

СОНЯЧНИЙ МОДУЛЬ ДЛЯ ПРИСАДИБНОЇ СЕС

Жарков В. Я.

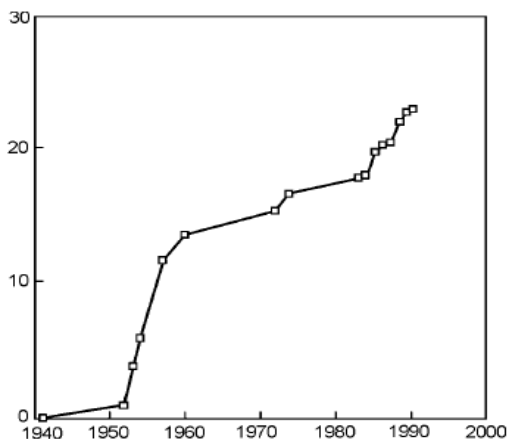
Таврійський державний агротехнологічний університет

Запропоновано конструкцію сонячного модуля циліндричної форми зі збільшеним ККД для присадибної СЕС

Постановка проблеми. Старт активному розвитку геліоенергетики України даний в кінці 2008 року з прийняттям «зелених» тарифів. Однак, введення в дію з 1 липня 2013 року вимоги 30% національної складової (50% з 1-го липня 2014), фактично заблокувало роботу компаній, які не мають в Україні виробництва матеріалів та обладнання для фотовольтаїки. Тому за сім місяців 2013 року в Україні введено рекордну кількість потужностей сонячних електростанцій (СЕС) - 275,4 МВт, і станом на серпень 2013 загальна встановлена потужність СЕС в Україні досягла 601,5 МВт.

Більшість компаній змушені освоювати ринок малих СЕС на дахах домоволодінь, який з 1 січня 2014 року отримує «зелений» тариф на рівні 0,35 Євро за 1кВт.год виробленої електроенергії. Однак, досі не розроблений механізм реалізації (ні технічної, ні бюрократичної) власниками СЕС приватних домоволодінь свого права на отримання «зеленого» тарифу.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. В результаті багаторічної модернізації структури ФЕП було досягнуто найвище значення ККД - 24% (рис.1) [1].



Рисунки 1 – Еволюція ефективності ФЕП(%)

Для виготовлення фотоелектричних перетворювачів (ФЕП) наземних СЕС найбільш придатними вважаються напівпровідники Si, CdTe, GaAs, InP. В якості найбільш ймовірних матеріалів для ФЕП розглядаються кремній і арсенід галію [1]. Потрібне підвищення ККД ФЕП і зниження їх собівартості.

Мета статті - обґрунтувати ефективну конструкцію сонячного модуля для присадибної СЕС.

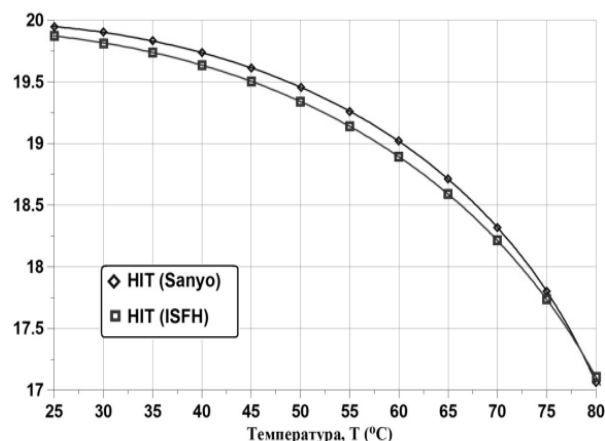
Основні матеріали дослідження. При нагріві ФЕП на один градус зверх 25°C він втрачає в напрузі 0,002 В, тобто 0,4%/°C. У яскравий сонячний день елементи нагріваються до 60...70°C втрачаючи 0,07...0,09В кожен. Це і є основною причиною зни-

ження ККД, що приводить до падіння напруги, генерованої кожним ФЕП. За проведеними дослідженнями ФЕП типу HIT (heterojunction with intrinsic thin layer) - гетероперехід з тонким шаром α -Si:H власної провідності складена математична модель і побудована залежність від температури: напруги х.х. - V_{oc} , струму к.з. - I_{sc} , ККД - η (рис. 2) [3]:

$$V_{oc} = 7,826 \cdot 10^2 - 6,068T + 8,117 \cdot 10^{-2} T^2 - 4,848 \cdot 10^{-4} T^3, \quad (1)$$

$$I_{sc} = 1,383 \cdot 10^2 + 1,905 \cdot 10^{-1} T + 8,603 \cdot 10^{-3} T^2 - 9,151 \cdot 10^{-5} T^3, \quad (2)$$

$$\eta = 2,001 \cdot 10 - 1,218 \cdot 10^{-1} T + 2,802 \cdot 10^{-3} T^2 - 2,174 \cdot 10^{-5} T^3. \quad (3)$$



Рисунки 2 – Графіки залежності ККД ФЕП від температури: нижня - для HIT ISFH; верхня – для HIT Sanyo

Світовий рекорд ККД кремнієвої сонячної батареї - 42,8%, гнучких ФЕП - 17,7%. Відомий також сонячний фотоелектричний модуль циліндричної форми Solyndra (від англійських слів «сонячний» і «циліндр»), взятий за прототип [2], що містить дві скляні трубки, трубка меншого діаметра покрита тонкою плівкою напівпровідникового матеріалу (на основі міді, індію, галію і селену) і поміщена в таку ж трубку більшого діаметра з електричними контактами, схожими на ті, що використовуються в люмінесцентних лампах. Така форма дозволяє збільшити кількість поглинутого світла (а отже і електроенергії) на протязі дня без зміни положення конструкції фотоелектричного модуля.

Сонячний когенераційний модуль з термосифоном, містить дві скляні колби 1,2 із боросилікатного скла. Колба 1 меншого діаметра розташована в прозорій колбі 2 більшого діаметра (одна в одній), з'єднані між собою подібно посудині Дьюара, з вакуумною порожниною 3 між ними. В середині колби 1 меншого діаметра розташований термосифон з герметичним

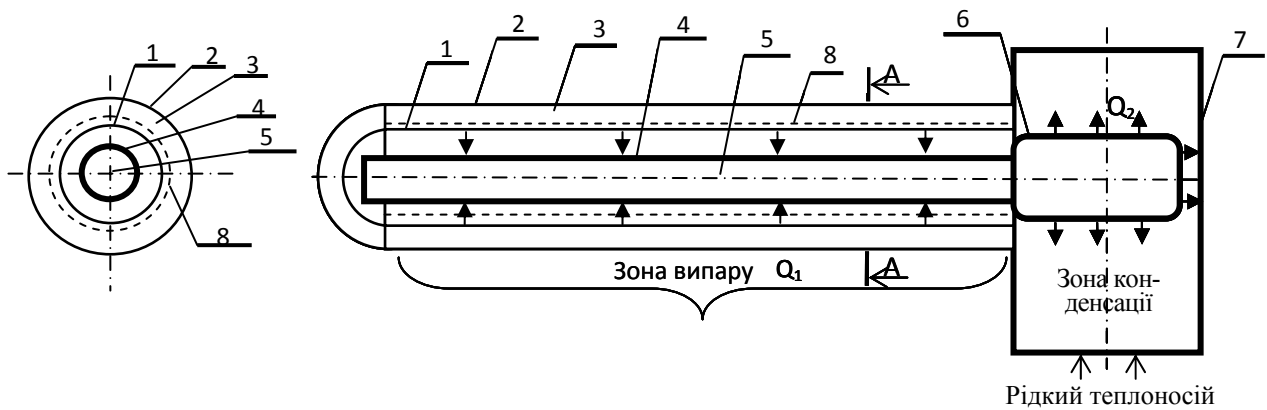


Рисунок 3 – Сонячний когенераційний модуль з термосифоном

корпусом 4, виготовленим із чистої червоної міді. Колби 1,2 з мідним герметичним корпусом 4 установлені під кутом 30...60 градусів до горизонту. Герметичний корпус 4 наповнений робочим тілом 5 з фазовим переходом, від рідини до газу і навпаки, і низькою температурою замерзання, з зоною випару та зоною конденсації. На верхньому кінці мідного герметичного корпусу 4, в зоні конденсації, установлений конденсатор 6, контактуючий з теплозбірником 7, наповненим рідким незамерзаючим теплоносієм, наприклад, антифризом. ФЕП 8 виготовлені із аморфного кремнію, які можна наносити безпосередньо на скло.

В якості робочого тіла можуть бути використані: етанол або його водний розчин, і/або ацетон, і/або ефір або їхня суміш. При зниженні тиску відповідно знижується і температура кипіння. Вибір легко киплячої речовини або їхньої суміші в якості робочого тіла 3 і ступеню вакууму для наповнення герметичного корпусу 4 дозволяє вибрати оптимальну величину температури кипіння для охолодження плівки ФЕП 8.

Сонячний когенераційний модуль з термосифоном працює наступним чином. Між двома скляними колбами 1,2 викачується повітря, щоб створити вакуум, який перешкоджає зворотній теплопровідності і конвекційним втратам тепла. Сонячне світло вільно проходить через прозору колбу 2 із боросилікатного скла і попадає на тонку плівку ФЕП 8, нанесеними на зовнішню поверхню скляної колби 1 меншого діаметра, які генерують електроенергію. Боросилікатне скло пропускає хвилі сонячної радіації в діапазоні 0,4 мкм - 2,7 мкм. В якості робочого тіла 3 герметичний корпус 4 наповнений легко киплячою рідиною ($T_{\text{кип}}$ - близько 30°C) під вакуумом. За рахунок конвекційної теплопередачі тепла Q_1 нагріває робоче тіло 3 в мідному герметичному корпусі 4. В результаті нагріву утворюється пара. Пара піднімається вгору до конденсатора 6, який омивається рідким теплоносієм, наприклад, антифризом, з віддачею теплоти Q_2 . Віддача тепла змушує пару конденсуватися і текти назад, в зону випару, в нижній частині герметичного корпусу 4, охолоджуючи плівку ФЕП 8, і цикл повторюється знову. Теплота конденсації відбирається теплоносієм, що протікає по колектору 7 і омиває конденсатори 6. Високий коефіцієнт передачі тепла робочим тілом 3, незначна його кількість і відносно невеликі

розміри герметичного корпусу 4 із чистої червоної міді дають ефективну термічну теплопровідність. Герметичний мідний корпус 4 працює як термічний діод. Теплопровідність дуже висока в одному напрямку (вгору) і низька в зворотному (вниз). Наповнення герметичного корпусу 4 робочим тілом 3 під вакуумом дозволяє знизити температуру кипіння для обраної речовини, чим забезпечити охолодження плівки ФЕП 8.

Висновки. Удосконалення сонячного модуля збільшує його ефективність за рахунок збільшення загального ККД, зменшення втрат тепла і комбінованої генерації теплової і електричної енергії.

Список використаних джерел

1. Алфёров Ж. И. Тенденции и перспективы развития солнечной фотоэнергетики / Ж. И. Алфёров, В. М. Андреев, В. Д. Румянцев // Физика и техника полупроводников. – 2004. – т.38. – Вып. 8. – С. 937-948.
2. Цилиндрические солнечные батареи претендуют на высокую эффективность [Электронный ресурс] / – Режим доступа: <http://www.membrana.ru/particle/13126>

Аннотация

СОЛНЕЧНЫЙ МОДУЛЬ ДЛЯ ПРИУСАДЕБНОЙ СЭС

Жарков В.Я.

Предложена конструкция солнечного модуля цилиндрической формы с увеличенным КПД.

Abstract

SOLAR MODULES FOR SOLAR POWER FARMLAND

V. Zharkov

The design of the solar module is a cylindrical shape with an increased efficiency.