^0}{H_\beta^0}; \\ S &= \frac{785,3 \text{ кВт} \cdot \text{год}}{3,24 \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{м}^2} = 242,3 \text{ м}^2. \end{aligned} \quad (13)$$

Кількість фотомодулів визначають через відношення їх загальної площі S до площі активної поверхні S_0 одного фотомодуля, записаної у його паспорті

$$\begin{aligned} k &= \frac{S}{S_0}; \\ k &= \frac{242,3 \text{ м}^2}{4 \text{ м}^2} = 60,6 \approx 61 \text{ шт.} \end{aligned} \quad (14)$$

Дані модулі можна розмістити на дахах паркових приміщень, як це показано на рис. 3 а. Для з'єднання фотомодулів та освітлювальних ламп можна використовувати існуючу кабельну мережу, що дозволить зменшити вартість проекту.

На рис. 3 б, в показано використання автономних модулів (оголовників) для кожного ліхтаря. Такі пристрої складаються з фотоелектричних модулів, акумулятора

(до 100 А·год), контролерів для оптимізації режимів роботи та інвертора для перетворення постійного струму 12 В у змінний 220 В 50 Гц.

Перевагами таких систем є повна автономність, екологічна безпечність, легкість в експлуатації та відсутність кабельної мережі.

Запропоновані варіанти автономного освітлення парку мають термін окупності близько 15 років у цінах 2014 року, а з врахуванням різкого збільшення цін на електроенергію (до 4 разів), термін окупності може складати менше 10 років. Середній термін служби обладнання складає 20 – 30 років, за винятком акумуляторів (до 15 років). Таким чином, запропонований варіант не лише окупить капіталовкладення, а й дозволить економити кошти на освітленні парку.

Висновок

Значне подорожчання енергоносіїв вимагає шукати нових підходів до їх економії. Використання для освітлення парку сонячних батарей дозволить зекономити витрати електроенергії та отримати більшу автономність і енергетичну незалежність.

Проведені дослідження показали можливість та доцільність впровадження даного енергоощадного підходу в освітлення парку. Особливо важливим є використання переважно складових українського виробництва, що значно підвищує цінність пропозицій.

Обоснование возможности освещения парков в местах постоянной дислокации с помощью солнечных батарей во Львовской области

В.А. Чумакевич, В.В. Атаманюк, И.В. Пулеко, А.М. Дубовский

В статье обоснована возможность и приведены варианты организации освещения территории парков с помощью солнечных батарей.

Ключевые слова: энергия солнца, солнечные батареи, освещение, инвертор.

Basis of possibilities lighting park in their home stations with solar batteries in Lviv region

V. Chumakevych, V. Atamanyuk, I. Puleko, A. Dubovskoy.

In the article the opportunity and are solutions of the parks lighting using solar panels.

Key words: solar, solar panels, lighting, inverter

Список літератури

1. Лагутін Г.І. Аналіз можливості використання альтернативних джерел електричної енергії для живлення військових об'єктів Збройних Сил України/Г.І. Лагутін, В.М. Лисенко, В.Д. Заболотний // Системи озброєння і військова техніка, 2013, № 3 (35).– С. 28 – 31.

2. Сорока К. Нанотехнології військових / К. Сорока, О. Прохорова, А. Ігнатенко // Сайт Зроблено в Країні 27-01-2012, 22:43, – <http://produced.in.ua/techno/107-nanotehnologiyi-vyskovih.html>

3. Роджерс Дж. Використання відновлювальної енергії в армії США / Дж. Роджерс // U.S. Embassy Kyiv Blog Червень 13, 2013, <https://usembassykyivukr.wordpress.com>

4. Енергетичний бункер // Сахара. – <http://сахара.ua/информация/statti/energetichnij-bunker>

5. Вуличне освітлення від сонячних батарей / Новини порталу Ecotown 02.12.2014. – <http://ecotown.com.ua/news/>

6. Звіт про впровадження енергозберігаючого мікропроєкту по встановленню сонячних модулів для освітлення вулиць в темну пору доби в с. Нові Мартиновичі. Замовник – ОГ «Центр громади», с. Нові Мартиновичі Новомартиновицької сільської Ради, Пирятинського району Полтавської області. Угода № РТ-03-EU-09 / ВАТ «Квазар» м. Київ. – <http://solarkw.com.ua>

7. Електроосвітлення: конспект лекцій / укладач М.В. Петровський. – Суми: Сумський державний університет, 2012. – 227 с.

8. www.nasa.org.

Рецензент: д.т.н., проф. Я.С. Паранчук, професор кафедри електроприводів НУ "Львівська політехніка", Львів.