

КОМПЛЕКС ВІДНОВЛЮВАНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ З АКУМУЛЮВАННЯМ ЕНЕРГІЇ НА ОСНОВІ ВОДНЕВИХ ТЕХНОЛОГІЙ

В роботі висвітлені теоретичні методи та експериментальні дослідження залежності потужності генерування електроенергії від кута падіння променів сонця, порівняні сучасні шляхи акумуляції енергії та оцінена їх ефективність.

К л ю ч о в і с л о в а : сонячні станції, акумулювання енергії, поновлювальні джерела енергії, водневі технології, трекерні установки.

Вступ. Бурхливе збільшення кількості та загальної потужності сонячних електростанцій (СЕС) в Україні та інших країнах світу поряд із позитивними наслідками породжує певні проблеми. В першу чергу це великі добові коливання генерованої потужності з максимумом опівдні та повною відсутністю в темний період доби. До певного часу такі добові коливання були бажаними, оскільки пік навантаження електроспоживання співпадав з максимумом потужності СЕС.

Актуальність досліджень. Подальше зростання кількості та загальної потужності СЕС у енергосистемах опівдні починає суттєво перевищувати потужність пікового електроспоживання, що вимагає регулювання режимів роботи теплових та атомних електростанцій. Подібну проблему вже вирішують в багатьох країнах світу. У зв'язку з чим існує необхідність обрати раціональну систему акумулювання електроенергії, отриманої в години максимальної генерації на СЕС та систему енергоефективного керування всім комплексом.

Результати роботи. Компанія TESLA пропонує застосування акумуляторних станцій з великою електричною ємністю. У години зменшення та відсутності генерування енергії СЕС акумулятори станції через інвертори живлять електромережу. Іншим перспективним шляхом акумулювання генерованої енергії СЕС вважається «зелена» технологія виробництва водню. Така технологія досить проста і давно розроблена на високому рівні. Проте досі у світовому виробництві водню електролізом отримують лише близько 5% [1]. Це пояснюється економічною недоцільністю витрачання електричної енергії на виробництво водню для теплоенергетичних потреб.

Більш доцільно електричну енергію перетворювати в теплову безпосередньо. При цьому

потужність нагрівального пристрою, що йде на отримання тепла характеризує вираз

$$P = U I_{\text{п}} \cos(\varphi) \eta_{\text{п}} \eta_{\text{п}}, \text{ Вт},$$

де U – напруга живлення нагрівального пристрою, В; $I_{\text{п}}$ – струм пристрою, А; $\cos \varphi$ – коефіцієнт активної потужності, в.о.; $\eta_{\text{п}}$ – коефіцієнт корисної дії нагрівального пристрою, в.о.; $\eta_{\text{п}}$ – коефіцієнт корисної дії нагрівального пристрою приймаємо $\eta_{\text{п}} \approx 0,97$, в.о.

Втрати енергії у провідниках мережі визначаються виразом:

$$\Delta P_{\text{М}} = I_{\text{п}}^2 R_{\text{п}}, \text{ Вт},$$

де $R_{\text{п}}$ – активний опір провідників живлення електронагрівального пристрою.

За правильного виконання електричної мережі живлення нагрівального пристрою втрати у провідниках не перевищують 1% встановленої потужності.

Коефіцієнт потужності таких електронагрівачів близький до одиниці. Загальний ККД такого нагрівального пристрою може бути в межах 95–96%. Якщо використовувати для енергетичних цілей водень, отриманий шляхом електролізу, то загальний коефіцієнт корисної дії пристрою буде значно нижчий. Наприклад, для двигуна внутрішнього згорання ККД перетворення в механічну енергію близько 0,3. Питомі енерговитрати в кращих технологіях отримання водню електролізом в розрахунках приймають близько 50 кВт-годин на 1 кг. Таким чином, при порівнянні енергоефективності нагрівання шляхом спалювання водню, отриманого електролізом, загальний ККД буде орієнтовно у 3,5 рази нижчим у порівнянні із прямим електронагріванням. Найбільш ефективно хімічна енергія водню перетворюється в електроенергію в паливних елементах, які сьогодні швидко розвиваються і мають велику перспективу для застосування в електромобілях та водному електротранспорті.



Рис. 1. Фотоелектричні панелі на двохосьовому трекері.

Аналогічними розрахунками можна порівняти енергетичну ефективність використання електричних акумуляторів і водневої енергоутилізації.

ККД процесу зарядження електричних акумуляторів найпоширеніших типів вважається близьким до 0,75, а при розряджанні може досягати 0,8. Таким чином загальний ККД використання становитиме близько 0,6.

Як було вказано раніше, при виробництві водню енергозатрати сягають 50 кВт-годин на 1 кг водню, що становить ~180 МДж на 1 кг. Подальші проблеми зберігання отриманого водню також досить великі, однак обнадійливі перспективи має гідридну технологію зберігання водню, яка сьогодні досліджується у багатьох лабораторіях передових країн світу [2].

Отже можна зробити висновок, що виробництво водню шляхом електролізу для енергетичних цілей є доцільним. У порівнянні з електрохімічними акумуляторами водневе енергоакумуляу-

вання не має жорстких кількісних та режимних обмежень і водневу технологію акумуляування можна вважати конкурентноспроможною.

Важливою умовою ефективної роботи СЕС є застосування систем акумуляування [3]. Передбачається наявність технічних засобів безперервного орієнтування світлоприймальної поверхні фотоелектричних панелей на сонячне опромінення. Це реалізується сучасними автоматизованими трекерними системами, які однак мають високу ціну та складну конструкцію. Тому в Білоцерківському національному аграрному університеті було розроблено і виготовлено трекерні системи щоголового типу, призначені для прибудівлевого встановлення, коли відведення спеціальних майданчиків не передбачене.

Крім того розробка нових типів енергоефективних систем [4] орієнтування площини фотоелектричних панелей на прибудівлевих поворотних опорах дозволяє суттєво збільшити загальний виробіток електроенергії протягом світлового дня порівняно з нерухомо встановленими панелями на південних схилах дахів.

На Рис.1 показаний блок фотоелектричних панелей на поворотній опорі з механізмом зміни кута нахилу світлоприймальної поверхні.

Блок фотоелектричних панелей підключений до інвертора гібридного типу, встановленого в електромонтажній шафі, показаний на Рис.2.

Такий тип інвертора передбачає можливість підключення до персонального комп'ютера для програмованого керування процесом генерування електроенергії та її акумуляування в години максимальної потужності сонячного потоку [5].

Загальний інтерфейс відображає основні електроенергетичні параметри роботи СЕС: поточне генерування електроенергії, виробіток за день, місяць, рік, поточну напругу, потужність та частоту мережі, напругу та потужність панелей, струм розрядження—зарядження акумуляторної батареї та інші параметри (Рис. 3).

Програмне забезпечення інвертора дозволяє дистанційно керувати параметрами генерування електроенергії: встановлювати струм та напругу зарядження – розрядження акумуляторної батареї, напругу припинення віддачі електроенергії від акумуляторної батареї (початок зарядження), пріоритет використання електроенергії (Рис. 4), тощо [6].

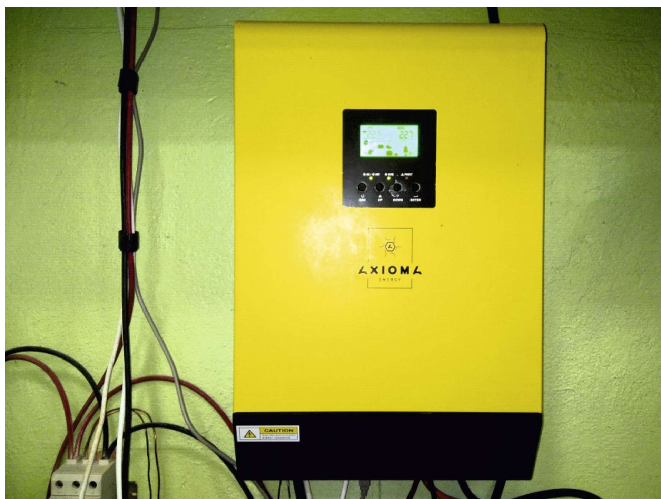
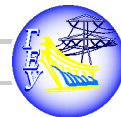


Рис. 2. Гібридний інвертор Ахіома, до якого підключені блок фотоелектричних панелей, електромережа і акумуляторні батареї.



Висновки. Для більшої рівномірності передачі генерованої електроенергії від сонячних електростанцій необхідно встановити акумулюючі системи з електричними акумуляторами, а за певних умов – з електролізерами для виробництва водню. Для збільшення виробітку електроенергії блоки фотоелектричних панелей раціонально встановлювати на трекарах з цілодобовою орієнтацією світлосприймальної поверхні на сонячне випромінювання. Високоєфективна робота енергетичного комплексу з сонячною електростанцією та акумуляторним блоком досягається гібридним інвертором, підключеним до комп'ютера, що забезпечує безперервне програмоване керування та запис параметрів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Кислова О.В. Основи електрохімії: навч. Посібник/ О.В. Кислова, Ш.С. Максева.-К.: КНУДТ, 2017.-128 с.

2. Байрачий Б. І. Перспективи використання сонячних батарей у водневій енергетиці для автономного забезпечення тепловою енергією / [Б. І. Байрачий, Г.Г. Тульський, Ю.А. Желавська та інші] // Відновлювана енергетика. – 2015. – № 1. – С. 11 – 14.

3. Півняк Г.Г. Альтернативна енергетика в Україні: монографія / Г.Г. Півняк, Ф.П. Шкрабець; Нац. гірн. ун-т. Д.: НГУ, 2013. – 109 с.

4. Державне агентство з енергоефективності та енергозбереження України [Електронний ресурс] / Режим доступу: <http://saee.gov.ua/uk>

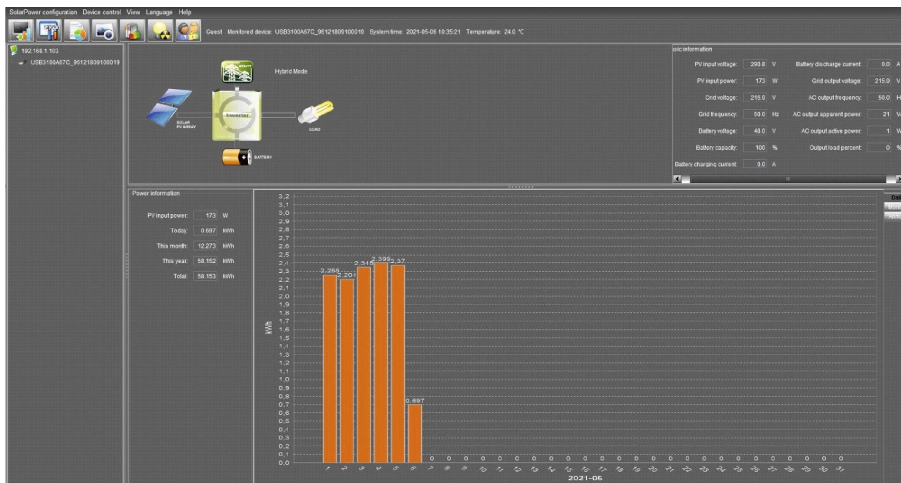


Рис. 3. Загальний інтерфейс програми керування гібридним інвертором з персонального комп'ютера.

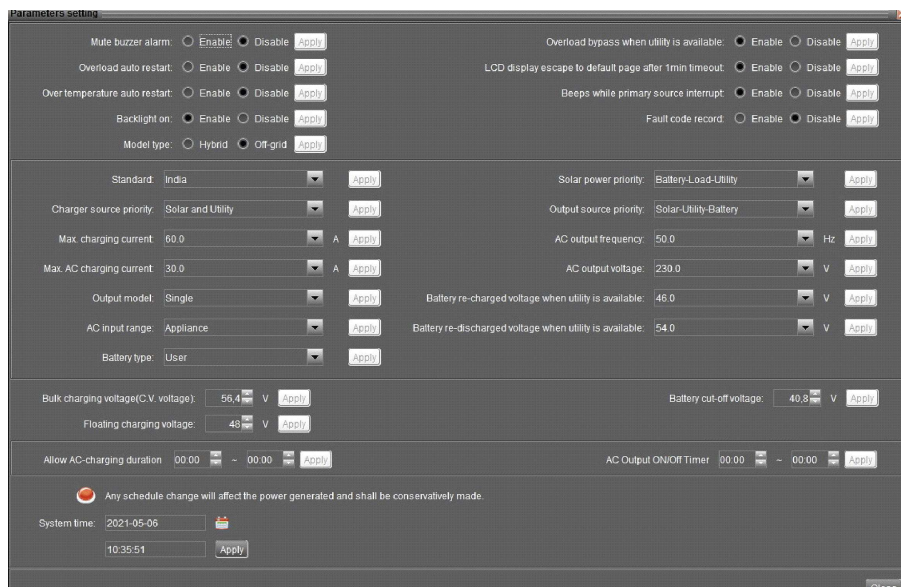


Рис. 4. Вікно програми встановлення заданих параметрів системи генерування та акумулявання.

5. Встановлення сонячних батарей. Варіанти конструкцій під монтаж сонячних батарей [Електронний ресурс]:- 2018 р. Режим доступу до ресурсу: <http://mysolarenergyua.blogspot.com/2017/03/blog-post30>

6. <https://alfa.solar/uk/>

Tregub M.I., Rubets A.M., Demeschuk V.A.

COMPLEX OF RENEWABLE ENERGY SOURCES WITH ENERGY ACCUMULATION BY HYDROGEN TECHNOLOGIES.

The paper uses theoretical methods using the computer program Excel and experimental verification of the dependence of power generation on the angle of incidence of the sun's rays and compare modern ways of energy storage and conclusions about their efficiency.

К е у т о р д с : solar stations, energy storage, renewable energy sources, hydrogen technologies, tracker installations.

© Трегуб М.І., Рубець А.М., Демещук В.А., 2021

