УДК 620.92

СИСТЕМА АВТОМАТИЧНОГО ПОВОРОТУ ФОТОПАНЕЛІ ПОБУТОВОЇ ФОТОЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ ЗА СОНЦЕМ

Верещагін Д.О., студент; Пєшков М.О., студент; Жарков В.Я., доц., к.т.н.
(ДВНЗ «Таврійський державний агротехнологічний університет», м. Мелітополь, Україна)

Проведено аналіз фотопанелей та схеми їх підключення, запропонована система автоматичного повороту збільшує ефективність роботи побутової ФЕС.

Постановка проблеми. Сонячна енергія - енергія від Сонця, яка потрапляє на Землю у формі радіації та світла. Ця енергія значною мірою керує кліматом та погодою і є невід'ємною основою життя. Для Запорізької області загальний потенціал сонячної енергії становить $34{,}8 \cdot 10^9$ МВт•год/рік; технічний потенціал - $16{,}7 \cdot 10^7$; доцільно-економічний потенціал - $2{,}6 \cdot 10^5$ МВт•год/рік [1]. Якщо перший показник визначається географічним положенням місцевості і фізичним станом атмосфери (зокрема хмарністю), то два останні визначаються станом науки і техніки, і можуть бути підвищені за рахунок нових технологій. Задача науковців сприяти збільшенню технічного і доцільно-економічного потенціалів.

Мета статті. Збільшити ефективність роботи побутової сонячної електростанції за рахунок розробки і впровадження системи автоматичного стеження фотопанелі за Сонцем.

Аналіз останніх досліджень. На сьогоднішній день, коли в світовій економіці все відзначають істотний спад, галузь сонячної енергетики, одна з не багатьох, яка звітує про позитивну динаміку зростання. За останні 10 років щорічний середній темп зростання (CAGR) нових інсталяцій сонячних панелей в світі склав 50,4%, а загальний фонд встановлених батарей на кінець 2010 року наблизився до 39,5 ГВт. За даними Європейської фотоелектричної асоціації (EPIA), загальний фонд сонячних модулів на кінець 2015 року становитиме 195,9 ГВт, тобто збільшиться майже в 5 разів!

Велику увагу розвитку малої фотоенергетики приділяється також в патентах [2,3] та наукових роботах студентів ТДАТУ [4,5].

Основні матеріали дослідження. Розглянемо процес безпосереднього перетворення сонячної енергії в електроенергію за допомогою сонячної панелі (сонячної батареї) [4,5].

Під сонячною панеллю розуміють набір, з'єднаних між собою фотомодулів. Фотомодуль) в свою чергу складається з фотоелектричних перетворювачів (ФЕП). Це напівпровідниковий прилад, що перетворює енергію фотонів (енергію світла) в електрику. Перетворення енергії відбувається на рівні атомної будови тіла. Найбільш поширений матеріал для виготовлення ФЕП - це кремній [4,5]. Кожен окремий ФЕП здатний генерувати напругу близько 0,5 В, тому окремі елементи збирають в модулі, а модулі в панелі.

Рисунок 1 - Сонячні панелі (а), модулі (б) і фотоелектричні перетворювачі (в)

Сонячна електростанція (СЕС) може містити десятки і сотні сонячних панелей. Залежно від завдання енергопостачання використовуються різні схеми комутації сонячних панелей. Наприклад, для зарядки мобільного телефону одна, для роботи автономного

освітлення інша, для освітлення елементів автомобільної дороги третя, для роботи в електромережі за «зеленим тарифом» четверта і т.д.

У результаті перетворення енергії світла сонячна панель на своєму виході генерує постійну електричну напругу величиною, як правило, 12 В або 24 В. Хоча внутрішні електронні схеми багатьох споживачів електроенергії (телевізор, комп'ютер тощо) працюють на постійній напрузі (і для роботи мають вбудовані блоки живлення), все ж у «звичайній» електричній мережі - змінна напруга, і всі прилади адаптовані для живлення від мережі зі змінною напругою 220 В для однофазної мережі (або 380 В для трифазної мережі) (рис.2). Тому для відстеження та управління всіма процесами роботи сонячних панелей використовується електронний пристрій – контролер. Типова схема підключення сонячної панелі виглядає наступним чином (рис.3).

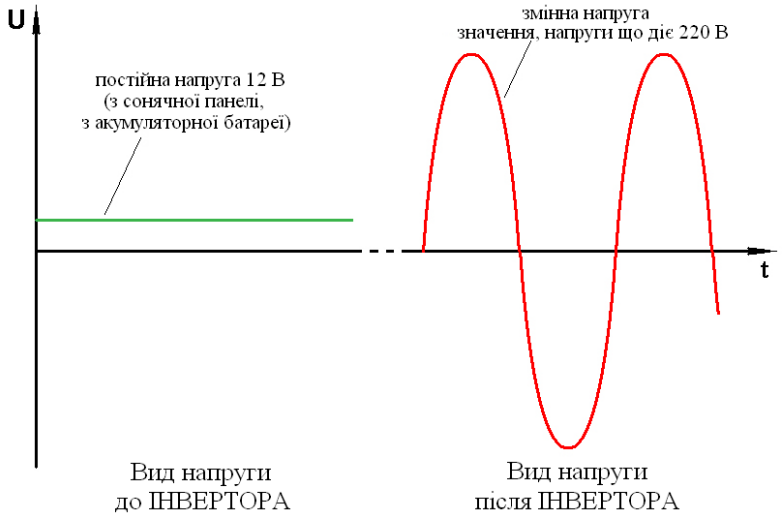

Рисунок 2 – Діаграми перетворення напруги від фотопанелі до і після інвертора

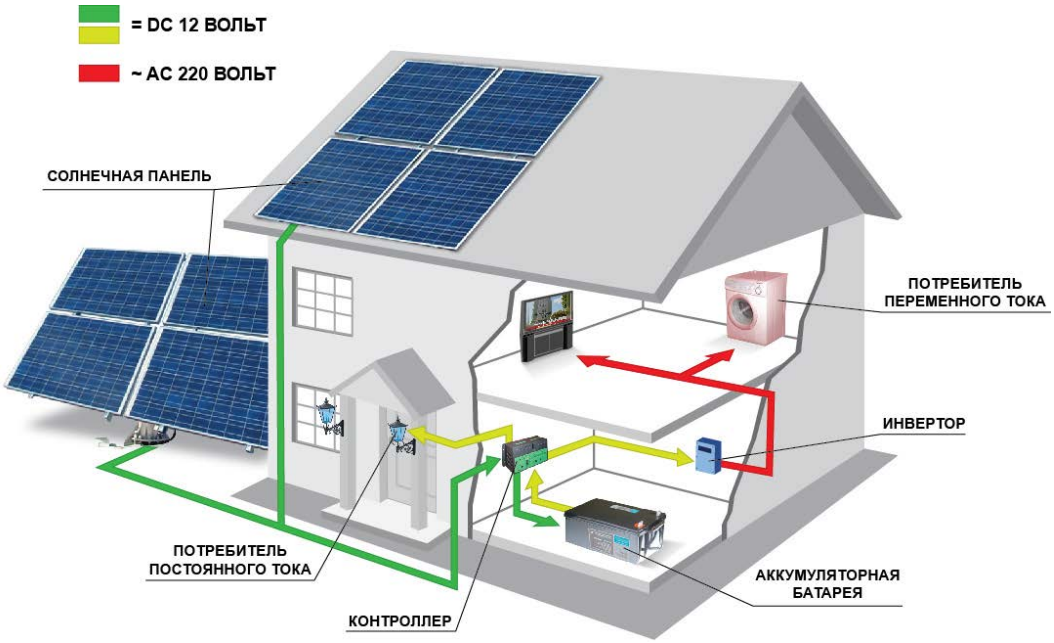

Рисунок 3 - Типова схема підключення сонячної панелі побутової ФЕС

Для зменшення капітальних вкладень у системі на сонячних панелях, необхідно використовувати електрообладнання з високою енергоефективністю. Наприклад, для освітлення можна використовувати світлодіодні лампи, які в 10 разів ефективніше ламп розжарювання, більш ніж в 2 рази ефективніше енергозберігаючих люмінесцентних ламп [4].

Максимальну ефективність сонячні панелі мають при «падінні» сонячних променів перпендикулярно до поверхні модуля. Так як сонце весь час «переміщається» по небу, для

ефективного використання панелі можливе застосування пристроїв стеження і повороту панелі до сонця. Приклад панелі без системи повороту («жорстко укріпленої») показано на рисунку4. а панелі з системою повороту за Сонцем - на рисунку 5.

Рисунок 4 - Фотопанель без системи повороту («жорстко укріпленої»)

Рисунок 5 - Фотопанель з системою повороту за Сонцем

При установці сонячних панелей, необхідно знати основні характеристики ФЕП і особливості роботи системи на сонячних панелях. У залежності від матеріалу і технології виготовлення, ФЕП відрізняються коефіцієнтом корисної дії (ККД), стійкістю до підвищення температури, габаритами, і звичайно ж вартістю.

Сьогодні оптимальними для застосування і найпоширенішими є ФЕП з моно- і полікристалічного кремнію, хоча є й інші варіанти вирішення (панелі на аморфному кремнії, тонкоплівкові панелі, нанокристалічні панелі тощо) [4,5]. Стосовно до сонячної панелі, ККД - це параметр, який показує яка частина енергії світлового потоку перетворюється в електричну. Для різних регіонів України, річна сумарна енергія світлового потоку, на одиницю площі різна і коливається від 1000 до 1350 кВт•год/м² для горизонтальної поверхні [1]. Показник ККД у сонячних панелей (на час написання статті) становить близько 14%. Цей параметр буде впливати на сумарну площу панелей, і як наслідок, на площу, яка буде «покрита» панелями. Наприклад, якщо ККД сонячної панелі становить 12% і висвітлюється світловим потоком інтенсивністю 1100 Вт/м^2, то вихідна потужність цієї панелі складе 1100 Вт/м^2•0,12 = 132 Вт з 1 м^2 площі сонячної панелі.

Робочі параметри панелі розраховуються при температурі навколишнього середовища 25°С, із збільшенням цього параметра електричні характеристики і термін служби ФЕП змінюються. І якщо ми говоримо про тривалий термін експлуатації в умовах з реальною температурою вище, ніж 25°С, то цим параметром нехтувати не можна. До особливостей роботи системи також відноситься місце і спосіб установки панелей. Ці деталі впливають на кількість обладнання та інтенсивність сонячного світла для конкретного модуля. Крім того, кількість і модель пристроїв в системі сонячного електропостачання, залежить від призначення об'єкта та споживача, якому необхідно забезпечити електропостачання, наприклад: житловий будинок, виробничий об'єкт, сільськогосподарський об'єкт, об'єкти, які потребують енергії більше в денний або нічний час.

Основні переваги сонячних панелей

Висока надійність. Конструкція на сонячних панелях не має механічних, рухомих частин, внаслідок чого має високий запас надійності, що підтверджується використанням в місцях, де ремонт практично не можливий - космічних системах, і т.п.

Мінімальні експлуатаційні витрати. Після монтажу сонячні панелі, не вимагають великої уваги, регламентних робіт і сервісного обслуговування. Це дозволяє використовувати панелі у важкодоступних місцях, де обслуговування утруднене.

Екологічна чистота. При роботі сонячних панелей немає ніяких шкідливих викидів і відходів. Сонячні панелі працюю безшумно.

Термін експлуатації. На сьогоднішній день, термін служби сонячних панелей доведений до 20-25 років.

Простота установки. Монтаж системи досить простий. Зміна вихідної потужності досягається простим додаванням або демонтажем модулів. Іншими словами, є можливість поступового збільшення потужності в міру необхідності і наявності фінансової можливості.

З відомих причин, інтерес до сонячних панелей зростає з кожним роком, звідси і намагання виробників забезпечити ринок. Виробники прагнуть оптимізувати вартість витрат на виготовлення сонячних панелей, а зростаючий попит сприяє «зближенню» процесів виробництва і купівлі.

Для підвищення ефективності роботи побутової ФЕС нами розроблена схема і виготовлено дослідний зразок автоматизованої системи повороту фотопанелі побутової ФЕС за Сонцем. Пристрій являє собою два незалежних модуля, які з'єднані між собою шлейфами. Перший модуль містить 4 фотодатчика. Кожен з фотодатчиків спрямований під кутом 45^{0}` до денного сонцестояння і фіксує кут положення Сонця по відношенню до Землі (рис.6).

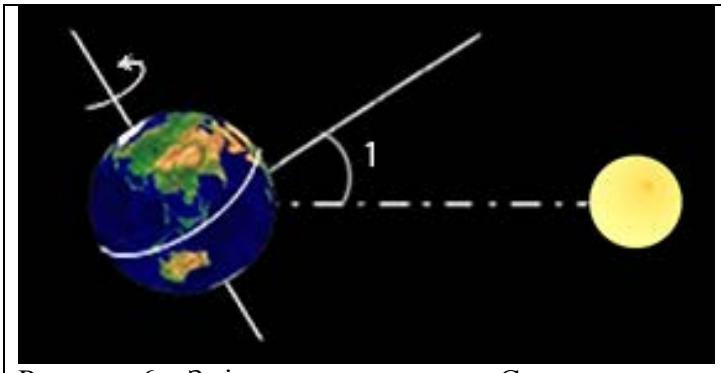

Рисунок 6 – Зміна кута положення Сонця по відношенню до Земної поверхні

Для зменшення перешкод в корпусі фотодатчика розташований перетворювач фотоструму в напругу.

Другий модуль - система управління поворотним механізмом, до складу якої входять три основних функціональних блоки (рис.7):

1) блок керування живленням і розподілом накопичуваної енергії;

2) блок керуючих сигналів з індикацією;

3) драйвера крокових двигунів.

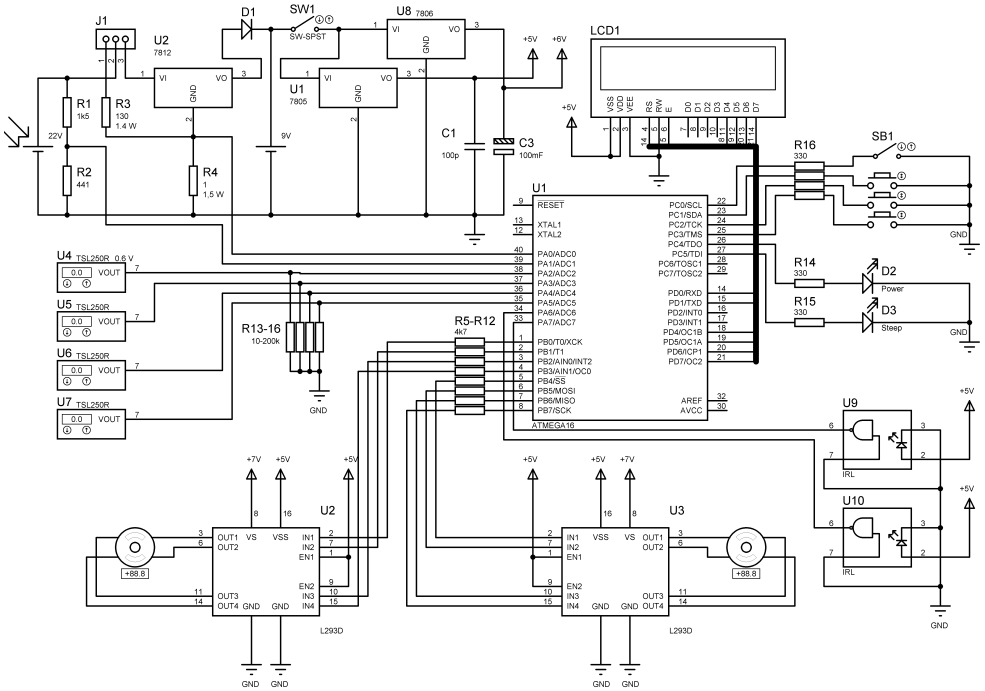

Рисунок 7 - Принципова схема системи управління поворотним механізмом

Позначення та номінали елементів схеми на рисунку 7: конденсатори C1 – 100mf x 10B VH12N; C2 – 100p PCC2246PR; мікросхеми D1 – 1N5822; U1 – Atmega16L; U2,U3 - L293DD; U4,U5,U6,U7 - APDS-9007-020; U9,U10 – Irlink KPC4596V LSD1 - WH1602A-YEI; крокові двигуни – M35SP-9V, Акумулятор GB - Li-SOCI2 10.8B 1,2 A•год.

У робочому режимі на дисплей (рис.8) виводиться інформація про стан, джерела сигналів, поточна напруга фотопанелі, а також струм заряду батареї.

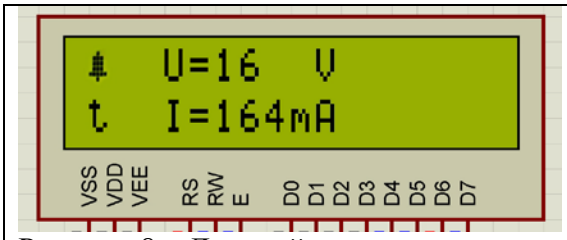

Рисунок 8 – Дисплей пульта керування

Рисунок 9 – Пульт керування системою автоматичного повороту фотопанелі за Сонцем

Дослідний зразок пульта керування зібраний в корпусі 140x70x180 мм (рис.9).

Пульт оснащено власним акумулятором, від якого може живитися схема і крокові двигуни, призначені для повороту панелі за Сонцем.

У пристрої використані фотодатчики типу APDS-9007-020 (зображені на рис.9 справа).

Висновок. Автоматизована система стеження і повороту фотопанелі за Сонцем значно підвищує ефективність роботи побутової ФЕС і використання сонячної енергії.

Перелік посилань

1. Атлас енергетичного потенціалу відновлювальних та нетрадиційних джерел енергії України/ С.О. Кудря. – Київ: Інститут електродинаміки.- 2001.- 40 с.

2. Пат. Україна 37586 МПК H02N6/00, H01L31/00. Пристрій для освітлення автостради/ В.Я.Жарков, В.С. Атрошенко, А.О. Манич, Є.П. Слєпкін, Д.М. Мисов.- Заявл. 08.01.2008 Опубл. 10.12.2008. Бюл. 23.

3. Пат. Україна 64434 МПК (2011.01) B60q1/02, H02N6/00. Автономна система аварійного освітлення автомобільного тунелю/ В.Я.Жарков, В.О. Сельоткін, М.В. Михайлик.- Заявл. 04.04.2011 Опубл. 10.11.2011. Бюл. 21.

4. Сельоткін В.О. Аналіз фотоперетворювачів для живлення освітлювальних приладів/ В.О. Сельоткін, О. Бартєньєв, В.Я. Жарков // Автоматизація технологічних об’єктів та процесів. Пошук молдих. -Донецьк: ДонНТУ, 2010.- С. 48-50.

5. Пєшков М.О. Обґрунтування типу фотоелектроперетворювача для побутової фотоелектростанції/ М.О. Пєшков, М.В. Михайлик, В.Я. Жарков// Сучасні проблеми систем електропостачання промислових та побутових об’єктів. Збірник наукових праць І Всеукраїнської науково-технічної конференції викладачів, аспірантів і студентів: 8-19 жовтня 2012 р., м. Донецьк: «ДВНЗ» ДонНТУ, 2012.- С.