

УДК 629.341

КОМБІНОВАНИЙ ДВОВІСНИЙ ТРЕКЕР ДЛЯ СОНЯЧНОЇ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ

М.О. Іващенко, студент, О.А. Дзюбенко, доцент, к.т.н., ХНАДУ

Анотація. У роботі представлена докладна класифікація сонячних трекерів в залежності від способів монтажу і можливості регулювання сонячних панелей. Досліджено схемне рішення енергоефективного сонячного трекера. Представлено розробку енергоефективного двовісного сонячного трекера з комбінованою системою моніторингу за положенням Сонця. Описано принцип його роботи. Представлено попередній розрахунок вітрового навантаження.

Ключові слова: трекер, сонячна енергія, альтернативна енергетика, фотоелемент, екологія, енергоефективні технології.

КОМБИНИРОВАННЫЙ ДВУХОСЕВОЙ ТРЕКЕР ДЛЯ СОЛНЕЧНОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ

Н.А. Иващенко, студент, А.А. Дзюбенко, доцент, к.т.н., ХНАДУ

Аннотация. В работе представлена подробная классификация солнечных трекеров в зависимости от способов монтажа и возможности регулирования солнечных панелей. Исследовано схемное решение энергоэффективного солнечного трекера. Представлено разработку энергоэффективного двухосевого солнечного трекера с комбинированной системой мониторинга за положением Солнца. Описан принцип его работы. Представлен предварительный расчет ветровой нагрузки.

Ключевые слова: трекер, солнечная энергия, альтернативная энергетика, фотоэлемент, экология, энергоэффективные технологии.

THE COMBINED TWO-AXIS TRACKER FOR SOLAR POWER STATION

M. Ivashchenko., student, A. Dzyubenko, assistant professor, cand. eng. sc., KhNAHU

Abstract. The work presents a detailed classification of solar trackers, depending on the methods of installation and the possibility of regulating solar panels. The scheme solution of an energy efficient solar tracker was researched. The development of an energy efficient two-axis solar tracker with a combined monitoring system for the position of the Sun is presented. The principle of its operation is described. Preliminary calculation of wind load is presented.

Keywords: tracker, solar energy, alternative energy, photocell, ecology, energy-efficient technologies.

Вступ

У зв'язку з активною інтеграцією технологій в життя людини, а отже і зростанням всесвітнього енерговикористання, середнє використання електроенергії у всьому світі з 1990-2008 рр. збільшилось на 40 % тобто світ потребує все більших джерел енергії.[1]

Також у світі наряду зі зростанням витрат енергії активно проходить боротьба за еколо-

гічність і використання більш енергоефективних систем. Прикладом таких систем є електромобілі, які на перший погляд майже не мають шкідливих викидів. Але якщо вдивитися в проблему то стає зрозуміло що для заряду акумуляторної батареї треба спалити на електростанції деяку кількість палива, яке в свою чергу забруднює навколишнє середовище та зростанням кількості електромобілів кількість спалюваного палива ТЕС та АЕС буде зростати.

У зв'язку з цим у світі активно впроваджуються альтернативні джерела енергії, серед яких одне з головних місць займає сонячна енергетика. Головна проблема якої це нестійкість її роботи. Отже, розрахунок і проектування точного й енергоефективного сонячного трекера це актуальна задача, рішення якої дозволить підвищити ефективність всієї системи і забирати максимум потужності в денний час доби та підвищити незалежність енергосистем від технологій згорання палива і термоядерного синтезу.

Мета і постановка задачі

Метою роботи є аналіз сонячних трекерів сонячних електростанцій для визначення найбільш ефективного їх конструктивного виконання.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні задачі:

- провести аналіз переваг та недоліків сонячних трекерів в залежності від способів монтажу і кількості регульованих осей;
- представити розробку енергоефективного двовісного сонячного трекера з комбінованою системою моніторингу за положенням Сонця;
- проаналізувати і описати принцип роботи двовісного сонячного трекера;
- представити попередній розрахунок вітрового навантаження.

Перетворювачі сонячної енергії

Існують різні способи перетворення сонячної енергії, серед яких провідне місце займають теплові сонячні електростанції, сонячні колектори та фотоелектричні перетворювачі.

Одним із різновидів теплових сонячних електростанцій є баштові електростанції в яких концентрована енергія реалізує паротурбінний цикл, що в свою чергу нагріває робоче тіло до стану пару, далі відбувається цикл звичайних ТЕС: пар надходячи до турбіни створює обертовий момент електрогенератора, або є практика використання двигуна Стірлінга. Центральною спорудою станції є вежа, яка поглинає видиме і теплове випромінювання розташованим на ній резервуаром з водою. Завдяки насосній станції, розташованій в вежі, відбувається доставка води до турбогенератора і навпаки. Площа навколо вежі розташовує геліостати, які концентру-

ють сонячні промені на робочому тілі [2].

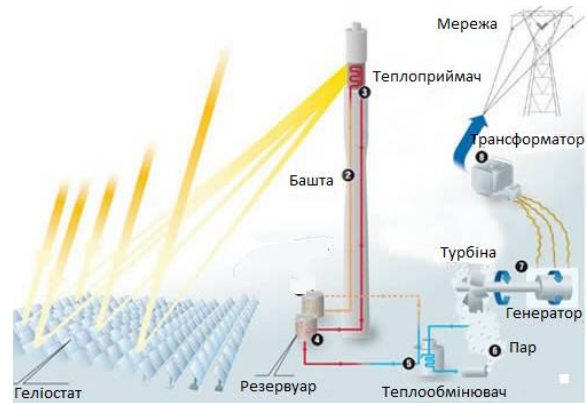


Рис. 1 – Баштова тепла сонячна електростанція

Головною метою використання сонячних колекторів є поглинання теплового випромінювання і подальшого використання цієї енергії для гарячого водопостачання, обігріву приміщень, потреб в повсякденному житті людини. Будь-яка сфера господарства, яка потребує наявності гарячої води має великий потенціал для розвитку систем добування й акумулювання сонячної енергії у вигляді тепла.

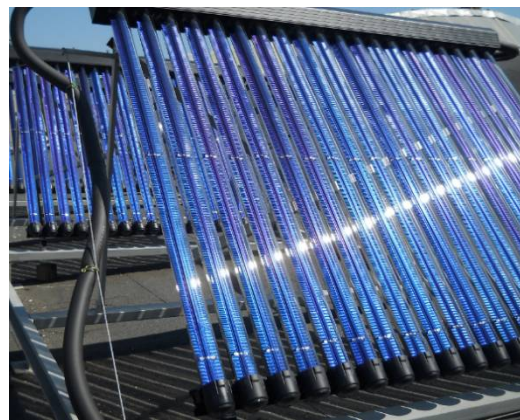


Рис. 2 – Сонячний колектор

Прямі перетворювачі сонячної енергії в електричну за допомогою фото ефекту. Сонячні фотоелектричні установки прості в використанні й не мають механізмів, що рухаються. Фотоелектрична сонячна електростанція в загальній комплектації повинна складатися з: фотоелектричних модулів, встановлених жорстко або на обертових платформах; конверторів; інверторів; трансформаторів; системи накопичування енергії [1,3].



Рис. 3 – Сонячна фотоелектрична електростанція

Класифікація сонячних трекерів

При установці сонячних панелей варто враховувати специфіку місця розташування та поверхні для якісного вибору способу монтажу. Розрізняють 2 види монтажу:

- Статичний, який в свою чергу не може регулюватися, але не потребує додаткових конструкцій. З розвитком технологій сонячні панелі встановлюються в якості перекриття дахів, тротуарів, фотогальванічного скла для офісів, тощо.



Рис. 4 – Статичний монтаж

- Трекери, які стежать за рухом Сонця і змінюють положення сонячної панелі відносно однієї чи двох осей, і цим самим збільшують загальний ККД всієї сонячної електростанції. Двовісний трекер – це складна інженерна конструкція, одно опорна, що орієнтується в двох площинах. Його особливість полягає в тому, що трекер може обертатися на 180° без обмежень, дозволяє прийняти максимальну кількість сонячної енергії внаслідок його здатності слідувати за сонцем вертикально і горизонтально [2].

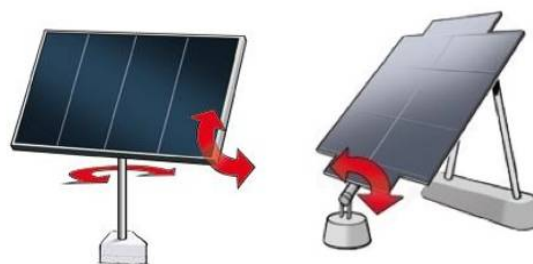


Рис. 5 – Динамічні конструкції монтажу

Системи стеження за сонцем

Для точного позиціонування положення сонячних панелей треба точно визначити кути зеніту і азимуту положення Сонця чи найбільш енергомісткого випромінювання. Для вирішення цього питання є кілька дієвих методів:

- використовувати фоточутливі елементи по кутах сонячної панелі та знімати з них сигнал. Різниця сигналів буде створювати інформацію про відхилення сонячної панелі відносно найбільш енергомісткого випромінювання;
- сезонне регулювання траєкторії, що досить сильно спрощує систему, але знижує ефективність роботи;
- метод сонячної позиції розраховує кути зеніту і азимуту Сонця відносно часу та географічних координат.

Перспективність трекерів

Ефективність роботи сонячних панелей є максимальною при ортогональному потраплянні випромінювання на них. Класичне розміщення сонячних панелей на даху будинку чи на окремих конструкції. Тому, через конструктивні недоліки досить складно зробити оптимальний кут нахилу сонячних батарей цілодобовим, а отже ККД всієї конструкції не буде оптимальним.

На рис. 6 зображено графік залежності величини втрати при виробленні електроенергії сонячними панелями від величини кута відхилення від оптимального положення площини панелі. З графіка видно, що трекер з точністю $\pm 5^\circ$ забезпечує вловлювання панеллю понад 99,6 % енергії прямих променів і 100 % від розсіяного світла [4,5].

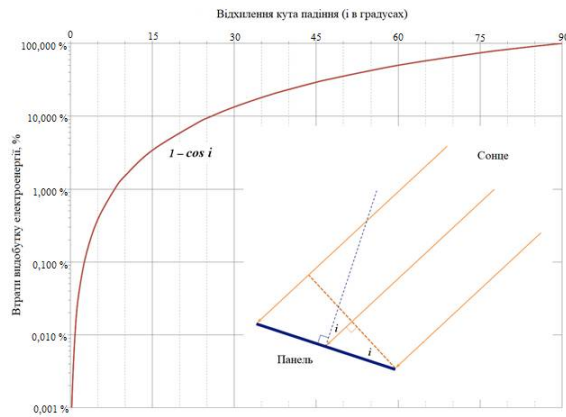


Рис. 6 – Залежність втрат від кута падіння сонячних променів

Вітрове навантаження

Під визначенням парусності розуміють властивість будь-якого предмета сприймати кінетичну енергію повітряного потоку (вітру). На рис 7 показано вітрове навантаження на сонячний трекер [6].

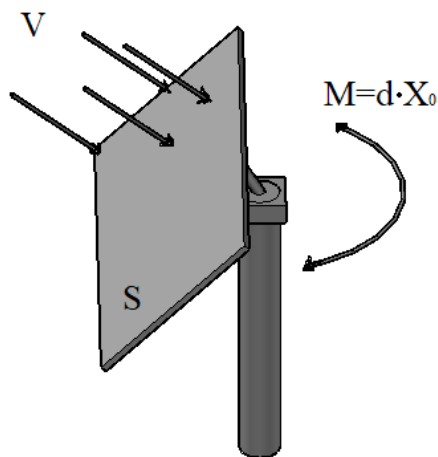


Рис. 7 – Вплив сил вітру на сонячний трекер

Сила опору спрямована проти швидкості руху, її величина пропорційна характерній площі S , щільності середовища ρ і квадрату швидкості V

$$X_0 = C_{x0} \frac{\rho \cdot V^2}{2} S, \quad (1)$$

де ρ – щільність повітря, визначається з урахуванням температури навколишнього середовища;

V – максимально допустима швидкість вітру, приймаємо в середньому 17 м/с;

S – площа поверхні сонячної панелі;

C_{x0} – безрозмірний аеродинамічний коефіціє-

єнт опору, з урахуванням складності розрахунку приймаємо рівним в діапазоні 1,07...1,28.

Розрахунок моменту навантаження викликаного вітровими силами розраховуємо за формулою:

$$M = d \cdot X_0, \quad (2)$$

де d – плече важеля від платформи до опори сонячного трекера.

Двовісний трекер

Враховуючи визначені переваги та недоліки особливостей побудови трекерних систем було запропоновано систему двоосьового трекера на опорному стовпі. Унікальність системи на опорному стовпі в тому, що при малій площі установки, і мінімальному електроспоживанні обладнання, отримуємо від 30 до 60% приросту виробітку електроенергії від сонячних батарей [7].

Система стеження за сонцем складається з алгоритму сонячної позиції, який отримує точні дані для обробки з GPS, а також фотодатчиків для більш якісного налаштування системи. Система відстежує, як кут по вертикалі, так і по горизонталі, вловлюючи всі сонячні промені. У похмуру погоду - саму освітлену точку.

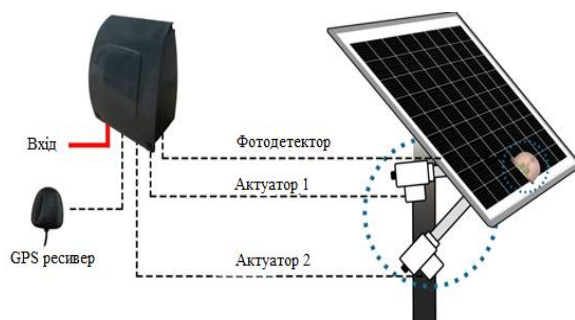


Рис. 8 – Комбінований двоівісний трекер

В якості виконавчого механізму вибір було зроблено в користь лінійних актуаторів з високим показником моменту утримання, що дозволяє системі бути стійкою і не витратити зайву енергію на утримання конструкції при поривах вітру.

Робота сонячної електростанції автономна, її можна відстежувати й корегувати за допомо-

гою персонального комп'ютера чи навіть телефона через інтернет зв'язок, що підвищить якість роботи.

Висновки

На основі отриманих результатів виконаної роботи можна сформулювати наступні висновки:

- проведено аналіз конструктивних особливостей систем сонячного трекера їх переваг та недоліків;
- розглянуто залежність втрат на сонячних елементах від зміни кута падіння сонячних променів;
- запропоновано схемну реалізацію комбінованого трекера;
- розглянуто попередній розрахунок навантаження на конструкцію трекера.

Результати роботи доцільно використовувати при проектуванні сучасних трекерних систем сонячних енергоустановок.

Література

1. Внутреннее потребление электроэнергии // Матеріали сайту – 2017. – Режим доступу <https://yearbook.enerdata.ru/electricity/electricity-domestic-consumption-data.html>
2. Шиняков Ю.А. Автоматизированная фотоэлектрическая установка с повышенной энергетической эффективностью // Доклады Том. Гос. Ун-та систем управления и радиоэлектроники. – 2011. - № 2-1. – С. 282-286.
3. Ахмедов Р. Б. Гелиоэнергетика. Солнечные электрические станции / Р. Б. Ахмедов и др. – М.: ВИНТИ, 1986. – 120 с.
4. Abramova O. Види та типи: схеми сонячних електростанцій // Матеріали сайту – 2016. – Режим доступу: <http://ukrenerho.com/vidi-ta-tipi-shemi-sonyachnih-elektrostantsij/>.
5. Сонячні установки // Матеріали сайту – 2016. – Режим доступу: <http://ukrbukva.net/99473-Solnechnye-ustanovki.html>
6. Шидловский С.В. Математическое моделирование сложных объектов с распределенными параметрами в задачах автоматического управления структурно перестраиваемых систем // Известия Томского политехнического университета. 2006. № 8. С. 19-23.
7. Байерс Т. 20 конструкций с солнечными элементами. Пер. с англ. – М.: Мир, 1988. С.
8. Сабади П.Р. Солнечный дом. Пер. с англ. Н. Б. Гладковой. — М.: Москва: Стройиздат, 1981. С. 12-31

Рецензент: А.В. Гнатов, професор, д.т.н., ХНАДУ

Стаття надійшла до редакції 15 листопада 2017 р.